

Rahaf Naji
Alime Yaman
Amjed Naji

Hensiktsmessig bruk av massivtre og lavkarbonbetong

Sammenligning av massivtre og lavkarbonbetong sett gjennom en casestudie av Biriomsorgssenter

Mai 2020

NTNU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk

Bacheloroppgave

2020



Rahaf Naji
Alime Yaman
Amjed Naji

Hensiktsmessig bruk av massivtre og lavkarbonbetong

Sammenligning av massivtre og lavkarbonbetong sett gjennom en casestudie av Biriomsorgssenter

Bacheloroppgave
Mai 2020

NTNU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk



Kunnskap for en bedre verden



Kunnskap for en bedre verden

Hensiktsmessig bruk av massivtre og lavkarbonbetong

Sammenligning av massivtre og lavkarbonbetong sett gjennom en casestudie av Biriomsorgssenter

Rahaf Naji, Alime Yaman og Amjed Naji

[Gradering: Åpen]

Bachelor i ingeniørfag - bygg
Innlevert: mai 2020
Veileder: Lizhen Huang

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for vareproduksjon og byggingsteknikk

Oppgavens tittel:	Dato: 19.05.2020		
Hensiktsmessig bruk av massivtre og lavkarbonbetong	Antall sider: 69		
	Masteroppgave:	Bacheloroppgave	X
Navn: Rahaf Naji, Alime Yaman og Amjed Naji			
Veileder: Lizhen Huang			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/ veiledere: Ole Jørgen Levy			

Sammendrag:

Denne bacheloroppgaven skal se på hensiktsmessig bruk av massivtre og lavkarbonbetong. Oppgaven sammenligner miljøpåvirkningene fra disse to byggematerialene for å finne ut hvilken er mer miljøvennlig. Biriomsorgssenter er brukt som en casestudie.

Biriomsorgssenter er et omsorgssenter for eldre. Den er bygd av Betonmast Innlandet. Den er bygd stor sett i massivtre. Kjelleren og fundamentet er bygd i lavkarbonbetong. Miljøpåvirkningene fra Biriomsorgssenter og miljøpåvirkningene fra når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i bygget skal beregnes.

Focus Konstruksjon brukes for å dimensjonere Biriomsorgssenter i lavkarbonbetong. Den dimensjoneres slik at den kan ta de lastene som bygget utsettes for. Livsløpsvurdering (LCA) er brukt som en metode for å beregne miljøpåvirkning fra et produkt eller et bygg. Utslippene fra Biriomsorgssenter er beregnet etter ILCD 2011 Midpoint+. Miljøpåvirkningskategoriene som brukes i denne oppgaven er global oppvarming, ozonnedbryting, menneskelige giftstoffer (kreft- og ikke-kreftfremkallende), svevestøv, forsuring, økotoksitet i ferskvann og vannforbruk. Det er kun beregnet miljøpåvirkning fra produktfase og transport av byggematerialer (A1-4).

Resultater fra LCA viser at massivtre har mindre utslipp enn lavkarbonbetong innen global oppvarming, ozonnedbryting, ikke-kreftfremkallende menneskelige giftstoffer, svevestøv, forsuring og økotoksitet i ferskvann. Lavkarbonbetong har mindre utslipp enn massivtre innen kreftfremkallende menneskelige giftstoffer og vannforbruk. Det er mindre utslipp fra transport når Biriomsorgssenter bygges i lavkarbonbetong enn når den bygges i massivtre. Disse resultatene gjelder for et omsorgssenter på 5000 m² bruksareal, beregnet for 16 sykehjemsplasser og 16 omsorgsboliger, brukt over en periode på 60 år og følger TEK17.

Stikkord:

Massivtre
Lavkarbonbetong
LCA
Miljøvurdering

_____ (sign.)

Forord

Dette er bacheloroppgave for byggingeniørstudie ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Gjøvik. Bacheloroppgaven er gjennomført i samarbeid med Betonmast Innlandet i løpet av våren 2020 og den tilsvarer 20 studiepoeng.

Vi har mange å takke i forbindelse med denne oppgaven. Først og fremst, vår veileder Lizhen Huang som hjalp oss gjennom hele oppgaven. Hun hjalp oss spesielt med LCA. Vi vil også spesielt takke vår kontaktperson i Betonmast, Ole Jørgen Levy. Han ga oss informasjon om Biriomsorgssenter og tilgang til Dalux-prosjekthotell. Uten deres hjelp så ville dette oppgaven ikke kunne blitt gjennomført.

Vi vil takke Nils Raymond og Erna Nyborg fra Betonmast som hjalp oss med å finne forslag til oppgaven. Samsom Asmerom Habtemichael hjalp oss med Focus Konstruksjon og Solbri Anywhere og derfor vil vi takke ham. Vi vil også takke Fred Johansen for at han ga oss generell veiledning i skriving av bacheloroppgaven.

Abstract

This bachelor thesis will be looking at the appropriate use of cross laminated-timber (CLT) and low carbon concrete. The thesis compares the environmental impact from these two construction materials to find out which one is more environment friendly. Biriomsorgssenter is used as a case study.

Biriomsorgssenter is a care center for the elderly. It is built by Betonmast Innlandet. The building is mostly in CLT. The basement and the foundation are built in low carbon concrete. The environment impact from Biriomsorgssenter and the environment impact when CLT is replaced by low carbon concrete is calculated.

Focus Konstruksjon is used to design Biriomsorgssenter in low carbon concrete. It designs the building so that it can withstand the loads that the building is exposed to. Life cycle assessment (LCA) is used as a method to calculate the environmental impact from a product or a building. The emissions from Biriomsorgssenter is calculated using ILCD 2011 Midpoint+ as a method. The environmental impact categories that is used in this thesis is climate change, ozone depletion, human toxicity (cancer and non-cancer effects), particulate matter, acidification, freshwater ecotoxicity and water resource depletion. Enviromental impact is calculated only for the product stage and the transportation of the construction materials (A1-4).

The results from LCA show that CLT has less emissions than low carbon concrete within climate change, ozone depletion, human toxicity non-cancer effects, particulate matter, acidification and freshwater ecotoxicity. Low carbon concrete has less emissions than CLT within human toxicity cancer effects and water resource depletion. There is less emission from transportation of construction materials when Biriomsorgssenter is built in low carbon concrete than when it is built in CLT. These results are based on a care center for the elderly that have 5000 m² floor area, is designed to host 16 nursing home places and 16 sheltered accommodations, used for the span of 60 years, and follows TEK17.

Innholdsfortegnelse

Forord	iv
Abstract	v
Innholdsfortegnelse	vi
Tabelliste	xii
1 Innledning	1
1.1 Miljø	1
1.2 Formål	2
1.3 Avgrensninger	2
2 Teori	3
2.1 Livsløpsanalyse	3
2.1.1 Fasene i LCA	3
2.1.2 Fastsettelse av hensikt og omfang	4
2.1.3 Livsløpsregnskap (LCI)	5
2.1.4 Effektvurdering	6
2.1.5 Tolkning	6
2.1.6 Miljøpåvirkningskategorier	6
2.2 Lyd-, brann- og varmekrav	9
2.2.1 Lyd	9
2.2.2 Brann	11
2.2.3 Varme	14
2.3 Massivtre	17
2.3.1 Lyd	18
2.3.2 Brann	19
2.3.3 Tre og miljø	19
2.4 Lavkarbonbetong	19

2.4.1	Generelt	19
2.4.2	Produksjon av lavkarbonbetong	20
2.4.3	Lyd	20
2.4.4	Brann	20
2.5	Konstruksjonsteknikk	21
2.5.1	Laster	21
2.5.2	Lastkombinering	25
2.5.3	Betong dimensjonering	26
3	Metode	30
3.1	Innsamling av data	30
3.1.1	Personlig kommunikasjon	30
3.1.2	Dalux-prosjekthotell	30
3.1.3	Database and litteratur	30
3.1.4	BIM programvare	31
3.2	LCA	31
3.2.1	Fasene i byggets livsløp	31
3.2.2	Relevant programvare	32
4	Case/Materialer	33
4.1	Biriomsorgssenter	33
4.2	Focus Konstruksjon	33
4.3	LCA	33
4.3.1	Hensikt og omfang	33
4.3.2	Livsløpsregnskap/Materialer:	35
4.3.3	Effektvurdering	35
5	Resultater	37
5.1	Hele bygget, produktfase og transport, A1-4	37
5.2	Del A	37

5.2.1	Total utslipp fra produktfase, A1-3	37
5.2.2	Materialenes utslipp innen global oppvarming fra produktfase A1-3.....	38
5.2.3	Materialenes utslipp innen ozonnedbrytning fra produktfase A1-3.....	39
5.2.4	Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende fra produktfase A1-3.....	40
5.2.5	Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende.....	41
5.2.6	Materialenes utslipp innen svevestøv fra produktfase A1-3	42
5.2.7	Materialenes utslipp innen forsuring fra produktfase A1-3	43
5.2.8	Materialenes utslipp innen økotoksisitet i ferskvann fra produktfase A1-3.....	44
5.2.9	Materialenes vannforbruk fra produktfase A1-3	45
5.2.10	Total utslipp fra transport, A4.....	46
5.3	Del B.....	46
5.3.1	Total utslipp fra produktfase A1-3	46
5.3.2	Materialenes utslipp innen global oppvarming fra produktfase A1-3.....	47
5.3.3	Materialenes utslipp innen ozonnedbrytning fra produktfase A1-3.....	48
5.3.4	Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende fra produktfase A1-3.....	49
5.3.5	Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende fra produktfase A1-3.....	50
5.3.6	Materialenes utslipp innen svevestøv fra produktfase A1-3	51
5.3.7	Materialenes utslipp innen forsuring fra produktfase A1-3	52
5.3.8	Materialenes utslipp innen økotoksisitet i ferskvann fra produktfase A1-3.....	53
5.3.9	Materialenes vannforbruk fra produktfase A1-3	54
5.3.10	Total utslipp fra transport A4.....	54
5.4	Del C.....	55
5.4.1	Total utslipp fra produktfase A1-3	55
5.4.2	Materialenes utslipp innen global oppvarming fra produktfase A1-3.....	56

5.4.3	Materialenes utslipp innen ozonnedbrytning fra produktfase A1-3.....	57
5.4.4	Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende fra produktfase A1-3.....	58
5.4.5	Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende fra produktfase A1-3.....	59
5.4.6	Materialenes utslipp innen svevestøv fra produktfase A1-3	60
5.4.7	Materialenes utslipp innen forsurening fra produktfase A1-3	61
5.4.8	Materialenes utslipp innen økotoksisitet i ferskvann fra produktfase A1-3.....	62
5.4.9	Materialenes vannforbruk fra produktfase A1-3	63
5.4.10	Total utslipp fra transport A4	63
6	Diskusjon.....	65
6.1	Hele bygget.....	65
6.2	Transport.....	66
6.3	Materialvalg	67
6.4	Usikkerhetsfaktorer	68
7	Konklusjon	70
7.1	Videre arbeid	70
	Litteraturliste	71
	Vedlegg	76

Figurliste

Figur 1 Fasene i LCA. Hentet ifra figur 1 i (Standard Norge, 2006a)	3
Figur 2 Enhetsprosess. Hentet ifra (Klöpffer og Grahl, 2014).....	4
Figur 3 a) kantstilte elementer. b) krysslagte elementer. c) Hulromselementer. Hentet ifra (Aarstad et al., 2008)	18
Figur 4 v og $\cot \theta$. Hentet ifra (Storm, 2019).....	28
Figur 5 Byggets livsløp. A1-4 er inkludert i denne oppgaven. Hentet ifra figur 3 i (Standard Norge, 2011).....	34
Figur 6 Materialenes utslipp innen global oppvarming fra produktfase av del A av Biriomsorgssenter.....	38
Figur 7 Materialenes utslipp innen ozonnedbryting fra produktfase av del A av Biriomsorgssenter.....	39
Figur 8 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende fra produktfase av del A av Biriomsorgssenter	40
Figur 9 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende fra produktfase av del A av Biriomsorgssenter	41
Figur 10 Materialenes utslipp innen svevestøv fra produktfase av del A av Biriomsorgssenter	42
Figur 11 Materialenes utslipp innen forsuring fra produktfase av del A av Biriomsorgssenter	43
Figur 12 Materialenes utslipp innen økotoksisitet i ferskvann fra produktfase av del A av Biriomsorgssenter.....	44
Figur 13 Materialenes vannforbruk fra produktfase av del A av Biriomsorgssenter.....	45
Figur 14 Materialenes utslipp innen global oppvarming fra produktfase av del B av Biriomsorgssenter.....	47
Figur 15 Materialenes utslipp innen ozonnedbrytning fra produktfase av del B av Biriomsorgssenter.....	48
Figur 16 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende fra produktfase av del B av Biriomsorgssenter.....	49
Figur 17 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende fra produktfase av del B av Biriomsorgssenter.....	50

Figur 18 Materialenes utslipp innen svevestøv fra produktfase av del B av Biriomsorgssenter	51
Figur 19 Materialenes utslipp innen forsuring fra produktfase av del B av Biriomsorgssenter	52
Figur 20 Materialenes utslipp innen økotoksisitet i ferskvann fra produktfase av del B av Biriomsorgssenter.....	53
Figur 21 Materialenes vannforbruk fra produktfase av del B av Biriomsorgssenter	54
Figur 22 Materialenes utslipp innen global oppvarming fra produktfase av del C av Biriomsorgssenter.....	56
Figur 23 Materialenes utslipp innen ozonnedbrytning fra produktfase av del C av Biriomsorgssenter.....	57
Figur 24 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende fra produktfase av del C av Biriomsorgssenter.....	58
Figur 25 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende fra produktfase av del C av Biriomsorgssenter.....	59
Figur 26 Materialenes utslipp innen svevestøv fra produktfase av del C av Biriomsorgssenter	60
Figur 27 Materialenes utslipp innen forsuring fra produktfase av del C av Biriomsorgssenter	61
Figur 28 Materialenes utslipp innen økotoksisitet i ferskvann fra produktfase av del C av Biriomsorgssenter.....	62
Figur 29 Materialenes vannforbruk fra produktfase av del C av Biriomsorgssenter	63

Tabelliste

Tabell 1 Risikoklasser. Hentet ifra §11-2 i (TEK17, 2017)	11
Tabell 2 Brannklasse. Hentet ifra §11-3 i (TEK17, 2017)	12
Tabell 3 Brannmotstand for de ulike bygningsdelene. Hentet ifra tabell 1 i §11-4 i (TEK17, 2017).....	13
Tabell 4 Brannmotstand til branncellebegrensende bygningsdeler. Hentet ifra tabell 1 i §11-8 i (TEK17, 2017)	13
Tabell 5 Brannmotstand til seksjoneringsvegg. Hentet ifra tabell 2 i §11-7 i (TEK17, 2017)	14
Tabell 6 Varmeovergangsmotstander. Hentet ifra tabell 42 i (SINTEF Byggforsk, 2018)	15
Tabell 7 U-verdi til ulike bygningsdeler. Hentet ifra kapittel 14 i (TEK17, 2017)	16
Tabell 8 Maksimal tillatt klimagassutslipp avhengig av betongens lavkarbonklasse og fasthet. Hentet ifra (Norbetong, 2017)	20
Tabell 9 Nyttelaster avhengig av brukskategori. Hentet ifra tabell 6.2 i (Standard Norge, 2002).....	21
Tabell 10 Utslipp fra hele bygget i A1-4.....	37
Tabell 11 Utslipp fra del A av Biriomsorgssenter fra produktfase	37
Tabell 12 Utslipp fra del A av Biriomsorgssenter fra transport	46
Tabell 13 Utslipp fra del B av Biriomsorgssenter fra produktfase	46
Tabell 14 Utslipp fra del B av Biriomsorgssenter fra transport	54
Tabell 15 Utslipp fra del C av Biriomsorgssenter fra produktfase	55
Tabell 16 Utslipp fra del C av Biriomsorgssenter fra transport	63
Tabell 17 Utslipp fra massivtre med og uten transport	67

1 Innledning

1.1 Miljø

Mennesker ber skyldig for de økte utslippene av klimagasser siden den industrielle revolusjonen. Utslippene kommer fra fossile brensel og industri. De frigjør flere tonn CO₂ hver år. Naturen har sitt eget karbon kretsløp der CO₂ blir slippet ut og fanget opp av blant annet hav eller skog. De menneskeskapte utslippene innen CO₂ forstyrrer karbon kretsløpet. Naturen klarer ikke fange opp den menneskeskapte utslippene, og det blir en forsterking av drivhuseffekten i atmosfæren. Dette fører til klimaendring. (FN, 2019; Store Norske Leksikon, 2020a)

Klimaendringene fører til at temperaturen stiger. Dette påvirker økosystemene ved at isen smelter, havnivået stiger og været blir mer ekstrem. Klimaendringene vil bli umulig å kontrollere i 2100 om temperaturen blir mer enn 2 grader enn det den var i 1850.

Parisavtalen som ble vedtatt i 2015 er en internasjonal klimaavtale som ble signert av alle verdens land¹ skal sørge for at de klarer å begrense temperaturstigningen til under 2 grader og helst 1,5 grader. (FN, 2019; Store Norske Leksikon, 2020a; FN, u.å.)

Bygg har ansvaret for 40 % av verdens utslipp. Fossil oppvarming av bygg og fossil energibruk på bygg- og anleggsplasser bidrar til klimagassutslippene. Import av byggematerialer fra utlandet fører til økte utslipp innen transport. (Bygg21, 2018; TU, u.å.)

Transporten av maskiner og materialer til kun byggeplassen utgjør 25 % av tungtransporten i Norge, men persontransport og anleggstrafikk til og fra byggeplasser og anleggsplasser kommer i tillegg. Tungtransport er transport av byggematerialer, fyllmasser og avfall fra ny bygg og riveprosjekter er. (Bygg21, 2018)

Mange tradisjonelle materialer blir erstattet av mer miljøvennlige materiale. Dette gjelder blant annet lavkarbonbetong og massivtre. Tre er 100 % fornybart og er lettere enn

¹ USA trakk seg fra avtalen og dette skal ta virkning november 2020

betong. Den har gode styrke og isolasjonsevne, mens lavkarbonbetong er dårligere på lyd- og brannisolering. (Nyrud og Glasø, 2018; Rinholm, 2018)

1.2 Formål

Tema i denne bacheloroppgaven er hensiktsmessig bruk av massivtre og lavkarbonbetong i et bygg. Problemstillingen er hvilken løsning er mer miljøvennlig: massivtre eller lavkarbonbetong, sett gjennom en casestudie med Biriomsorgssenter?

Problemstillingen har resulterende følgende forskningsspørsmål:

- Hva er miljøkonsekvensen av å benytte lavkarbonbetong istedenfor massivtre som er brukt i bygget?
- Hva er muligheten for å forbedre miljøytelsen av bygget gjennom materialvalg?

LCA av eksisterende Biriomsorgssenter og bygget når massivtre erstattes med lavkarbonbetong gjennomføres for å svare på forskningsspørsmålene. Hensikten er å beregne utslippene til bygget når den står i massivtre og når massivtreet erstattes med lavkarbonbetong.

1.3 Avgrensninger

Biriomsorgssenter er delt i 3 deler, del A, B og C. I denne bacheloroppgaven er hele biriomsorgssenteret tatt med, både del A, B og C. LCA skal ta kun fasene A1-A4 av byggets livsløp. Avgrensningen ble vedtatt med gruppelemmer og veilederen.

Det er ikke tatt med de ikke bærende elementer. Det er heller ikke tatt med dører, ventilasjon, elektrisk anlegg, trapper og innredninger. Der er også bestemt å se bort ifra gangbroer som er tilknyttet til bygningen. Disse elementene er ikke tatt med fordi de er ikke relevante for problemstillingen som er gitt i kapittel 1.2.

Massivtre og lavkarbonbetong har ulike egenskaper innenfor brann-, lyd- og varmeisolering. Bygget skal dimensjoneres slik at brann-, lyd- og varmekravene som står i TEK17 skal oppfylles selv om det brukes massivtre eller lavkarbonbetong.

2 Teori

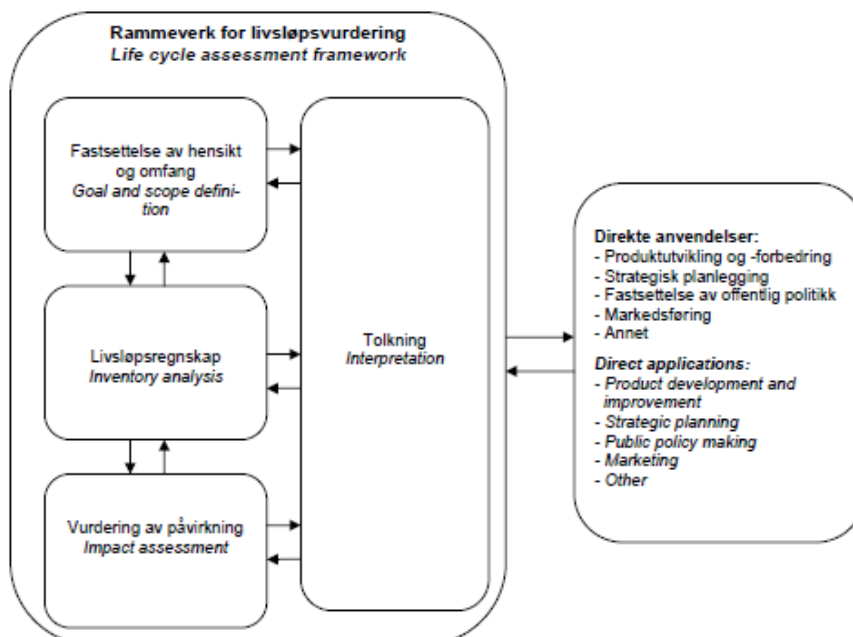
2.1 Livsløpsanalyse

LCA er en vitenskapelig metode som brukes for å analysere de miljøpåvirkningene av et produkt. Metoden er definert i (Standard Norge, 2006a) og (Standard Norge, 2006b). LCA analyserer et produkt gjennom hele sitt livssyklus, altså fra “vugge til grav”. Den tar hensyn til alle prosessene som inngår i livssyklusen og ser på de miljømessige ytelsene og innvirkningene fra disse prosessene. Transport mellom de ulike prosessene er også inkludert. LCA ser kun på den miljømessige siden av bærekraftighet i motsetning til PLA som ser på den økonomiske og den sosiale siden i tillegg til den miljømessige.

2.1.1 Fasene i LCA

Det finnes 4 faser i LCA. De er fastsettelse av hensikt og omfang, livsløpsregnskap, effektvurdering og tolkning. Det er ikke alltid nødvendig at alle fire faser gjennomføres i en LCA-studie.

Figur 1 Fasene i LCA. Hentet ifra figur 1 i (Standard Norge, 2006a)



2.1.2 Fastsettelse av hensikt og omfang

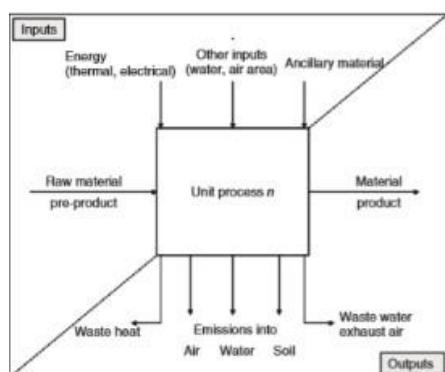
Fastsettelse av hensikt og omfang er det første steget i LCA. Hensikten skal inkludere hva skal LCA anvendes til, hvorfor gjennomføres den og hvem er målgruppen. Hensikten kan være blant annet å sammenligne to produkter, finne miljøpåvirkningene til et system og finne løsninger til å forbedre systemets miljøpåvirkning.

Omfanget av LCA identifiserer produktsystemet eller prosessen som skal studeres. Dette inkluderer alle funksjonene til systemet som: funksjonsenheten, produktsystemet som skal analyseres, systemgrense, allokeringsprosedyrer, valg av effektkategorier, grensekriterium, forutsetninger, begrensninger og datakrav.

Produktsystem

Produktsystemet består av alle enhetsprosesser, mellomprodukter og avfall som foregår i løpet av produktets livsløp.

Figur 2 Enhetsprosess. Hentet ifra (Klöppfer og Grahl, 2014)



Funksjonell enhet

For å klare å sammenlikne flere produkter så er det viktig at de har samme funksjon og derfor blir funksjonell enhet brukt. Funksjonell enhet angir ytelsen i et produkt. Funksjonell enhet brukes for å bedømme produktene rettferdig.

Referansestrøm

Referansestrøm angir alle outputene fra prosessene i et produktsystem, som trengs til å tilfredsstille funksjonen uttrykt ved funksjonsenheten.

Systems grenser

Systemgrensene angir enhetsprosessene som er inkludert i produktsystemet og de som er ekskludert. Prosessene kan ekskluderes fra LCA hvis de ikke har en stor påvirkning på utslippene (grensekriterium).

Allokasjon

Allokasjon er fordeling av output av energi og utslipp mellom co-produkter, biprodukter og råvarer.

Grensekriterium

Mengde materiale, energistrøm eller miljømessig påvirkning av en enhetsprosess eller et produktsystem kan ekskluderes fra LCA. (Standard Norge, 2006b) angir kriterier for eksklusjonen. Den skal kuttes hvis den bidrar med 1-5% av den totale tilførselen.

Datakrav

Data som brukes i LCA er avhengig av detaljnivået på studien, tilgjengelig data og kvaliteten på tilgjengelig data.

2.1.3 Livsløpsregnskap (LCI)

I livsløpsregnskap vil dataene om alle inkluderte enhetsprosesser i LCA bli samlet for å kvantifisere inputene og outputene i systemet. Første del i LCI er å samle inn alle relevante data. Data som samles inn, gjelder energi, råvarer, produkter, co-produkter og avfall, utslipp til luft, vann og jord og andre miljøaspekter. Det kan lages et flyteskjema med alle enhetsprosessene i systemet. Det neste steget er beregning av den totale mengde ressurser som brukes og forurensningsutslipp i forhold til den funksjonelle enheten. Det siste steget er å presentere resultatene over miljødata og outputdataene til systemet.

Databaser

Databaser inkluderer dokumenterte data om miljøpåvirkning av materialer eller prosesser levert fra institusjoner med tredjepartssertifisering basert på ISO-standarder for livssyklusvurdering.

2.1.4 Effektvurdering

Effektvurdering skal beregne de mulige miljømessige konsekvensene av energi- og materialforbruket og de ulike utslippene i løpet av produktets livsløp basert på funksjonsenheten.

2.1.5 Tolkning

Tolkningsfasen i LCA skal tolke og analysere resultatene fra LCI og LCIA i henhold til hensikten og omfanget av LCA-en. Den skal vurdere miljøpåvirkning til produktsystemet og det skal lages anbefalinger med hensyn på hensikten av LCA. Pålitelighet og gyldighet av resultatene skal analyseres.

Tolkingsfasen består av følgende trinn ifølge (Standard Norge, 2006b):

- Identifisering av spesielle forhold basert på resultatene fra LCI og LCIA.
- Fullstendighetskontroll: Sjekke at all relevant informasjon og data som trengs til tolkningsfasen er tilgjengelig og fullstendig.
- Sensitivitetskontroll: Vurdere påliteligheten av resultatene fra LCI, LCIA og konklusjonen.
- Samsvarskontroll: Sjekke at forutsetningene, metodene og dataene samsvarer med hensikten og omfanget av LCA.
- Konklusjon, begrensninger og anbefalinger trekkes til slutt.

2.1.6 Miljøpåvirkningskategorier

Global oppvarming (CO₂-utslipp)

Global oppvarming som følge av økt CO₂-utslipp fører til økt temperatur, mer ekstrem vær, smelting av is og andre alvorlige konsekvenser på miljøet. Gjennomsnittstemperaturen på jorden er høyere nå enn det det har vært før. Smelting av isbreer og varmere havtemperatur fører til at havet stiger. Den tar opp og lagrer rundt 20 % av CO₂-utslippene. Dette motvirker global oppvarming. Smelting av is fører til at den opplagrede CO₂ slippes ut og dette bidrar til global oppvarming. Det blir lavere pH-verdier dvs. havet forsures. Det blir vanskelig å bevare

naturmangfoldet i havet på grunn av pH-endring. Global oppvarming bidrar til endringer i nedbørsmønstre. (FN, 2019)

Global oppvarming er en miljøpåvirkningskategori som brukes i LCA. Den har måleenhet kg CO₂-ekvivalenter. CO₂-ekvivalenter er karbondioksid (CO₂), metan (CH₄), lystgass (N₂O), hydroflorkarboner (HFK) og perfluorkarboner (PFK) (LCA, u.å.; Store Norske Leksikon, 2020b). Global oppvarming opptrer når disse gassene hindrer at varme slippes gjennom atmosfæren. (FN, 2019; Store Norske Leksikon, 2020a)

Naturen har sitt eget karbonkretsløp der CO₂ blir slippet ut gjennom blant annet dyrets- og menneskets åndedretten og fanget opp av skog, hav eller tundra. Mennesker ødelegger dette kretsløpet gjennom utslipp fra fabrikker, industri, transport osv. Naturen klarer ikke å fange opp dette og dette fører til forsterket drivhuseffekt (FN, 2019). Ifølge (Byggindustrien, 2017) så slippes det ut årlig 420.00 tonn CO₂ fra norske byggeplasser. Utslippene på byggeplassen kommer fra anleggsmaskiner, transport, oppvarming og byggtørk (Byggindustrien, 2017).

Ozonedbrytning

Ozonedbrytning er en miljøpåvirkningskategori innen LCA og den har måleenhet kg CFC-11 ekvivalenter (LCA, u.å.). Ozon danner et lag 25-30 km over bakken og den absorberer ultrafiolett (bølgeområdet 200-320 nm) stråling fra solen. Denne strålingen er farlig for levende organismer, fordi den kan forandre DNA. Den kan føre til svekket immunforsvar, hudkreft og andre farlige sykdommer. KFK er klorfluorkarboner og den bidrar til nedbrytning av ozon. Klor, brom og bromfluorkarboner bidrar også til nedbrytning av ozon. (NDLA, 2018; Store Norske Leksikon, 2019)

Menneskelige giftstoffer

Mennesker kan påvirkes av byggematerialer. Dette blir omtalt i LCA under miljøpåvirkningskategorien, menneskelige giftstoffer. CTUh blir brukt som en måleenhet og den er et mål på toksiske enheter (CTU) per kg av utslippet. CTUh angir også forventet økning i sykdom i menneskelig populasjon per enhetsmengde kjemikaler som slippes ut. Menneskelige giftstoffer deles videre inni kreftfremkallende og ikke-kreftfremkallende. (Golsteijn, 2014)

Svevestøv

Svevestøv er en miljøpåvirkningskategori innen LCA og den har måleenhet kg PM_{2.5} ekvivalenter. Svevestøv deles etter størrelsen på partiklene og størrelsen angis i μm . PM_{0,1} (ultrafin fraksjon), PM_{2,5} (finfraksjonen, PM_{10-2,5} (grovfraksjonen) og PM₁₀ (grovfraksjon + finfraksjon) er de viktigste størrelsesgruppene.

Eksponering av svevestøv i utelufta kan føre til skader både på dyr og menneske.

Eksponeringen kan føre til forsterking av allergi, utvikling og forverring av luftveis- og hjerte- og karsykdommer og mange andre negative effekter på helse. (Losacco og Perillo, 2018) angir at svevestøv kan føre til hjerte- og lungeskade og viser at dyr som ble testet fikk en inflammatorisk respons i lungene. (FHI, u.å.) fastsetter kriterier for hvilke nivåer som er trygge for aller fleste mennesker i utelufta. PM_{2,5} skal ha døgnmiddel på 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og årsmiddel på 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mens PM₁₀ har døgnmiddel på 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og årsmiddel på 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Forsuring

Forsuring er en miljøpåvirkningskategori i LCA. Den har måleenhet molekyler H⁺ - ekvivalenter. Forsuring er en betegnelse på at pH reduseres iblant annet havet og jorda. Dette fører til konsekvenser på dyrelivet. Forsuring forårsakes av den økte mengden av karbondioksid (CO₂) i atmosfæren. Henryloven sier at mengde gass i en væske økes proporsjonalt med gassens trykk over væsken (Store Norske Leksikon, 2018b). Ifølge Henryloven er det gitt at CO₂ i atmosfæren vil føre til mer CO₂ i havet. CO₂ er en svak syre. Vannforsuring fører det til at dyre- og planteliv reduseres eller dør ut. (Miljøstatus, 2019; Store Norske Leksikon, 2015)

Utslipp av svoveldioksid, ammoniakk og nitrogenoksider fører til forsuring både i vann og jord. Sur nedbør som følge av utslipp av svoveldioksid og nitrogenoksider, fører til forsuring. Sur nedbør har større effekt på vann enn på jord. Sur nedbør løser opp næringsstoffer og giftige metaller. Dette fører til skade på planter og dyr. (EPA, u.å.-b; u.å.-a; ScienceDirect, 2005; LCA, u.å.)

Økotoksisitet i ferskvann

Økotoksisitet i ferskvann er en miljøpåvirkningskategori og måleenheten er CTUe. CTUe står for comparative toxic unit og dette betyr komparativ giftig enhet. Ferskvann er viktig for

menneskers liv og dyr som bor i den. Forurensning av ferskvann vil føre til fare både mennesker og dyrelivet i ferskvann i tillegg til at den kan påvirke økosystemet negativt. (Ecetoc, 2016b; 2016a)

2.2 Lyd-, brann- og varmekrav

2.2.1 Lyd

Lyd er lydbølger som spres gjennom lufta og kan oppfattes av det menneskelige øre. Lyd kan bre seg gjennom ulike medium. Luftlyd er lyd som brer seg gjennom luft, trinnlyd eller strukturlyd er lyd som brer seg gjennom konstruksjoner eller faste stoff. Både luftlyd, trinnlyd og strukturlyd måles i desibel (dB). Desibel er en vanlig måleenhet innen akustikk og den følger en logaritmisk skala.

Lyd transporteres gjennom ulike bygningsdeler, men god lydisolering bidrar til gode lydforhold i byggverk. Gode lydforhold omfatter å redusere luftlyd, trinnlyd, støy fra byggetekniske installasjoner og utendørs støy og ha god romakustikk. (TEK17, 2017) setter krav på at byggverk skal tilfredsstillende minst lydklasse C i (Standard Norge, 2012)². (TEK17, 2017, §13-6). (Standard Norge, 2012) angir verdier for luftlyd- og trinnlydisolasjon for ulike lydklasser og ulike typer bygg.

Reduksjonstall er et mål på hvor godt isolerer en skillekonstruksjon mot luftlyd. Den måles i desibel. Feltmålt reduksjonstall av en skillekonstruksjon bestemmes ved å plassere en lydkilde på den ene siden av skillekonstruksjonen (senderrommet) og måle lydtryknivået på den andre siden (mottakerrommet). Lydtrykk er trykket som skapes på grunn av lydbølger i lufta. Lydtryknivå måles i desibel. Størrelsen på skillekonstruksjonen og akustikken i mottakerrommet påvirker reduksjonstallet. Det legges til et tillegg for å korrigere dette. (Thue, 2016; Glava Isolasjon, u.å.-b)

$$R' = L_s - L_m + 10 * \log \frac{S}{A_m}$$

L_s -lydtryknivå i senderrommet

² TEK17 bruker NS 8175:2012 og ikke NS 8175:2019 selv om NS 8175:2012 er tilbaketrasket.

L_m -Lydtrykknivå i mottakerrommet

S-Skillekonstruksjonens areal

A_m -Ekvivalent absorpsjonsareal i mottakerrommet

Ekvivalent absorpsjonsareal av en flate er flatens areal ganget med absorpsjonsfaktor. Absorpsjonsfaktor er et mål på hvor godt absorberes lydeffekten til lydbølger av en flate. Høyere absorpsjonsfaktor betyr at flaten har høyere absorpsjonsevne. Den ekvivalente absorpsjonsareal til et rom er summen av absorpsjonsareal til alle flatene i rommet, lydabsorpsjon i lufta og lydabsorpsjon i andre elementer. (Thue, 2016)

$$A = \sum_i (\alpha_i * S_i) + A_{luft} + A_{annet}$$

α_i -Absorpsjonsfaktor til flate nr.i

S_i -Areal av flate nr.i

A_{luft} -Lydabsorpsjon i luft

A_{annet} -Lydabsorpsjon i andre elementer

Feltmålt reduksjonstall brukes til å beregne luftlydisolasjon (R'_w). Først så måles reduksjonstall ved de ulike frekvensene (100, 125, 500 osv). Frekvenser er antall bølgesvingninger per sekund og hertz (Hz) er måleenheten. De feltmålte reduksjonstall sammenlignes med en referansekurve. Summen av de ugunstig avvik skal komme nærmest mulig 32 dB. Ugunstig avvik er differansen mellom referansekurven og alle feltmålte reduksjonstall under referansekurven. Referansekurven kan forskyves 1 dB (eller fler) oppover eller nedover for at summen av ugunstig avvik kommer nærmest 32 dB.

Luftlydisolasjon (R'_w) er verdien av den forskjøvet referansekurven ved 500 Hz. (Thue, 2016; Glava Isolasjon, u.å.-b)

Trinnlydnivå er et mål på etasjeskillerens evne til å overføre lyd og den måles i desibel.

Normalisert trinnlydnivå er trinnlydnivå som måles ved bruk av et standard trinnlydapparat.

Dette trinnlydapparat «banker» på oversiden etasjeskilleren, mens et måleapparat på

undersiden måler lydtrykket. Det legges på et tillegg for å korrigere på at «mottakerrommet» absorberer noe av lyden.

$$L'_n = L_i + 10 * \log \frac{A}{A_0}$$

L_i -Lydtrykk i «mottakerrommet»

A-Mottakerrommets ekvivalent absorpsjonsareal

A_0 -Referanseabsorpsjonsareal-10 m²

Normalisert trinnlydnivå brukes til å bestemme trinnlydisolasjon ($L'_{n,w}$). Normalisert trinnlydnivå sammenlignes med en referansekurve. Summen av de ugunstige avvik skal komme så nærmest som mulig 32 dB. Ugunstig avvik er differansen mellom referansekurva og de verdiene av normalisert trinnlydnivå som ligger over referansekurva. Referansekurven kan forskyves 1 dB (eller fler) oppover eller nedover slik at summen av ugunstig avvik kommer nærmest mulig 32 dB. Trinnlydisolasjon ($L'_{n,w}$) er verdien av den forskjøvet referansekurven ved 500 Hz. (Thue, 2016; Glava Isolasjon, u.å.-b)

2.2.2 Brann

Brann er en trussel til byggverk, men risiko for at den oppstår og konsekvensen av den varierer avhengig av hvilken type bygg det er. (TEK17, 2017, kapittel 11) deler bygg i risikoklasser og brannklasser. Det er 6 risikoklasser og 4 brannklasser. (TEK17, 2017, §11-2) deler bygg i risikoklasse etter tabellen under.

Tabell 1 Risikoklasser. Hentet ifra §11-2 i (TEK17, 2017)

Risikoklasser	Byggverk kun beregnet for sporadisk personopphold	Personer i byggverk kjenner rømningsforhold, herunder rømningsveier, og kan bringe seg selv i sikkerhet	Byggverk beregnet for overnatting	Forutsatt bruk av byggverk medfører liten brannfare
1	Ja	Ja	Nei	Ja
2	Ja/ Nei	Ja	Nei	Nei
3	Nei	Ja	Nei	Ja
4	Nei	Ja	Ja	Ja
5	Nei	Nei	Nei	Ja
6	Nei	Nei	Ja	Ja

Bygg deles i brannklasse avhengig av konsekvensen som et brann vil ha på bygget. Større konsekvens gir høyere brannklasse. (TEK17, 2017, §11-3 tabell 1) deler bygg etter risikoklasse og antall etasjer.

Tabell 2 Brannklasse. Hentet ifra §11-3 i (TEK17, 2017)

Risikoklasse	Antall etasjer			
	1	2	3 og 4	5 eller flere
1	-	BKL 1	BKL 2	BKL 2
2	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
3	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
4	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
5	BKL 1	BKL 2	BKL 3	BKL 3
6	BKL 1	BKL 2	BKL 2	BKL 3

Brannteknisk prosjektering går ut på å bestemme løsninger til byggverk for å hindre eller redusere risiko og konsekvensen av brann. (TEK17, 2017) setter krav på dokumentasjon av brannsikkerhet i et bygg og brannteknisk prosjektering. Brannteknisk prosjektering skjer på to metoder; forenklet eller analytisk brannteknisk prosjektering.

Forenklet brannteknisk prosjektering går ut på at de ulike løsninger i bygget velges ut ifra de preaksepterte ytelsene i (TEK17, 2017, kapittel 11). De preaksepterte ytelsene angir brannmotstand, brennbarhet og andre brannpåvirkningsklasser. Disse ytelsene er avhengig av risiko- og brannklasse i bygget. Forenklet brannteknisk prosjektering gjelder ikke for bygg i brannklasse 4 og bygg med mer enn 16 etasjer.

Analytisk brannteknisk prosjektering går ut på at brannsikkerhet av de ulike løsningene i byggverket må dokumenteres hvis det gjøres avvik fra de preaksepterte løsningene. Bygg i brannklasse 4 og bygg med mer enn 16 etasjer må bruke dette metode ved brannteknisk prosjektering.

Brannmotstand av de ulike bygningsdeler angir hvor lang tid i minutter klarer bygningsdelen å opprettholde de ulike funksjonene. De ulike funksjonene er bæreevne, integritet, isolasjonsevne og mekanisk motstand. Brannmotstand angis med bokstaver som symboliserer de ulike funksjonene i bygningsdelen og tall som angir antall minutter som disse funksjonene opprettholdes. (SINTEF Byggforsk, 2017)

(SINTEF Byggforsk, 2017) definerer de ulike branntekniske funksjonene i en bygningsdel. Bæreevne (R) er bygningsdelers evne til å bære mekaniske laster ved brann. Integritet (E) er bygningsdelers evne til å hindre brannoverføring som følge av gjennomgang av flammer eller varmegasser. Isolasjonsevne (I) er bygningsdelers evne til å hindre brannoverføring som følge av varmeoverføring. Mekanisk motstand er bygningsdelers motstand til støt fra andre bygningsdeler som følge av konstruksjonssvikt ved brann.

(SINTEF Byggforsk, 2017) definerer også brennbarhetsklasser, røykutviklingsklasser og klasser for brennende dråper. A1 er ubrennbart materiale. A2, B, C og D er klasser for ulike grader av brennbarhet der A2 er minst brennbart. E og F er lavest klasse for brennbarhet. F angis uten tilleggsklasse for røykutvikling og brennende dråper. s1, s2 og s3 er tilleggsklasser for røykutvikling der s1 angir mest røykutvikling og s3 angir ingen røykutvikling. d0, d1 og d2 er tilleggsklasser for brennende dråper der d0 angir ingen brennende dråper.

Tabell 3 Brannmotstand for de ulike bygningsdelene. Hentet ifra tabell 1 i §11-4 i (TEK17, 2017)

Bygningsdel	Brannklasse		
	1	2	3
Bærende hovedsystem	R 30 (B 30)	R 60 (B 60)	R 90 A2-s1, d0 (A 90)
Sekundære, bærende bygningsdeer, etasjekillere og takkonstruksjoner som ikke er del av hovedbæresystem eller stabilliserende	R 30 (B 30)	R 60 (B 60)	R 60 A2-s1, d0 (A 60)
Bærende bygningsdeler under øverst kjeller	R 60 A2-s1, d0 (A 60)	R 90 A2-s1, d0 (A 90)	R 120 A2-s1, d0 (A 120)

(TEK17, 2017, kapittel 11) deler et bygg i brannceller og brannseksjoner. Brannceller er rom som har ulik brannenergi eller ulik sannsynlighet for brann. Brannenergi er summen av varmemengde som frigis under brann (SINTEF Byggforsk, 2013b). branncellebegrensende vegger og etasjekillere har sine egne preaksepterte løsninger.

Tabell 4 Brannmotstand til branncellebegrensende bygningsdeler. Hentet ifra tabell 1 i §11-8 i (TEK17, 2017)

Bygningsdel	Brannklasse		
	1	2	3
Branncellebegrensende bygningsdel-generelt	EI 30 (B 30)	EI 60 (B 60)	EI 60 A2-s1, d0 (A 60)
Bygningsdel som omslutter trapperom, heissjakt og installasjonssjakter over flere plan	EI 30 (B 30)	EI 60 (B 60)	EI 60 A2-s1, d0 (A 60)
Heismaskinrom	EI 60 (B 60)	EI 60 (B 60)	EI 60 A2-s1, d0 (A 60)

Brannseksjoner er en del av bygget som er delt med seksjoneringsvegger (SINTEF Byggforsk, 2013a). (TEK17, 2017, §11-7 tabell 2) viser brannmotstand til seksjoneringsvegg avhengig av spesifikk brannenergi og brannklasse.

Tabell 5 Brannmotstand til seksjoneringsvegg. Hentet ifra tabell 2 i §11-7 i (TEK17, 2017)

Byggverkets brannklasse	Seksjoneringsveggenes brannmotstand avhengig av spesifikk brannenergi MJ/m ²		
	Under 400	400-600	600-800
Brannklasse 1	REI 90-M A2-s1, d0 (A 90)	REI 120-M A2-s1, d0 (A 120)	REI 180-M A2-s1, d0 (A 180)
Brannklasse 2 og 3	REI 120-M A2-s1, d0 (A 120)	REI 180-M A2-s1, d0 (A 180)	REI 240-M A2-s1, d0 (A 240)

2.2.3 Varme

Varme transporteres gjennom materialer eller bygningsdeler. Varmetransport skjer enten ved ledning, stråling eller konveksjon. Varmegjennomgangskoeffisient også kalt U-verdi, er et mål på hvor lett slippes varme gjennom en bygningsdel. Måleenhet til U-verdi er W/m²K. Høyere U-verdi betyr at varme slippes enklere gjennom. U-verdi er inverse av total varmemotstand (R_{tot}). Et korreksjonstillegg (ΔU) tas med eventuelt på grunn av luftspalter, festemidler og nedbør på omvendt tak. Tillegget tas med kun når den er mer enn 3% av U-verdien. (SINTEF Byggforsk, 2018; Thue, 2016)

$$U = \frac{1}{R} + \Delta U$$

Varmemotstand for en bygningsdel er en bygningsdels motstand til å slippe gjennom varme. Måleenhet til varmemotstand er m²K/W. Høyere varmemotstand betyr at bygningsdelen har bedre varmeisolerende egenskaper. Total varmemotstand er summen av varmemotstandene til hvert eneste materialsjikt i bygningsdelen og varmeovergangsmotstand på utvendig og innvendig side (R_{se} og R_{si}). Varmemotstanden til hver materialsjikt er tykkelsen av sjiktet delt på varmekonduktivitet til materiale. Varmekonduktivitet er materialets evne til å lede varme. Måleenhet til varmekonduktivitet er W/mK. (SINTEF Byggforsk, 2018; Thue, 2016),

$$R_{tot} = R_{se} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{si}$$

$$R_n = \frac{d_n}{\lambda_n}$$

Varmeovergangsmotstand bestemmes ut ifra tabellen under: (SINTEF Byggforsk, 2018)

Tabell 6 Varmeovergangsmotstander. Hentet ifra tabell 42 i (SINTEF Byggforsk, 2018)

Overflate	Varmeovergangsmotstand (m ² K/W)		
	Varmestrømsretning		
	Oppover	Horisontalt	Nedover
Innvendig (R _{si})	0,1	0,13	0,17
Utvendig (R _{se})	0,04	0,04	0,04
Utvendig, inkludert ventilert kledning	0,1	0,13	0,17

Varmetransportskoeffisient (H) er summen varmetap gjennom transmisjon (H_D+H_U), infiltrasjon (H_{inf}) og ventilasjon (H_v). Transmisjonsvarmetap er varmetap gjennom bygningsdeler. Transmisjonsvarmetap er summen av U-verdi til de ulike bygningsdelene ganget med arealet til bygningsdelen og kuldebroverdi ganget med bruksareal. Infiltrasjonsvarmetap er varmetap på grunn av luftveksling i bygget som skjer utenom ventilasjonsanlegget. Måleenhet til varmetransportkoeffisient og varmetap er W/K. (SINTEF Byggforsk, 2016; Thue, 2016)

$$H = H_D + H_U + H_g + H_{inf} + H_V$$

H_D-Transmisjonsvarmetap gjennom konstruksjonen til det frie

H_U-Transmisjonsvarmetap til uoppvarmede soner

H_g-Varmetap til grunnen

H_{inf}-Infiltrasjonsvarmetap

H_V-Ventilasjonsvarmetap

$$H_D = \sum(U_n * A_n) + \psi * A_{fi}$$

ψ-normaliser kuldebroverdi

A_{fi} -Oppvarmet areal

$$H_{inf} = 0,33 * n_{inf} * V$$

n_{inf} -antall luftvekslinger på grunn av infiltrasjon per time

V-oppvarmet luftvolum

$$H_V = 0,33 * (1 - \eta) * \dot{V}$$

$\dot{V} = n * V$ -Gjennomsnittlig ventilasjonsluftsmengde og den er antall luftskifter per time ganger oppvarmet luftvolum

η -Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad til varmegjenvinner i ventilasjonsanlegget. Skrives som desimaltall.

Varmetapstall er varmetransportkoeffisient delt på oppvarmet bruksareal. Måleenhet til varmetapstall er W/m^2K .

$$H'' = \frac{H}{A_{fl}}$$

Tek17 stiller krav til U-verdi på de ulike bygningsdelene i kapittel 14. Men disse kravene kan fravike hvis den totale varmetapstallet til et bygg ikke blir høyere enn varmetapstallet til bygget når alle kravene til energiltak er oppfylt. (SINTEF Byggforsk, 2016), (TEK17, 2017),(Thue, 2016)

Tabell 7 U-verdi til ulike bygningsdeler. Hentet ifra kapittel 14 i (TEK17, 2017)

Bygningsdel	U-verdi	
	Boligbygning	Alle bygninger med unntak av boligbygg
Yttervegg	0,18	0,22
Tak	0,13	0,18
Gulv	0,1	0,18

2.3 Massivtre

Massivtreelementer ble i trebruer siden midten av 1970-tallet, men den ble brukt til bygningsformål senere. I Østerrike, Sveits og det sørlige Tyskland er det utbredt med bruk av treelementer i bygninger. Det brukes vanligvis i etasjeskillere, vegger og tak. Sverige var det første nordisk land til å bruke massivtreelementer. Massivtreelementer ble først brukt i Norge i 1998, i en villa i Asker og da ble det brukt massiv trebjelkelag. Massivtre brukes fordi den er miljøvennlig spesielt i forhold til energibruk, CO₂-utslipp, ressursbruk og innemiljø. Den er også god estetikk for ulike typer bygg. Det er flere fordeler i å velge massivtreelementer blant annet kort byggetid, god totaløkonomi, det er enkelt å kombinere med andre materialer og den kan produseres i flere varianter, former og i alle fasonger. (Aarstad *et al.*, 2008; Byggforsk, 2001)

Overflaten på massivtre kan få overflatebehandling eller ikke avhengig av ønsket egenskaper. Ulike type trær kan brukes til å lage massivtreelementer, blant annet gran, furu, osp, bjørk og eik. Massivtreelementer kan gjenbrukes, gjenvinne eller brukes til energiutnyttelse ved avhending. Ved bruk av massivtre må det tas hensyn til lyd- og brannegenskapene til konstruksjonen i tillegg til fukt også ettersom fukt kan gi dimensjonsendringer i trevirke. (Aarstad *et al.*, 2008; Byggforsk, 2001)

Massivtre lages ved å sette sammen av lameller eller planker (Edwardsen og Ramstad, 2014). Lamellene og plankene settes sammen av lim, spiker, tredybler, skruer og stålstag. Massivtre klarer å ta store laster, samtidig så har den lav vekt og dette er bra med hensyn på andre bærende bygningsdeler og fundamenter. Elementene kan brukes som stabiliserende eller avstivende skive. Tykkelsen og antall sjikt elementet skal ha er avhengig av elementets bruksområde og funksjon. Massivtreelementene kan suppleres med isolasjon, kledning, himlingspalter eller påstøp for å få spesielle egenskaper. (Aarstad *et al.*, 2008; Byggforsk, 2001)

Massivtreelementer deles i krysslagte elementer (fjersjiktselementer), kantstilte elementer (bordstabelementer) og hulromselementer.

Krysslagte elementer er mest brukt. Krysslagte elementer består av lameller som er lagt i forskjellige sjikt. Disse sjiktene er som regel lagt 90 eller 45 grader i forhold til hverandre.

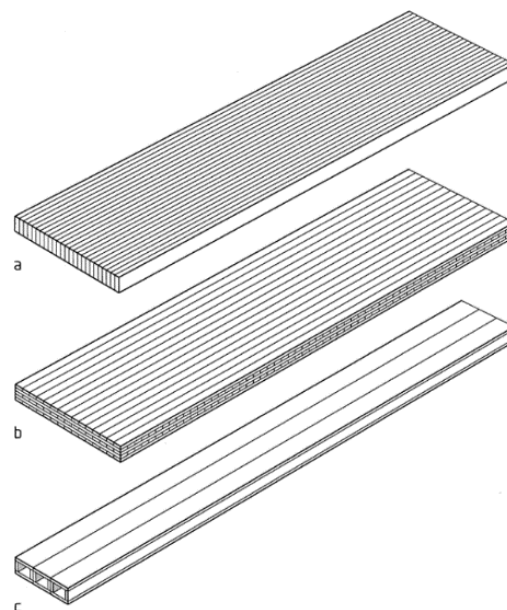
Tykkelsen på lamellene kan være 10-50 mm.

Elementene kan leveres i mange bredder og bredde nå opp mot 12-13 m. (Aarstad *et al.*, 2008; Edvardsen og Ramstad, 2014)

Konstruksjonsvirke av gran er ofte brukt i lamellene. Trevirke i den midterste laget av

elementene har lavere fasthet enn de ytterste lagene. Massivtreelementene leveres vanligvis i tykkelse fra ca. 50 mm til ca. 250 mm, men det kan leveres større i spesielle behov.

(Edvardsen og Ramstad, 2014)



Figur 3 a) kantstilte elementer. b) krysslagte elementer. c) Hulromselementer. Hentet ifra (Aarstad *et al.*, 2008)

2.3.1 Lyd

Massivtreelementer har bedre lydisolerende egenskaper enn tradisjonelle trebjelkelag og stendervegger. Dette er fordi lyden blir overført direkte gjennom skillekonstruksjonen.

Lydisolasjonsevnen øker ved å øke tyngden til skillekonstruksjonen. Både for luftlydisolasjon og trinnlydnivå gjelder dette. (Aarstad *et al.*, 2008)

Luftlydisolasjon

Ved bruk av massivtreelementer i etasjeskille med eksponert over- og undersiden vil det oppnås $R_w=37-43$ dB, avhengig av hvilke type element og tykkelsen på elementet (Aarstad *et al.*, 2008).

Trinnlydnivå

Ved bruk av massivtreelementer som etasjeskille med eksponert over- og underside vil det oppnås $L_{n,w} = 77-85$ dB, avhengig av hvilke type element og tykkelse på elementet (Aarstad *et al.*, 2008).

2.3.2 Brann

Massivtreelementer har gode egenskaper ved brannpåkjenning, fordi den er tett oppbygd. Massivtreelement vil gradvis forkulle på brannpåkjent side og innover i elementet. Dette lager et beskyttende lag som vil hindre videre forbrenning av massivtre. Uforkullet del av elementet får dermed en meget liten temperaturøkning og tilnærmet uendret fasthet- og stivhetsegenskaper. Massivtreelementer kan dimensjoneres slik at den kan bevare bæreevne (R), integritet (E) og isolasjon (I) etter den høyeste brannklasse. (Aarstad *et al.*, 2008)

2.3.3 Tre og miljø

Massivtre lages av tre og lim. Tre er et naturmateriale og den sees på som et fornybart materiale. Den har ingen negativ virkning på miljøet og sees på som den mest miljøvennlige byggemateriale i Norge. Bruk av massivtreelementer vil bidra til reduksjonen av CO₂-mengde i atmosfæren ved at den tar opp CO₂. Tre slipper ut CO₂ ved forbrenning eller energigjenvinning etter endt levetid, men dette kan hindres ved gjenbruk og materialgjenvinning. (Moelven, 2018; Aarstad *et al.*, 2008)

2.4 Lavkarbonbetong

2.4.1 Generelt

Lavkarbonbetong er betong der det er gjennomført tiltak for å redusere klimagassutslippet. Klimagassutslippet er utslipp av CO₂ og andre gasser som bidrar til global oppvarming. CO₂-ekvivalenter brukes som et mål for klimagassutslipp. Lavkarbonbetong deles i tre klasser avhengig av bestandighetsklasse, fasthetsklasse og grenseverdier for klimautslipp. (Norbetong, 2017)

De tre lavkarbonklassene er lavkarbon A, lavkarbon B og lavkarbon C. Lavkarbon A er den strengeste klassen, mens lavkarbon C er den minst streng. Lavkarbon A krever bruk av spesielle tiltak, mens lavkarbon C kan oppnås ved enkle resepttekniske tiltak. Grenseverdier for kg CO₂-ekvivalenter pr m³ betong er oppgitt i Tabell 8 og den inkluderer utslipp fra råvareuttak til betongprodusentens fabrikkport. Tabellen viser også bransjereferanse. Bransjereferanse er en referanseverdi for klimagassutslipp fra vanlig brukt betong i Norge for de ulike bestandighets- og fasthetsklassene.

Tabell 8 Maksimal tillatt klimagassutslipp avhengig av betongens lavkarbonklasse og fasthet. Hentet ifra (Norbetong, 2017)

	B20 M90	B25 M90	B30 M60	B35 M45/MF45	B35 M40/MF40	B45 M40/MF40	B55 M40/MF40
	Maksimalt tillatt klimagassutslipp (kg CO ₂ -ekv/m ³ betong)						
Lavkarbon A	170	180	200	210	230	240	250
Lavkarbon B	200	220	240	270	300	310	320
Lavkarbon C	240	260	280	320	350	360	370
Bransjereferanse	280	300	320	370	410	420	430

2.4.2 Produksjon av lavkarbonbetong

Lavkarbonbetong blir tilsatt flere stoffer for å redusere CO₂-utslippet. Flygeaske er et restprodukt ifra kullfyrte kraftverk som blir tilsatt i lavkarbonbetong. Den er et restprodukt som blir tilsatt til sement for å redusere CO₂-utslipp. Utslipp fra restprodukter tas ikke med. Produksjon av flygeaske reduseres stadig ettersom flere og flere kullfyrte kraftverk stenges. (Zachariassen, u.å.)

2.4.3 Lyd

luftlydisolasjon

Skillevegger og etasjeskillere som er laget av jevn betong kan gi svært god lydisolering helt ned til 50 Hz, selv uten tilleggsmaterialer. Det kreves et feltmålt, veid lydreduksjonstall $R_w \geq 55$ dB, mellom boenheter. Det er vanlig å bruke vegger med tykkelse på 200-220 mm for å tilfredsstille anbefalingene og kravene innen lydisolering. (Bryne og Bjerke, 2018)

Trinnlydnivå

(Rockwool, u.å.) angir feltmålt, veid trinnlydnivå til en betongdekke med ulike tykkelser og uten eller med tilleggsmaterialer. Det kan settes på en trinnlydplate eller/og lydbøylehimling for å redusere lydoverføring.

2.4.4 Brann

(Glava Isolasjon, u.å.-a) angir brannmotstand til betong. Brannmotstander til betong er gitt som REI og motstandstiden i minutter. Motstandstiden vil variere avhengig av dekketykkelsen og armeringsdybden.

Betong er ubrennbar, og den beholder sin bæreevne lenge under brann. Den hindrer brannet ifra å spre seg videre i tillegg til at den absorberer varmen fra brannet. Betongen kan også rehabiliteres etter brann uten at bæreevnen reduseres. (Bygg uten grenser, u.å.)

2.5 Konstruksjonsteknikk

2.5.1 Laster

Nyttelaster (p)

Bygg blir påvirket av mange typer laster som egenlast, nyttelaster, snølast og vindlast. (Standard Norge, 2002) angir allmenne regler for dimensjonering av bygninger. Den angir regler for egenlast og nyttelaster. Nyttelaster bestemmes ut ifra hva bygget brukes til. Bygg deles i brukskategorier. Brukskategori A er for rom i boligbygg og hus, B er for kontorer, C for arealer der personer kan samles og D er forretningsarealer. Brukskategori deles i fem deler, C1-5. C1 gjelder for arealer med bord som skoler eller kafeer. C2 gjelder for arealer med faste seter som kirker eller kinosaler. C3 gjelder for arealer uten hindringer for personer i bevegelse som museer eller ankomstområder i offentlig bygg. C4 gjelder for arealer for fysiske aktiviteter som gymsaler eller dansesaler. C5 gjelder for arealer som kan lett overfylles som konserthaller og idrettshaller. Brukskategori deles i to deler, D1 og D2. D1 gjelder for arealer for vanlig detaljhandel, mens D2 gjelder for varehus.

Nyttelaster kan angis både som punkt- eller flatelast. Flatelast (q_k) gjelder for generell belastning på konstruksjon, mens punktlast (Q_k) gjelder for lokal belastning. Punktlasten kan plasseres hvor som helst på et areal på $50 \times 50 \text{ mm}^2$ (Standard Norge, 2002).

Tabell 9 Nyttelaster avhengig av brukskategori. Hentet ifra tabell 6.2 i (Standard Norge, 2002)

Brukskategori	q_k (KN/m ²)	Q_k (KN)
A (Gulv)	1.5-2	2-3
B	2-3	1,5-4,5
C1	2-3	3-4
C2	3-4	2,5-7

C3	3-5	4-7
C4	4-5	3,5-7
C5	5-7,5	3,5-4,5
D1	4-5	3,5-7
D2	4-5	3,5-7

Jevnt fordelt nyttelast (q_k) kan reduseres ved bruk av arealreduksjonsfaktor α_A .

Arealreduksjonsfaktor brukes i forbindelse med bæreelementer i etasjeskillere som bjelker og plater, men den skal ikke brukes med lastligning 6.10b. Areal reduksjonstallet skal være større eller lik 0,6 og ψ_0 . Hvis den er mindre så settes den lik største verdi av enten 0,6 eller ψ_0 .

Formel 6.1 i (Standard Norge, 2002) angir formelen for arealreduksjonstall:

$$\alpha_A = \frac{5}{7} * \psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1$$

ψ_0 -faktor som finnes i tabell A1.1 i (Standard Norge, 2008c). Den er 0,7 for brukskategori A-D.

$A_0=10 \text{ m}^2$ -verdien er hentet ifra (Standard Norge, 2002)

Etasjereduksjonstall brukes også for å redusere nyttelast. Den brukes sammen med lastligning 6.10b. Den skal brukes på søyler og vegger, men kun hvis det er mer enn 2 etasjer med samme kategori. Formel 6.2 i (Standard Norge, 2008a) angir formelen for etasjereduksjonstall:

$$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2) * \psi_0}{n}$$

Snølast (s)

(Standard Norge, 2008b) angir regler for beregning av snølast på bygg. For å beregne snølast så må karakteristisk snølast (s_k) beregnes først. Formel i pkt. NA.4.1 i (Standard Norge, 2008b) for karakteristisk snølast er:

$$s_k = s_{k0} + n * \Delta s_k.$$

s_{k0} -grunnverdi for kommunen der bygget ligger basert på tabell NA.4.1(901) i (Standard Norge, 2008b)

Δs_k -et høydetillegg basert på tabell NA.4.1(901) i (Standard Norge, 2008b)

$n = \frac{H-H_g}{100}$ —korrigerer høydetillegget og avrundes oppover til nærmeste heltall.

H-byggets høyde over havet, i moh.

H_g-høydegrense for kommunen basert på tabell NA.4.1(901) i (Standard Norge, 2008b)

Formel 5.2 i (Standard Norge, 2008b) angir formelen for snølast på tak (s):

$$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k$$

μ_i -formfaktor for tak, avhengig av takvinkel, basert på tabell 5.2 i (Standard Norge, 2008b)

C_e -eksponeringskoeffisient avhengig av hvor vindutsatt er bygget. Settes til 1, basert på pkt. 5.2(7) i (Standard Norge, 2008b).

C_t -termisk koeffisient kan settes til 1, basert på pkt. 5.2(8) i (Standard Norge, 2008b)

s_k -karakteristisk snølast

Vindlaster (v)

(Standard Norge, 2009) angir regler for beregning av vindlaster. Vindlast er avhengig av vindkasthastighetstrykk. Vindkasthastighetstrykk beregnes etter formel NA.4.8 i (Standard Norge, 2009).

$$q_p = 0,5 * \rho * v_m^2(z) * (1 + 2 * k_p * I_v)$$

I_v -Turbulensintensitet og bestemmes ut ifra formel 4.7 i (Standard Norge, 2009)

ρ -Luftas densitet, settes til 1,25 kg/m³ ifølge NA.4.5 i (Standard Norge, 2009)

k_p -Toppfaktor som settes lik 3,5 ifølge NA.4.5 i (Standard Norge, 2009)

$v_m(z)$ -stedsvindhastighet gitt etter formel 4.3 i (Standard Norge, 2009)

$$I_v = \begin{cases} \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_l}{c_0(z) \ln(z/z_0)} & \text{for } z_{min} \leq z \leq z_{max} = 200 \text{ m;} \\ I_v(z_{min}) & \text{for } z < z_{min} \end{cases}$$

k_l -turbulensfaktor, settes lik 1

c_0 -terrengformfaktor, settes ofte lik 1 ifølge pkt.4.3.1 i (Standard Norge, 2009)

z -høyde over terreng

z_0 -ruhetslengden, angitt i tabell 4.1 i (Standard Norge, 2009)

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b$$

c_r -ruhetsfaktor angitt i pkt. 4.3.2 i (Standard Norge, 2009)

v_b -basisvindhastighet

$$c_r = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

k_r -terrengruhetsfaktor avhengig av terrengruhetskategori, angitt i tabell NA.4.1 i (Standard Norge, 2009)

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * c_{alt} * c_{prob} * v_{b,0}$$

c_{dir} -vindretningsfaktor, settes lik 1, bestemmes fra tabell NA.4(901.4) i (Standard Norge, 2009)

c_{season} -årstidsfaktor, settes lik 1, bestemmes fra tabell NA.4(901.5) i (Standard Norge, 2009)

c_{alt} -nivåfaktor, settes lik 1, bestemmes fra tabell NA.4(901.2 og 3) i (Standard Norge, 2009)

c_{prob} -returperiode, settes lik 1 hvis returperiode settes lik 50 år, ellers bestemmes c_{prob} fra formel 4.2 i (Standard Norge, 2009)

$v_{b,0}$ -referansevindhastighet avhengig av kommune, angitt i tabell NA4(901.1)

Vindkasthastighet kan forenkles hvis c_{alt} , c_{prob} , c_0 , k_1 settes lik 1. Den forenkles til

$$q_p(z) = k_w * v_{b,0}^2$$

k_w -vindlastfaktor, $k_w=0,625*c_e(z)$ der $c_e(z)$ avhengig av terrengruhetskategori, bestemmes fra figur 4.2 i (Standard Norge, 2009)

Utvendig vindtrykk angis etter formel 5.1 i (Standard Norge, 2009):

$$W_e = c_{pe} * q_p(z)$$

c_{pe} -utvendig formfaktor for vegger angis etter figur 7.5 og tabell 7.1 i (Standard Norge, 2009).

Innvendig vindtrykk angis etter formel 5.1 i (Standard Norge, 2009):

$$W_i = c_{pi} * q_p(z)$$

c_{pi} -innvendig formfaktor, settes lik +0,2 for overtrykk og -0,3 for undertrykk angis etter merknad 2 i pkt.7.2.9 i (Standard Norge, 2009)

Total vindtrykk er summen av innvendig og utvendig vindtrykk. Vindtrykket skal bestemmes slik at den er størst mulig fordi dette er kritisk for veggen.

2.5.2 Lastkombinering

(Standard Norge, 2008c) angir regler for lastkombinering. Ved lastkombinering så er det to tilstander som er dimensjonerende, bruddgrensetilstand og bruksgrensetilstand.

Bruddgrensetilstand brukes når konstruksjonens kapasitet skal bestemmes, mens bruksgrensetilstand skal brukes når forskyvninger/nedbøyninger skal beregnes.

Formel 6.10a og b i (Standard Norge, 2008c) angir formler for lastkombinasjoner i bruddgrensetilstand. 6.10a brukes når egenlast er tre ganger større enn nyttelast. Tabell NA. A1.2(B) viser formelen for 6.10a og b. Ugunstig last velges alltid og forutsatt ingen forspennte konstruksjoner (P):

$$\text{Formel 6.10a: } q_d = 1,35 * g + 1,5 * \psi_{0,1} * Q_{k,1} + 1,5 * \psi_{0,i} * Q_{k,i}$$

$$\text{Formel 6.10b: } q_d = 1,2 * g + 1,5 * Q_{k,1} + 1,5 * \psi_{0,i} * Q_{k,i}$$

$\psi_{0,i}$ -faktor, bestemmes ut ifra Tabell A1.1 i (Standard Norge, 2008c)

$Q_{k,i}$ -variable last nr.i som nyttelast, snølast og vindlast

Formel 6.14b, 6.15b og 6.16b i (Standard Norge, 2008c) angir formler for lastkombinasjoner i bruksgrensetilstand. 6.14b brukes for å vurdere om nedbøyning gir skader, 6.15b brukes der

bruk eller utstyr setter krav og 6.10b brukes for konstruksjoner med alminnelige brukskrav.
Forutsatt ingen forspennte konstruksjoner:

$$\text{Formel 6.14b: } q_d = g + Q_{k,1} + \psi_{0,i} * Q_{k,i}$$

$$\text{Formel 6.15b: } q_d = g + \psi_{1,1} * Q_{k,1} + \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

$$\text{Formel 6.15b: } q_d = g + \psi_{2,1} * Q_{k,1} + \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

$\psi_{1,1}$ -faktor, bestemmes fra tabell NA.A1.1 angitt i (Standard Norge, 2008c)

$\psi_{2,i}$ -faktor, bestemmes fra tabell NA.A1.1 angitt i (Standard Norge, 2008c)

2.5.3 Betong dimensjonering

Armeringsdimensjonering:

Kapasitetskontroll er å vise at konstruksjonen klarer å ta belastningen som den blir påvirket av. Kapasitetskontroll bruker bruddgrensetilstand. Armeringsberegning baserer seg på (Standard Norge, 2018). (Fallsen, 2018) angir metode for beregning av armering basert på (Standard Norge, 2018)

Momentdimensjonering: armeringsareal på dekker bestemmes ut ifra formel i 2-2 i (Fallsen, 2018). Armering bestemmes ut ifra armeringstabell i (Fallsen, 2018)

$$A_s = \frac{M_{ed}}{f_{yd} * (1 - 0,61m) * d}$$

M_{ed} -dimensjonerende moment

f_{yd} -dimensjonerende stålspenning, er karakteristisk stålspenning (f_{yk}) som er lik 500 N/mm² delt på materialfaktor (γ_s) som er lik 1,15

d-parameter

$$M_{ed} = \frac{1}{8} q_d * l^2$$

l-lengden på konstruksjonen

$$m = \frac{M_{ed}}{f_{cd} * b * d^2}$$

b-konstruksjonens spenn eller bredde, settes til 1 m.

f_{cd} -dimensjonerende momentkapasitet, bestemmes ut ifra tabell med betongfastheter i (Fallsen, 2018)

$$d = h - (c_{nom} + 1,15 * \frac{\emptyset}{2})$$

h-dekkens høyde

\emptyset -diameter på armering. Dette velges tilfeldig i starten, kan settes lik $\emptyset 12,16$ eller 20 ettersom dette er mest vanlig

c_{nom} -nominell overdekning, bestemmes ut ifra formel i 1-9 i (Fallsen, 2018)

Nominell overdekning:

$$c_{nom} = c_{min} + 10 \text{ (mm)}$$

c_{min} -minst krevd overdekning, bestemmes ut ifra tabell NA.4.4N i (Standard Norge, 2018).

Skjærdimensjonering: Det er ikke alltid behov for skjærarmering. Dette bestemmes ved å beregne skjærkapasitet uten skjærarmering. Hvis skjærkapasitet er større enn maksimal skjærkraft så er det ikke behov for skjærarmering. (Fallsen, 2018) angir formelen for skjærkapasitet:

$$V_{Rd,c} = 0,1 * \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \right) * \left(100 * \frac{A_{sl}}{b_w * d} * f_{ck} \right)^{\frac{1}{3}} * b_w * d$$

A_{sl} -armeringsareal av hovedarmering (armering beregnet under momentdimensjonering)

f_{ck} -karakteristisk betongfasthet finnes i tabell med betongfastheter i (Fallsen, 2018) og tabell 3.1 i (Standard Norge, 2018)

b_w -konstruksjonens spenn eller bredde, settes lik 1 m

Hvis skjærkapasitet er mye mindre enn dimensjonerende skjærkraft så må det dimensjoneres for skjærarmering. (Storm, 2019) angir metode for beregning av skjærarmering:

1. Beregn $V_{Ed,red} = V_{Ed,max} - q_d * d$
2. Kontroller fare for trykkbrudd: $0,1862 * b_w * d * f_{cd} \geq V_{Ed,max}$. Hvis dette ikke holder så må det beregnes $v = \frac{V_{Ed,max}}{0,54 * f_{cd} * b_w * d}$ og beregn $\cot \theta$.

Figur 4 v og cot θ . Hentet ifra (Storm, 2019)

Relativt liten $V_{Ed,max}$:	$v \leq \frac{10}{29} = 0,34483$	\Rightarrow Bruk $\cot \theta = 2,5$
Middels $V_{Ed,max}$:	$0,34483 = \frac{10}{29} < v < \frac{1}{2}$	$\Rightarrow \cot \theta = \frac{1}{2v} + \sqrt{\left(\frac{1}{2v}\right)^2 - 1}$ (løsn. 2. grads likn.)
Stor $V_{Ed,max}$:	$v = \frac{1}{2}$	$\Rightarrow \cot \theta = 1,0$
FOR stor $V_{Ed,max}$:	$v > \frac{1}{2}$	\Rightarrow Velg større tverrsnitt og/eller øk betongkvaliteten

3. Kontroller om $V_{Rd,max} = 0,54 * f_{cd} * b_w * d * \frac{\cot \theta}{\cos^2 \theta + 1} \geq V_{Ed,max}$. Tverrsnittet eller betongkvaliteten øker hvis $V_{Rd,max} < V_{Ed,max}$
4. Beregn minimal bøylearmering $\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{min} = 0,1 * \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} * b_w$
5. Hvis dette er ikke gjort i pkt 2: Beregn v og finn $\cot \theta$.
6. Beregn nødvendig bøylearmering $\frac{A_{sw}}{s} \geq \frac{V_{Ed,red}}{0,9 * f_{ywd} * \cot \theta} \geq \left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{min}$
7. Velger ett tilfeldig armeringsdiameter. Ø8 og 10 er mest vanlig. Finner senteravstand ved å sette inn i $s = \frac{A_{sw}}{\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{min}}$.
8. Maksimal senteravstand når det brukes trykkarmering er $s_{max} = 0,6 * h'$. h' er avstand mellom strekk- og trykkarmeringens tyngdepunktslinjer ifølge NA.9.2.2 i (Standard Norge, 2018). $s_{t,max} = h' \leq 600$ mm. Det anbefales også at $s \leq 15\phi_L$ og $s \leq 400$ mm.

Nedbøyning

Det er ikke alltid nødvendig å beregne nedbøyning. Nedbøyningsberegning kan utelates hvis l/d er mindre enn grenseverdiene i formel 7.16a og b i (Standard Norge, 2018):

$$\frac{l}{d} \leq K \left(11 + 1,5 * \sqrt{f_{ck}} * \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 * \sqrt{f_{ck}} * \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right) \text{ når } \rho \leq \rho_0 = \frac{\sqrt{f_{ck}}}{1000} \quad 7.16a$$

$$\frac{l}{d} \leq K \left(11 + 1,5 * \sqrt{f_{ck}} * \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} * \sqrt{f_{ck}} * \sqrt{\left(\frac{\rho'}{\rho_0} \right)} \right) \text{ når } \rho > \rho_0 = \frac{\sqrt{f_{ck}}}{1000} \quad 7.16b$$

$$\rho = \frac{A_s}{b * d}$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{b * d}$$

A_s' -armeringsareal til armering i trykkside

K-faktor avhengig av konstruksjonstype, angitt i tabell NA.7.4N i (Standard Norge, 2018)

Nedbøyning (δ_m) kan beregnes ved bruk av en forenklet metode i 6-12 i (Fallsen, 2018):

$$\delta_m = \frac{5 * ql^4}{384 * E_c * I_c} - \frac{(M_A + M_B) * l^2}{16 * E_c * I_c}$$

$$E_c * I_c = E_s * A_s * d^2 * \xi$$

E_c -elastisitetsmodul til betong

I_c -arealtrehetsmoment til betong

E_s -elastisitetsmodul til stål

ξ -koeffisient, avhengig av n og ρ bestemmes ut ifra diagram

n -bestemmes ut ifra tabellen i 6-12 i (Fallsen, 2018)

M_A og M_B -endemomenter

3 Metode

3.1 Innsamling av data

3.1.1 Personlig kommunikasjon

Kontaktperson, Ole Jørgen Levy

I starten av bacheloroppgaven så ble det arrangert et møte med gruppens kontaktperson i Betonmast, Ole Jørgen Levy. Ole Jørgen Levy er prosjektingeniør som jobber med Biriomsorgssenter. Problemstillingen og omfanget av oppgaven ble diskutert. Etter møte så foregikk all kommunikasjon med han gjennom e-post.

3.1.2 Dalux-prosjekthotell

Betonmast bruker Dalux prosjekthotell til å lagre sine dokumenter for Biriomsorgssenter. Dalux inneholder BIM modeller, planer, detaljesnitt, armeringsdetaljer og andre dokumenter relatert til biriomsorgssenter. Dokumenter som er hentet fra dalux er lagt ved som vedlegg.

3.1.3 Database and litteratur

EPD

EPD er ifølge (EPD Norge), en miljødeklarasjon som viser miljøytelsen til et produkt. EPD står for Environmental Produkt Declaration. (Standard Norge, 2001) angir krav og retningslinjer for innholdet i EPD, mens (Standard Norge, 2010) angir krav til hvordan EPDene skal lages. EPD brukes i oppgaven til å finne ut sammensetningen av de ulike materialene.

Litteratur

Relevant litteratur ble funnet gjennom google, google scholar og ntnuopen. Standarder ble hentet ifra Standard Norge. Relevante pensumbøker fra byggingeniørstudie i NTNU Gjøvik ble også brukt.

3.1.4 BIM programvare

Solbri Anywhere:

Solbri Anywhere er en programvare innen bygningsinformasjonsmodellering. Den brukes til å finne volum, areal, høyde og andre relevante dimensjoner på bygget. Et steg for steg metode for Solbri og selve Solbri modell (av Biriomsorgssenter) ligger i vedlegg.

Os-Prog:

Last programmet i Os-Prog brukes for å beregne snølast i bygget. Et steg for steg metode ligger i vedlegg.

Focus Konstruksjon:

Focus konstruksjon er en programvare som benyttes til å dimensjonere byggkonstruksjoner. Programmet kan beregne kapasitetsutnyttelse, forskyvning, armering og andre viktige verdier innen konstruksjonsteknikk.

3.2 LCA

Life Cycle Assessment (LCA) er en metode som brukes for å analysere miljøpåvirkningene til et produkt gjennom sitt livsløp. Produktet kan være et bygg, en prosess eller et enkelt produkt. LCA følger standarden (Standard Norge, 2006a) og (Standard Norge, 2006b). Teori om LCA ligger i kapittel 2. Hvordan LCA er utført for Biriomsorgssenter, er beskrevet i kapittel 4.

3.2.1 Fasene i byggets livsløp

Fasene i livsløpet til et bygg deles i produktfase, konstr./install.fase, bruksfase og slutfase. Produktfase angir utslipp knyttet til uttak av råmateriale (A1), transport av råmateriale til

fabrikken (A2) og behandling av råmateriale i fabrikken (A3). Konstr/install.fase angir utslipp tilknyttet transport av ferdiglagd materiale fra fabrikk til konstruksjonssted (A4) og konstruksjon og installasjon av materialet (A5). Bruksfase angir utslipp innen bruk (B1), vedlikehold (B2), reparasjon (B3), utskifting (B4) og renovering (B5) av materialet. Slutfase angir utslipp innen demontering (C1), transport fra konstruksjonssted til avfallsanlegg (C2), avfallsbehandling (C3) og avfall til sluttbehandling (C4). Module D går ut på å vurdere potensiale for gjenbruk, gjenvinning og resirkulering av materiale samt miljømessige fordeler og ulemper som går ut over systemgrense.

3.2.2 Relevant programvare

SimaPro:

SimaPro er en programvare som brukes for å gjennomføre livsløpsvurderinger og den følger (Standard Norge, 2006b). SimaPro brukes til å beregne miljøpåvirkningene fra materialene som brukes i Biriomsorgssenter. SimaPro lager Excel-dokumenter med tabell over de ulike miljøpåvirkningene av et materiale. Hvilken miljøpåvirkning som beregnes er avhengig av hvilken metode som brukes.

4 Case/Materialer

4.1 Biriomsorgssenter

Betonmast Hæhre er totalentreprenøren for Biriomsorgssenter, mens oppdragsgiveren er Gjøvik kommune. Biriomsorgssenter ligger i Birivegen 53, 2836 Biri. Bygget har et bruttoareal på 5000 m² og skal ferdigstilles i løpet av siste halvdel av 2020. Omsorgssenteret bygges i massivtre og er passivhus, men materialet lavkarbonbetong er også brukt. Det er lagt vekt på at bygget er miljøvennlig. Omsorgssenteret inneholder 16 omsorgsboliger og 16 sykehjemsplasser. Det er også dagsenter, kafe og felles samlingsarena. (Kommune, 2020; Sweco, u.å.; Produktfakta, 2020)

4.2 Focus Konstruksjon

Bygget ble modellert i Focus Konstruksjon. Programvaren benyttes til å dimensjonere de konstruksjonsdelene som originalt består av massivtre om til lavkarbonbetong. Det lages 4 Focus modeller. En for del B og en for del C. Del A av biriomsorgssenter er for stor til å bli modellert i en modell. Den deles i A1 og A2 der A2 er kafe/kantine del i del A. Et steg for steg metode for Focus konstruksjon ligger i vedlegg. Både Focus filene og rapportene fra focus filene er lagt ved som vedlegg.

4.3 LCA

4.3.1 Hensikt og omfang

Hensikt:

Denne oppgaven skal sammenligne massivtre og lavkarbonbetong. Dette gjøres ved å se på Biriomsorgssenter som en casestudie og bytte all massivtre i bygget med lavkarbonbetong. Hensikten med LCA er å beregne utslippene til bygget når den står i massivtre og når massivtreet erstattes med lavkarbonbetong.

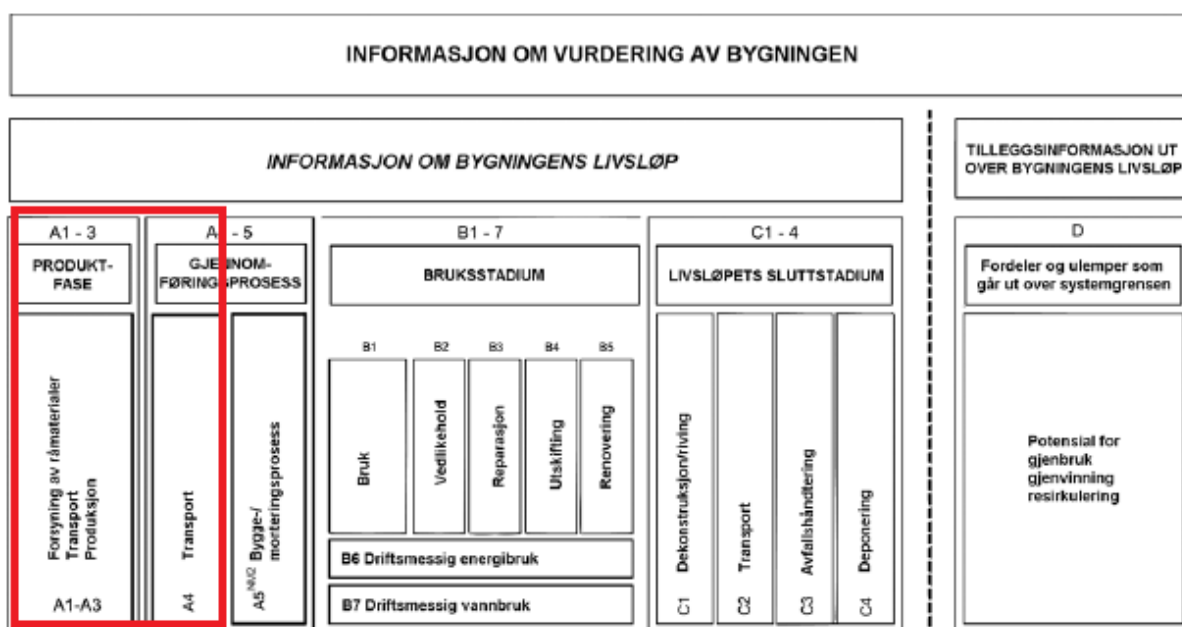
Funksjonsenhet:

Funksjonsenhet er et omsorgssenter i et skandinavisk land med ca. 5000 m² bruksareal, beregnet for 16 sykehjemsplasser og 16 omsorgsboliger, brukt over en periode på 60 år og følger TEK17.

Produktsystemgrense

Det er kun produktfase («vugge til port») A1-3 og transport til konstruksjonssted (A4) som blir inkludert i denne oppgaven.

Figur 5 Byggets livsløp. A1-4 er inkludert i denne oppgaven. Hentet ifra figur 3 i (Standard Norge, 2011)



Miljøpåvirkningskategorier:

Miljøpåvirkningskategori som brukes i oppgaven er global oppvarming, ozonnedbrytning, menneskelige giftstoffer (kreftfremkallende og ikke-kreftfremkallende), svevestøv, forsurening, økotoksitet i ferskvann og vannforbruk.

Begrensninger:

I LCA så tas det med kun materialer som endrer mengde når massivtre erstattes med lavkarbonbetong eller har en spesiell funksjon i bygget.

Materialer som ikke har EPD eller EPD er ubrukelig, så benyttes det i stedet lignende materialer som finnes allerede i databasen i SimaPro.

4.3.2 Livsløpsregnskap/Materialer:

LCA checklist er et Excel-dokument som benyttes for å beregne mengde materialer som er brukt i Biriomsorgssenter. En tabell over materialer som brukes i bygget finnes i vedlegg. Biriomsorgssenter deles i tre deler: A, B og C. Det lages to Excel-dokument for hver av dem. Den ene Excel-dokumentet viser mengder i den originale bygget, mens den andre viser mengde i bygget etter at massivtre erstattes med lavkarbonbetong. Et steg for steg metode for LCA checklist og selve LCA checklist ligger i vedlegg.

4.3.3 Effektvurdering

SimaPro brukes for å beregne utslippene per mengdeenhet av hvert materiale som brukes i bygget. EPD-ene til materialene som brukes i Biriomsorgssenter, benyttes for å lage materialene i SimaPro. Utslippene i denne oppgaven beregnes etter databasen Ecoinvent og ILCD 2011 Midpoint+ er benyttet som metode.

EPD-ene som er brukt:

- Gips Gyproc-(Gyproc, 2017c)
- Gips Norgips-(Norgips, 2020a)
- Gips rehab Gyproc-(Gyproc, 2017b)
- Gips rehab Norgips-(Norgips, 2020b)
- Gips brann Gyproc-(Gyproc, 2017a)
- Gips brann Norgips-(Norgips, 2020c)
- Isolasjon Glava glassull-(Glava Isolasjon, 2019)
- Isolasjon Rockwool-(Rockwool, 2019)
- Armeringsstanger-(Norsk stål, 2015a)
- Armeringsnett-(Norsk stål, 2015b)
- Woodify brannpanel natur-(Woodify, 2019a)
- Woodify natur-(Woodify, 2019b)
- Rapid cement-(Aalborg Portland, 2017)

Resten av EPD-ene som er brukt i denne oppgaven er lagt ved som vedlegg.

Building LCA er et Excel-dokument som brukes for å beregne utslippene som er tilknyttet Biriomsorgssenter. Det beregnes utslippene for A1-4. Det står mnc under modulene som ikke blir tatt med. Mnc betyr module not calculated. Et steg for steg metode og selve Building LCA er lagt ved som vedlegg.

5 Resultater

5.1 Hele bygget, produktfase og transport, A1-4

Tabell 10 Utslipp fra hele bygget i A1-4.

Miljøpåvirkningskategor i	Enhet	Hele bygget massivtre	Hele bygget lavkarbon betong	Differanse mellom lavkarbonbe tong og massivtre	Differanse mellom lavkarbonbet ong og massivtre i %
Global oppvarming	Kg CO ₂ ekv	-566867	2247339	2814205,3	496,45
Ozonedbrytning	Kg CFC-11 ekv	0,139	0,141	0,00	1,36
Menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende	CTUh	1,25	1,77	0,51	41,05
Menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende	CTUh	3,05	1,44	-1,61	-52,81
Svevestøv	Kg PM2.5 ekv	1544	1668	124,5	8,06
Forsuring	Molc H ⁺ -ekv	10210	10717	507,4	4,97
Økotoksisitet i ferskvann	CTUe	30940215	41205956	10265741,2	33,18
Vannforbruk	m ³ vann ekv	-1027	-2004	-977,58	-95,23

5.2 Del A

5.2.1 Total utslipp fra produktfase, A1-3

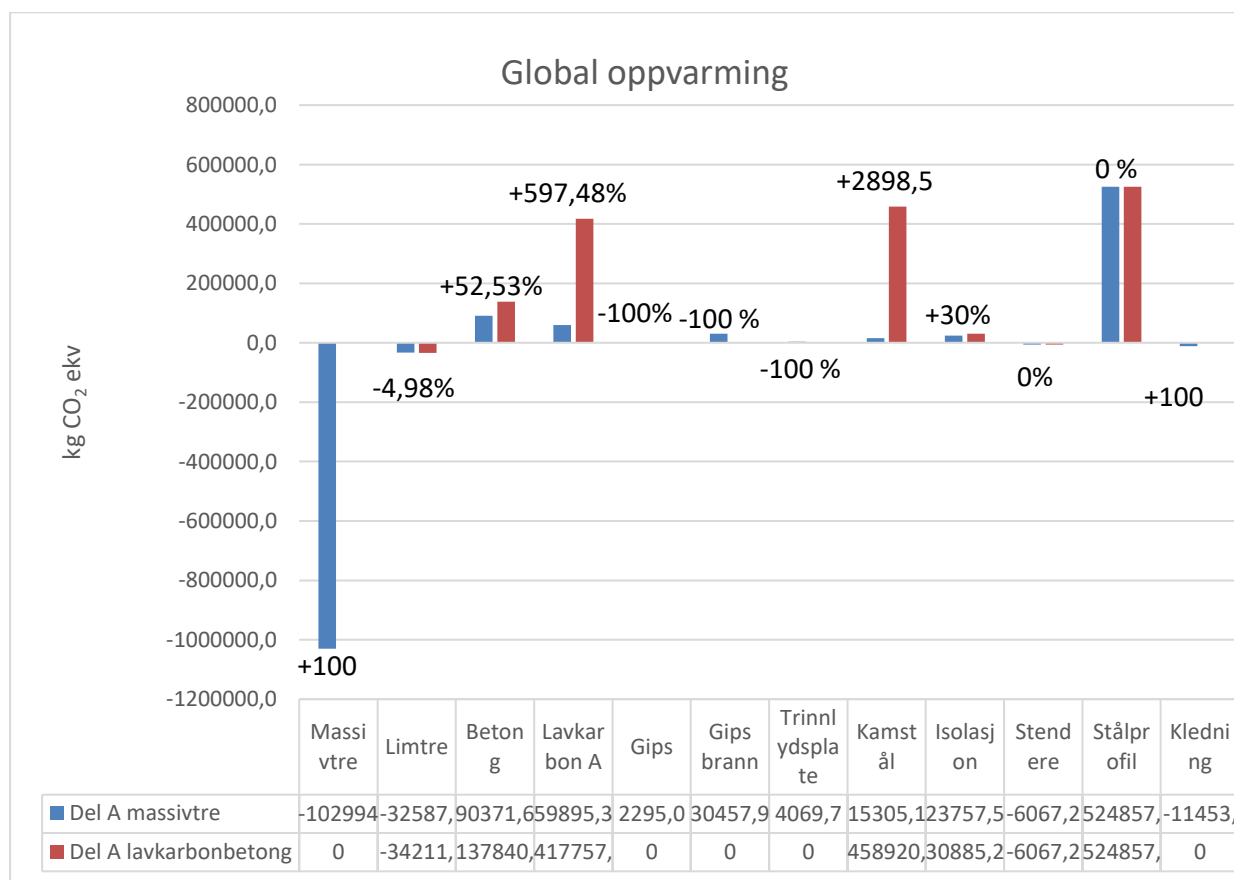
Tabell 11 Utslipp fra del A av Biriomsorgssenter fra produktfase

Miljøpåvirkningskategor i	Enhet	Del A massivtre	Del A lavkarbonbet ong	Differanse mellom lavkarbonb etong og massivtre	Differanse mellom lavkarbon betong og massivtre i %
------------------------------	-------	--------------------	------------------------------	---	--

Global oppvarming	Kg CO ₂ ekv	-329046,49	1529983,1	1859029,6	564,97
Ozonedbrytning	Kg CFC-11 ekv	0,0731	0,087	0,014	19,41
Menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende	CTUh	1,12	1,44	0,32	28,77
Menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende	CTUh	0,71	1,13	0,42	59,62
Svevestøv	Kg PM2.5 ekv	1086,2	1237,56	151,36	13,93
Forsuring	Molc H ⁺ -ekv	7049,08	7472,45	423,36	6,01
Økotoksisitet i ferskvann	CTUe	27507516,7	33973627,5	6466110,8	23,51
Vannforbruk	m ³ vann ekv	-699,3	-1538,4	-839,1	-119,98

5.2.2 Materialenes utslipp innen global oppvarming fra produktfase A1-3

Figur 6 Materialenes utslipp innen global oppvarming fra produktfase av del A av Biriomsorgssenter

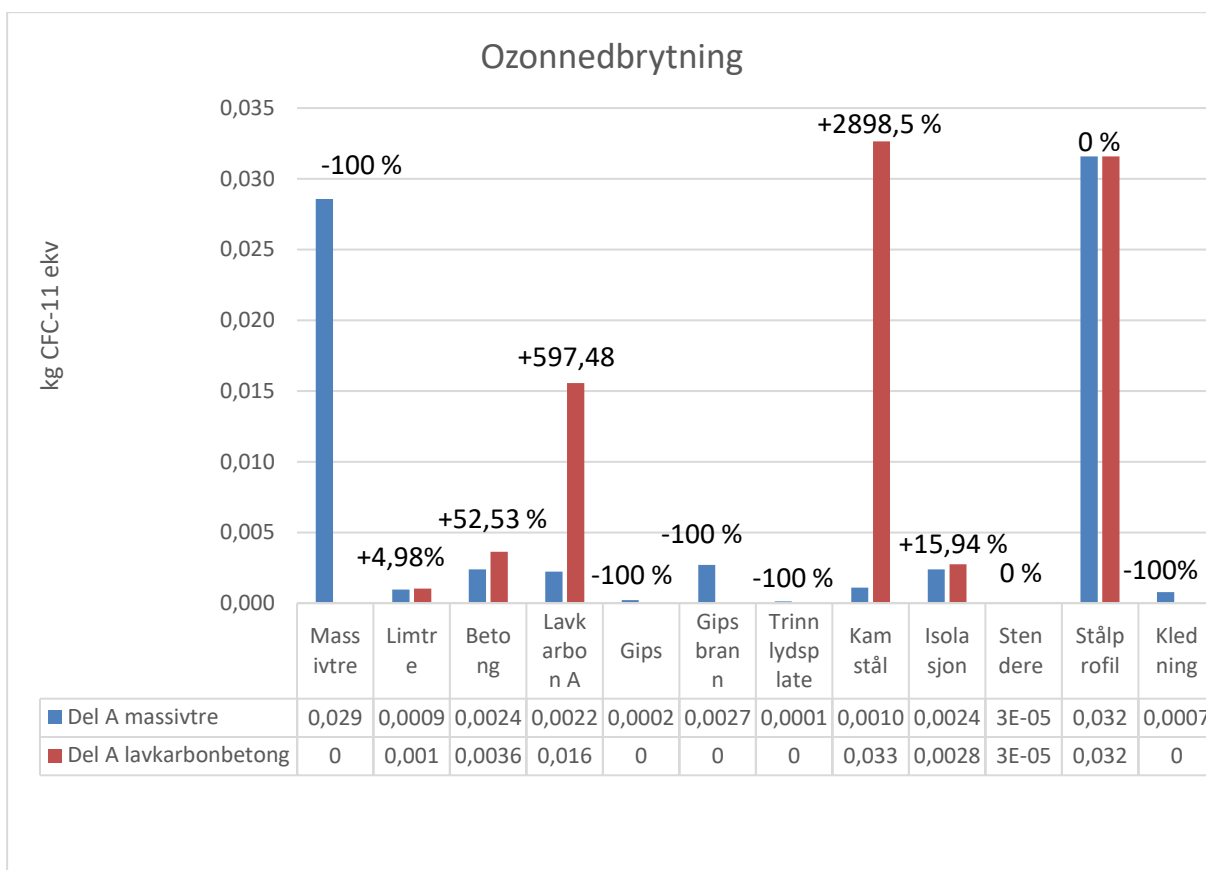


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del A av Biriomsorgssenter vil CO₂ ekv-utslippet til:

- Massivtre og kledning øke med 100%
- Limtre reduseres med 4,98 %
- Betong øke med 52,53 %
- Lavkarbonbetong øke med 597,48 %
- Gips, gips brann og trinnlydplate reduseres med 100 %
- Kamstål øke med 2898,5 %
- Isolasjon øke med 30 %
- Stendere og stålprofil ikke endre seg

5.2.3 Materialenes utslipp innen ozonnedbrytning fra produktfase A1-3

Figur 7 Materialenes utslipp innen ozonnedbrytning fra produktfase av del A av Biriomsorgssenter



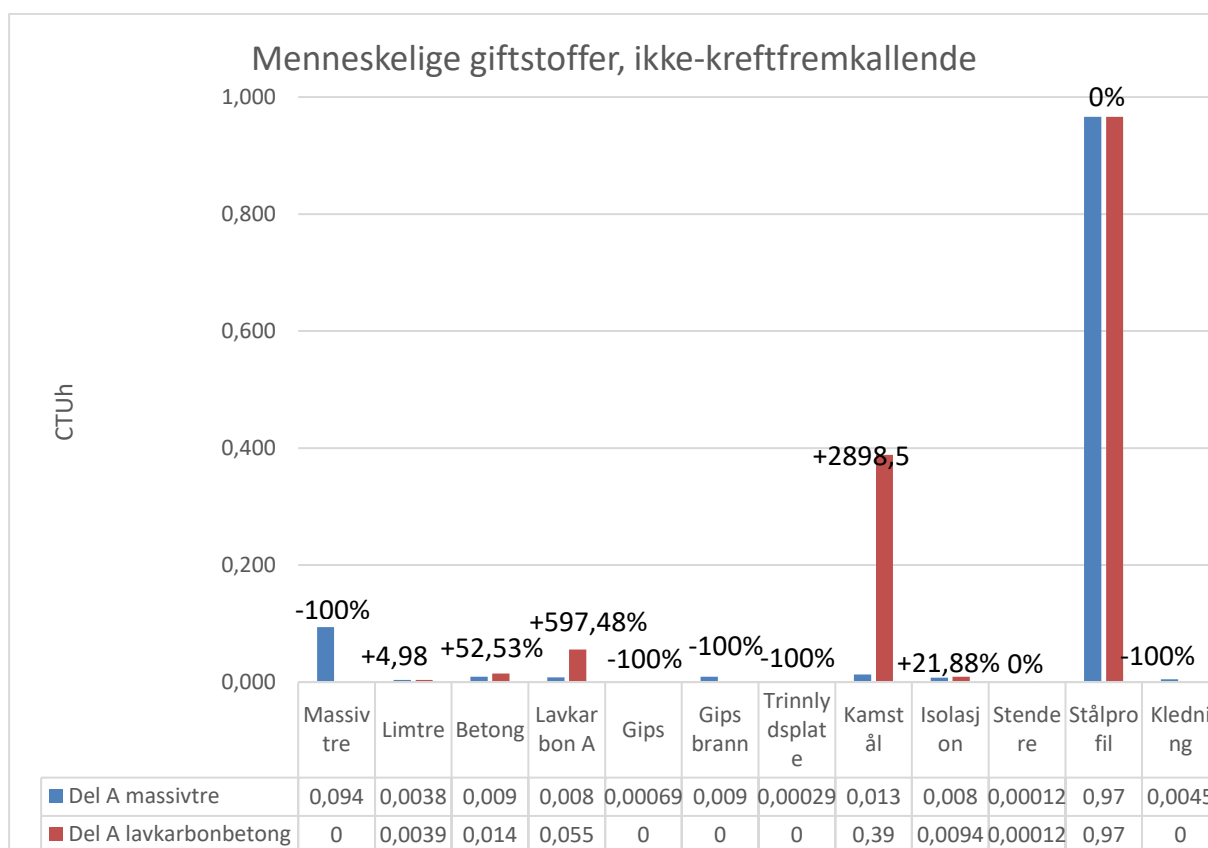
Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del A av Biriomsorgssenter vil CFC-11 ekv-utslippet til:

- Massivtre reduseres med 100%
- Limtre øke med 4,98 %
- Betong øke med 52,53 %

- Lavkarbonbetong øke med 597,48 %
- Gips, gips brann, trinnlydplate og kledning reduseres med 100 %
- Kamstål øke med 2898,5 %
- Isolasjon øke med 15,94 %
- Stendere og stålprofil ikke endre seg

5.2.4 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende fra produktfase A1-3

Figur 8 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende fra produktfase av del A av Biriomsorgssenter



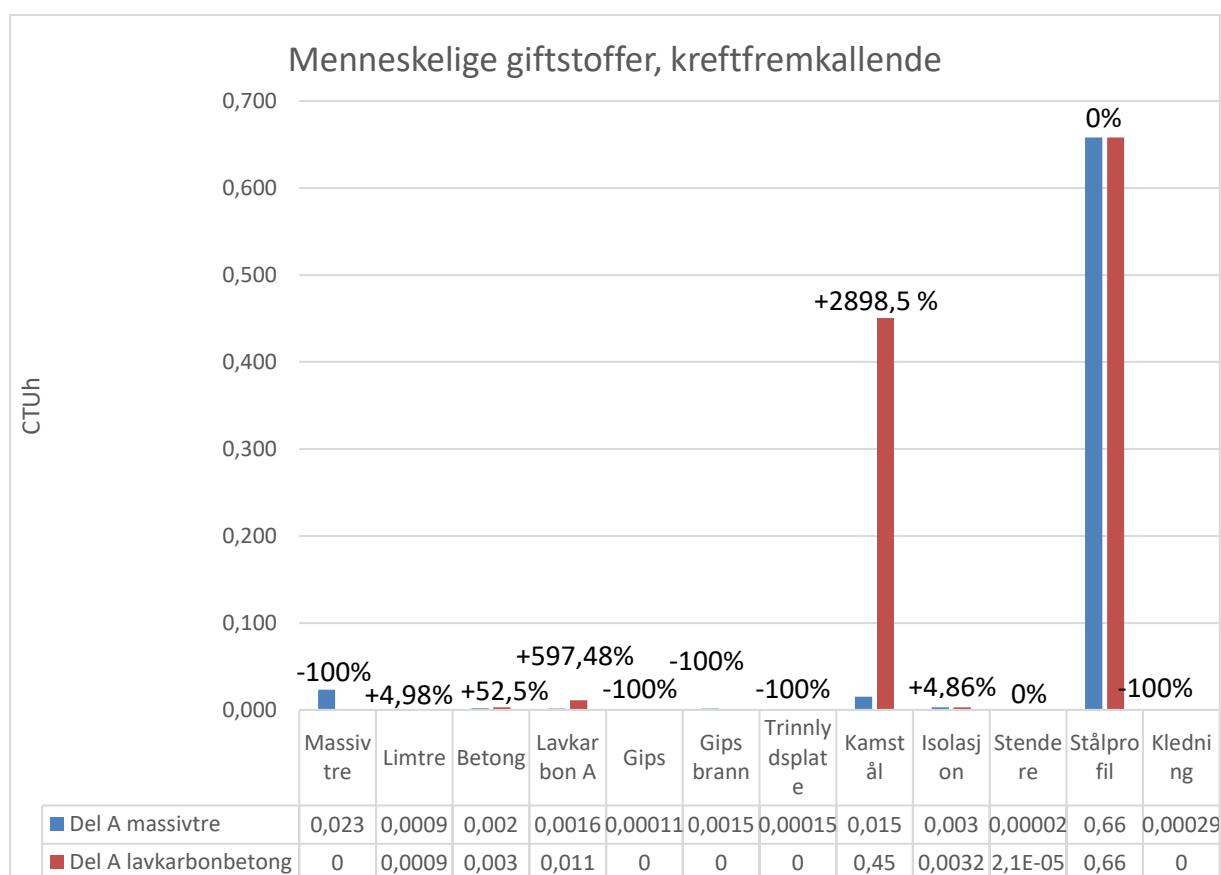
Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del A av Biriomsorgssenter vil CTUh ekv-utslippet til:

- Massivtre reduseres med 100%
- Limtre øke med 4,98 %
- Betong øke med 52,53 %
- Lavkarbonbetong øke med 597,48 %
- Gips, gips brann, trinnlydplate og kledning reduseres med 100 %
- Kamstål øke med 2898,5 %
- Isolasjon øke med 21,88 %

- Stendere og stålprofil ikke endre seg

5.2.5 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende

Figur 9 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende fra produktfase av del A av Biriomsorgssenter

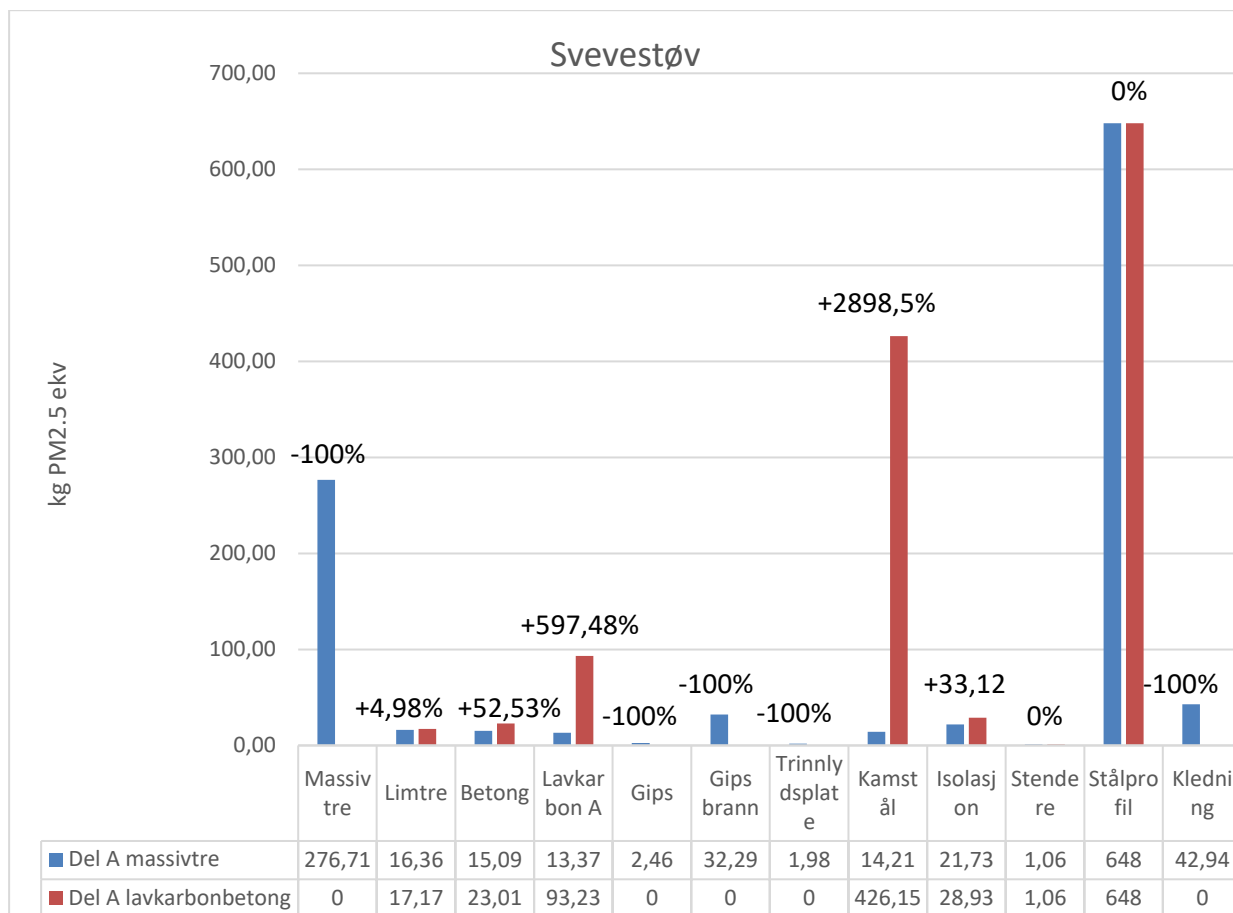


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del A av Biriomsorgssenter vil CTUh-utslippet til:

- Massivtre reduseres med 100%
- Limtre øke med 4,98 %
- Betong øke med 52,53 %
- Lavkarbonbetong øke med 597,48 %
- Gips, gips brann, trinnlydsplate og kledning reduseres med 100 %
- Kamstål øke med 2898,5 %
- Isolasjon øke med 4,86 %
- Stendere og stålprofil ikke endre seg

5.2.6 Materialenes utslipp innen svevestøv fra produktfase A1-3

Figur 10 Materialenes utslipp innen svevestøv fra produktfase av del A av Biriomsorgssenter

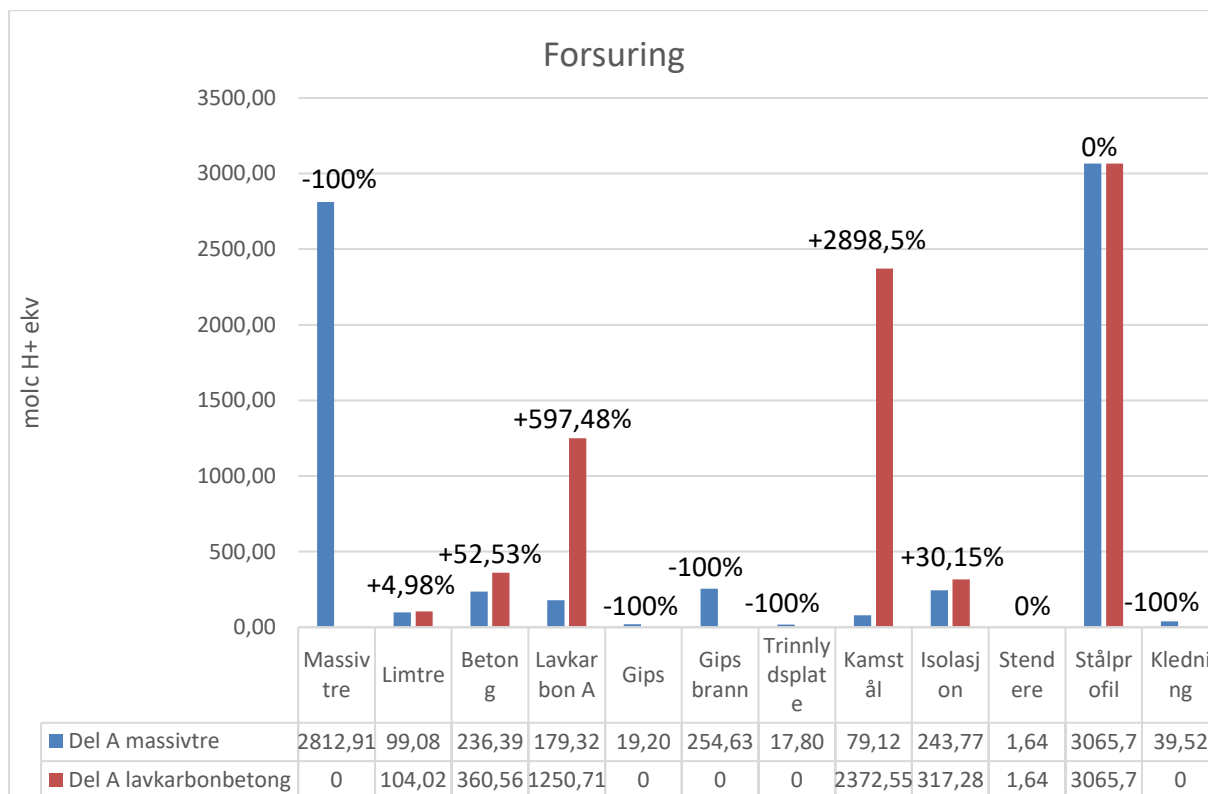


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del A av Biriomsorgssenter vil PM2.5-utslippet til:

- Massivtre reduseres med 100%
- Limtre øke med 4,98 %
- Betong øke med 52,53 %
- Lavkarbonbetong øke med 597,48 %
- Gips, gips brann, trinnlydsplate og kledning reduseres med 100 %
- Kamstål øke med 2898,5 %
- Isolasjon øke med 33,12 %
- Stendere og stålprofil ikke endre seg

5.2.7 Materialenes utslipp innen forsuring fra produktfase A1-3

Figur 11 Materialenes utslipp innen forsuring fra produktfase av del A av Biriomsorgssenter

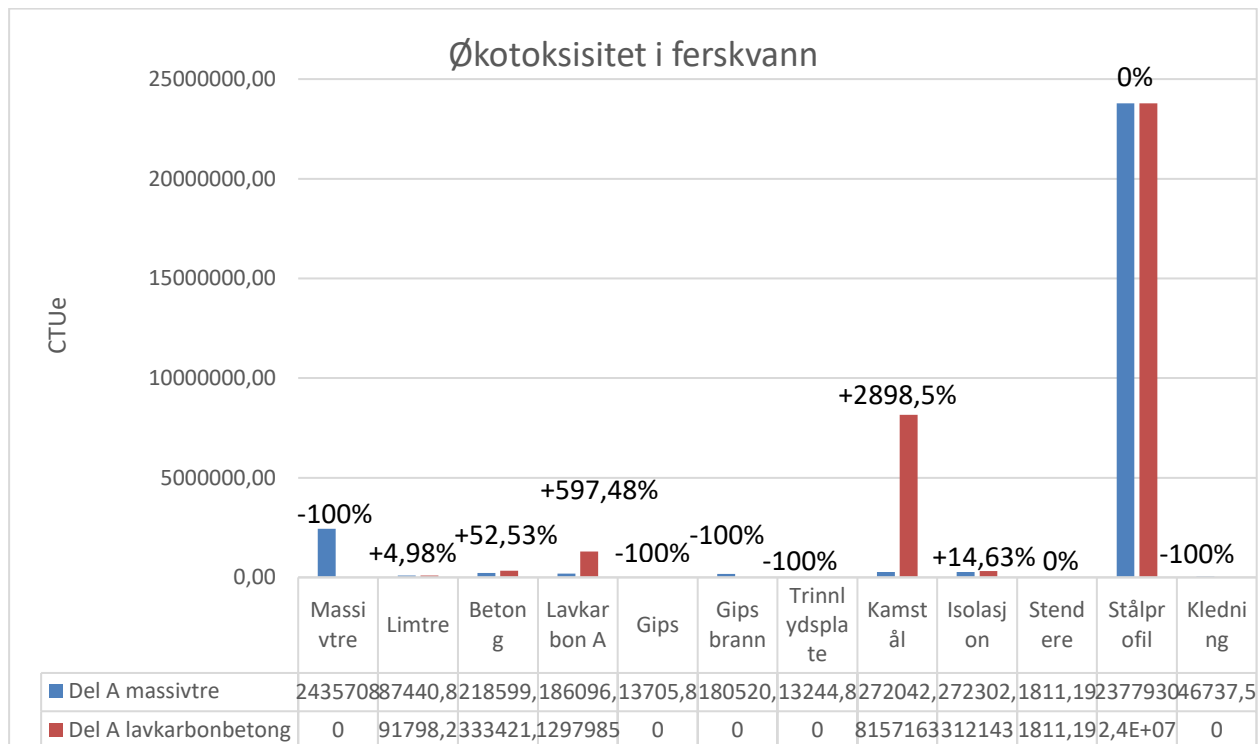


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del A av Biriomsorgssenter vil molc H⁺ ekv-utslippet til:

- Massivtre reduseres med 100%
- Limtre øke med 4,98 %
- Betong øke med 52,53 %
- Lavkarbonbetong øke med 597,48 %
- Gips, gips brann, trinnlydsplate og kledning reduseres med 100 %
- Kamstål øke med 2898,5 %
- Isolasjon øke med 30,15 %
- Stendere og stålprofil ikke endre seg

5.2.8 Materialenes utslipp innen økotoksitet i ferskvann fra produktfase A1-3

Figur 12 Materialenes utslipp innen økotoksitet i ferskvann fra produktfase av del A av Biriomsorgssenter

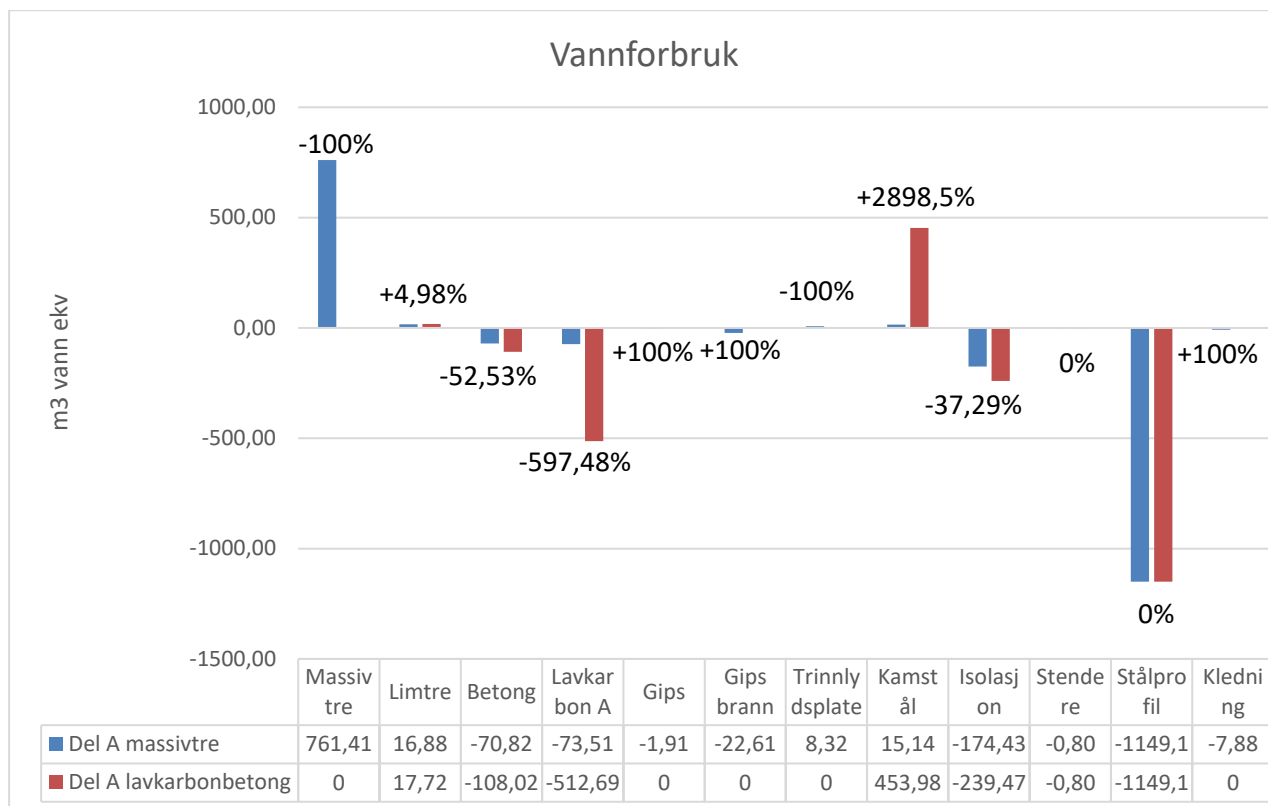


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del A av Biriomsorgssenter vil CTUe-utslippet til:

- Massivtre reduseres med 100%
- Limtre øke med 4,98 %
- Betong øke med 52,53 %
- Lavkarbonbetong øke med 597,48 %
- Gips, gips brann, trinnlydsplate og kledning reduseres med 100 %
- Kamstål øke med 2898,5 %
- Isolasjon øke med 14,63 %
- Stendere og stålprofil ikke endre seg

5.2.9 Materialenes vannforbruk fra produktfase A1-3

Figur 13 Materialenes vannforbruk fra produktfase av del A av Biriomsorgssenter



Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del A av Biriomsorgssenter vil vannforbruket til:

- Massivtre og trinnlydsplate reduseres med 100%
- Limtre øke med 4,98 %
- Betong reduseres med 52,53 %
- Lavkarbonbetong reduseres med 597,48 %
- Gips, gips brann og kledning øke med 100 %
- Kamstål øke med 2898,5 %
- Isolasjon reduseres med 37,29 %
- Stendere og stålprofil ikke endre seg

5.2.10 Total utslipp fra transport, A4

Tabell 12 Utslipp fra del A av Biriomsorgssenter fra transport

Miljøpåvirkningskategori	Enhet	Transport til del A massivtre	Transport til del A lavkarbonbetong	Differanse mellom lavkarbonbetong og massivtre	Differanse mellom lavkarbonbetong og massivtre i %
Global oppvarming	Kg CO ₂ ekv	163578,4	77552,5	-86025,9	-52,59
Ozonedbrytning	Kg CFC-11 ekv	0,03	0,0143	-0,016	-52,21
Menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende	CTUh	0,038	0,018	-0,02	-52,70
Menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende	CTUh	0,005	0,0024	-0,0026	-52,81
Svevestøv	Kg PM2.5 ekv	78	37	-41	-52,59
Forsuring	Molc H ⁺ -ekv	677,6	321,25	-356,35	-52,59
Økotoksitet i ferskvann	CTUe	922756,3	437478,5	-485277,8	-52,59
Vannforbruk	m ³ vann ekv	-376,9	-178,66	198,19	52,59

5.3 Del B

5.3.1 Total utslipp fra produktfase A1-3

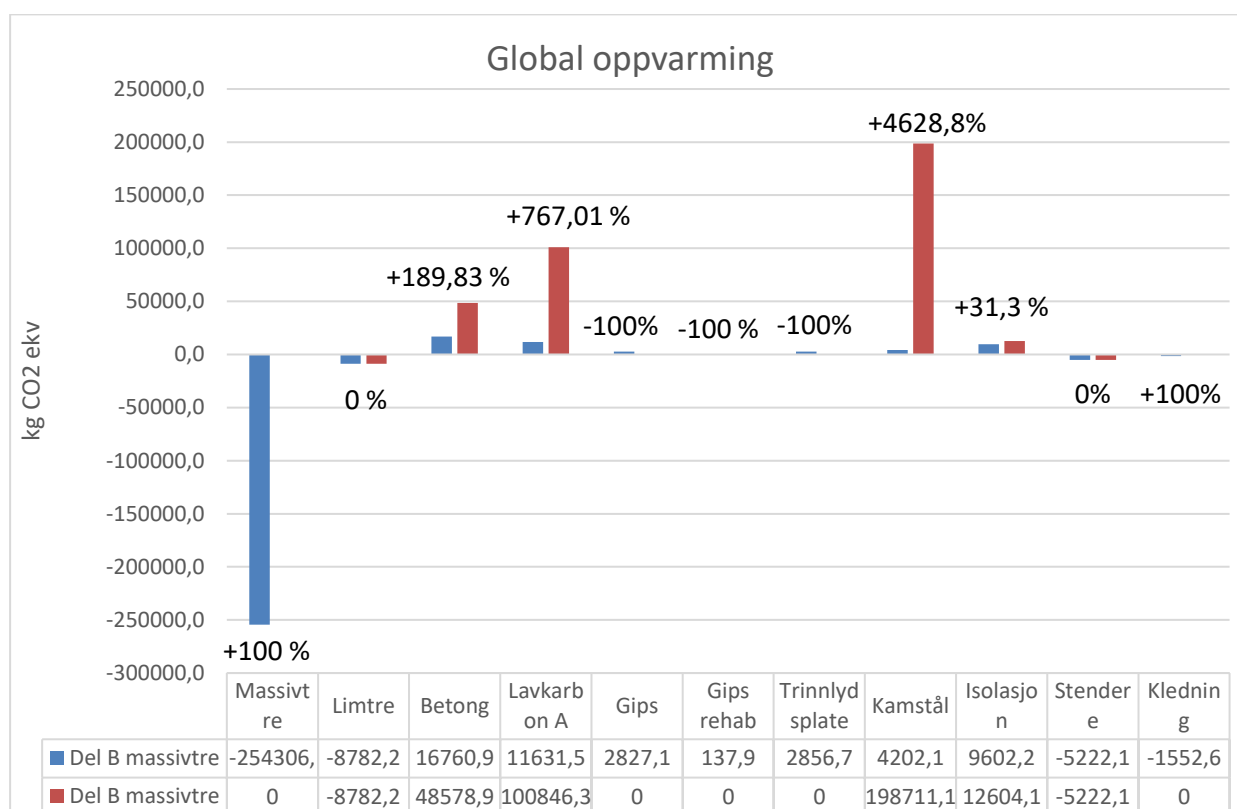
Tabell 13 Utslipp fra del B av Biriomsorgssenter fra produktfase

Miljøpåvirkningskategori	Enhet	Del B massivtre	Del B lavkarbonbetong	Differanse mellom lavkarbonbetong og massivtre	Differanse mellom lavkarbonbetong og massivtre i %
Global oppvarming	Kg CO ₂ ekv	-221844,70	346736,1	568580,775	256,30
Ozonedbrytning	Kg CFC-11 ekv	0,01	0,02	0,011	108,52
Menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende	CTUh	0,04	0,19	0,16	433,19
Menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende	CTUh	0,01	0,2	0,19	1529,80

Svevestøv	Kg PM2.5 ekv	102,12	232,0	129,87	127,18
Forsuring	Molc H ⁺ -ekv	964,25	1613,74	649,49	67,36
Økotoksisitet i ferskvann	CTUe	921344,4	4132452	3211107,7	348,52
Vannforbruk	m ³ vann ekv	100,4	-53,9	-154,4	-153,72

5.3.2 Materialenes utslipp innen global oppvarming fra produktfase A1-3

Figur 14 Materialenes utslipp innen global oppvarming fra produktfase av del B av Biriomsorgssenter

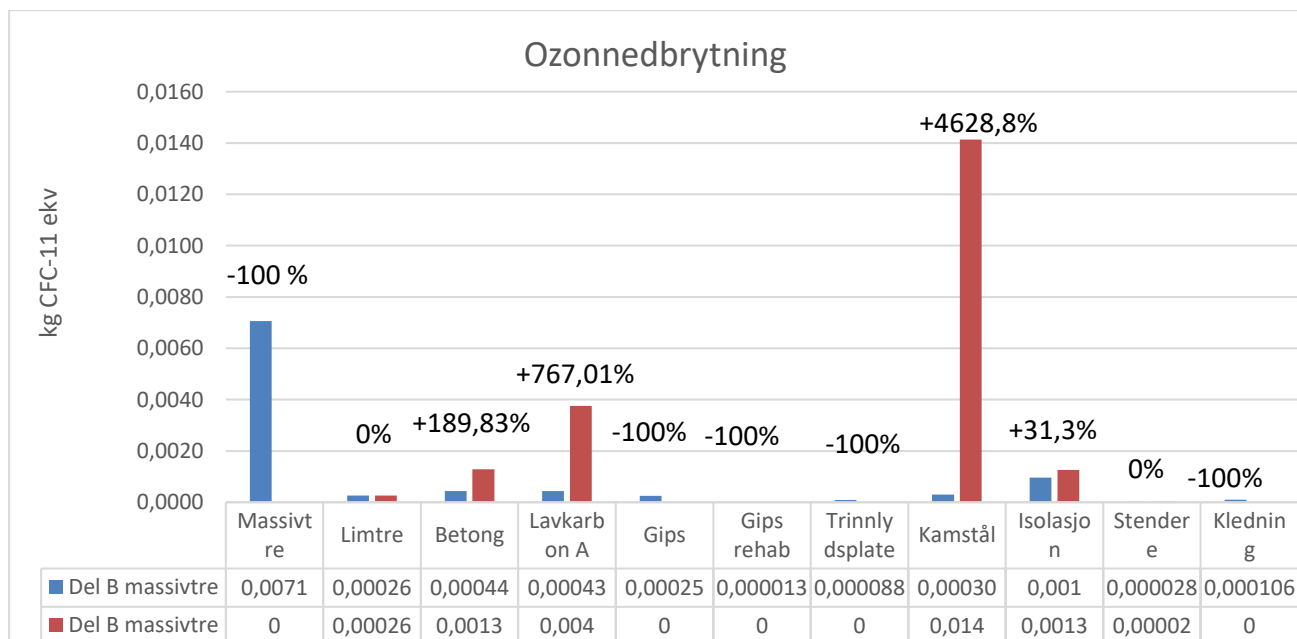


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del B av Biriomsorgssenter vil CO₂ ekv-utslippet til:

- Massivtre og kledning øke med 100%
- Betong øke med 189,83 %
- Lavkarbonbetong øke med 767,01 %
- Gips, gips rehab og trinnlydplate reduseres med 100 %
- Kamstål øke med 4628,8 %
- Isolasjon øke med 31,3 %
- Stender og limtre ikke endre seg

5.3.3 Materialenes utslipp innen ozonnedbrytning fra produktfase A1-3

Figur 15 Materialenes utslipp innen ozonnedbrytning fra produktfase av del B av Biriomsorgssenter

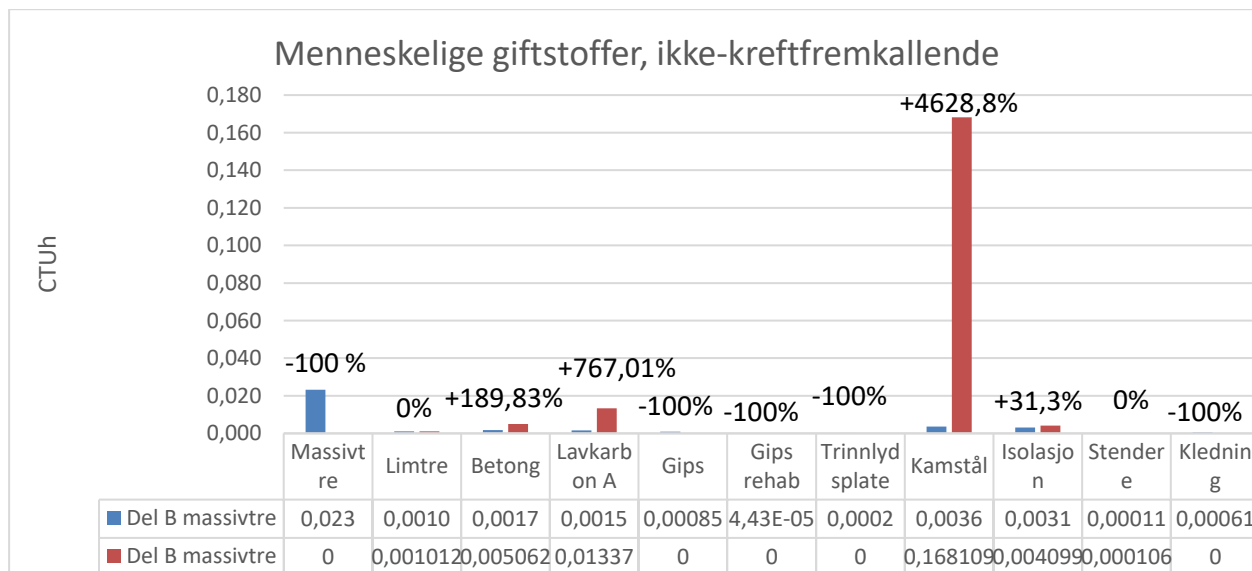


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del B av Biriomsorgssenter vil CFC-11 ekv-utslippet til:

- Massivtre, gips, gips rehab, trinnlydsplate og kledning reduseres med 100%
- Betong øke med 189,83 %
- Lavkarbonbetong øke med 767,01 %
- Kamstål øke med 4628,8 %
- Isolasjon øke med 31,3 %
- Stendere og limtre ikke endre seg

5.3.4 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende fra produktfase A1-3

Figur 16 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende fra produktfase av del B av Biriomsorgssenter

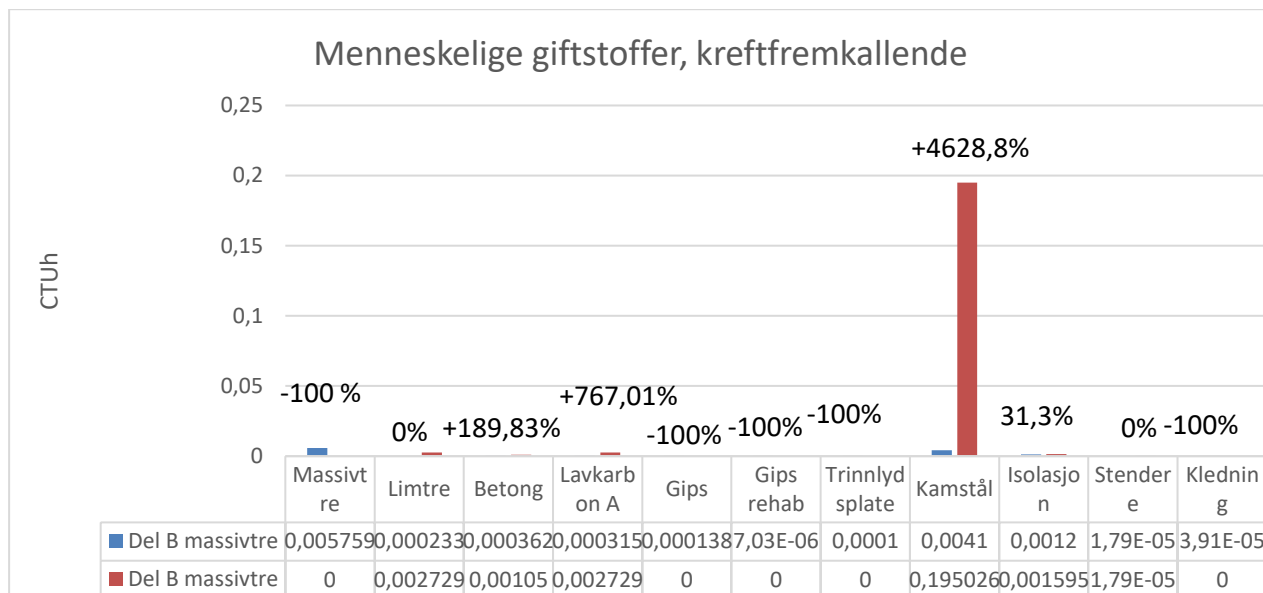


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del B av Biriomsorgssenter vil CTUh-utslippet til:

- Massivtre, gips, gips rehab, trinnlydplate og kledning reduseres med 100%
- Betong øke med 189,83 %
- Lavkarbonbetong øke med 767,01 %
- Kamstål øke med 4628,8 %
- Isolasjon øke med 31,3 %
- Stendere og limtre ikke endre seg

5.3.5 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende fra produktfase A1-3

Figur 17 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende fra produktfase av del B av Biriomsorgssenter

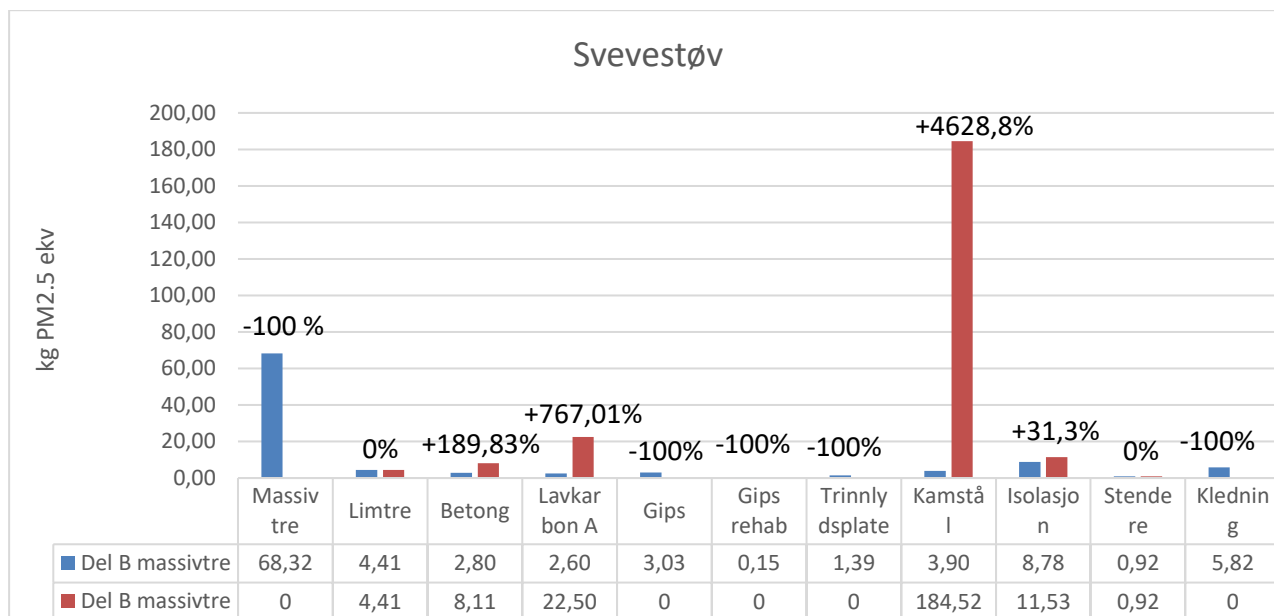


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del B av Biriomsorgssenter vil CTUh-utslippet til:

- Massivtre, gips, gips rehab, trinnlydplate og kledning reduseres med 100%
- Betong øke med 189,83 %
- Lavkarbonbetong øke med 767,01 %
- Kamstål øke med 4628,8 %
- Isolasjon øke med 31,3 %
- Stender og limtre ikke endre seg

5.3.6 Materialenes utslipp innen svevestøv fra produktfase A1-3

Figur 18 Materialenes utslipp innen svevestøv fra produktfase av del B av Biriomsorgssenter

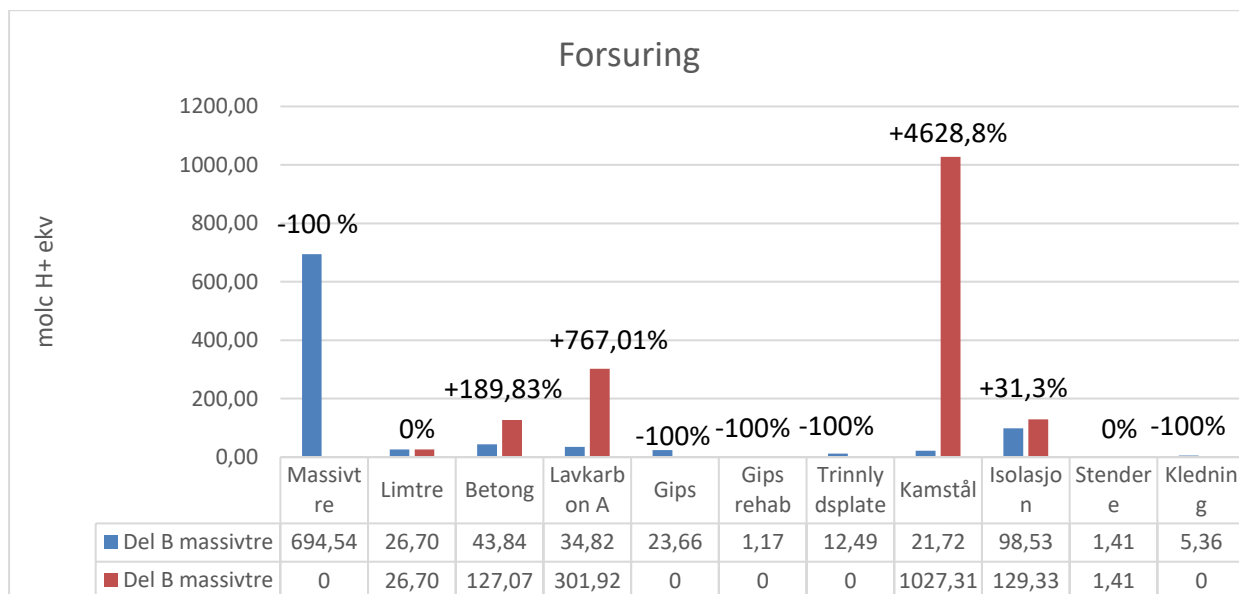


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del B av Biriomsorgssenter vil PM2.5 ekv-utslippet til:

- Massivtre, gips, gips rehab, trinnydsplate og kledning reduseres med 100%
- Betong øke med 189,83 %
- Lavkarbonbetong øke med 767,01 %
- Kamstål øke med 4628,8 %
- Isolasjon øke med 31,3 %
- Stendere og limtre ikke endre seg

5.3.7 Materialenes utslipp innen forsuring fra produktfase A1-3

Figur 19 Materialenes utslipp innen forsuring fra produktfase av del B av Biriomsorgssenter

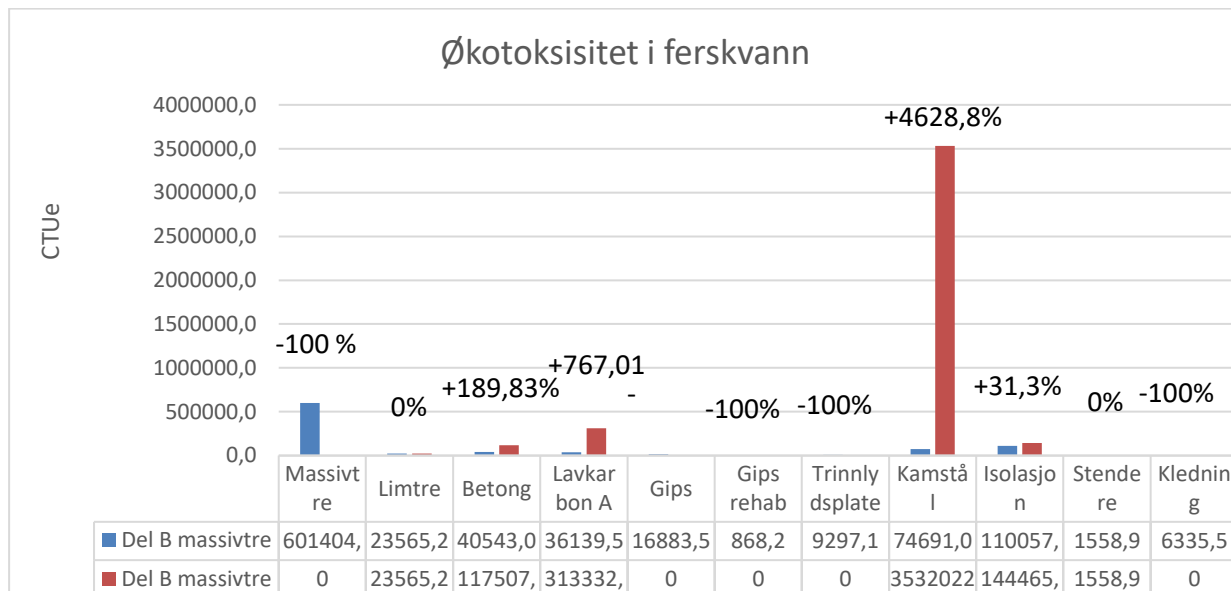


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del B av Biriomsorgssenter vil molc H⁺ ekv-utslippet til:

- Massivtre, gips, gips rehab, trinnlydsplate og kledning reduseres med 100%
- Betong øke med 189,83 %
- Lavkarbonbetong øke med 767,01 %
- Kamstål øke med 4628,8 %
- Isolasjon øke med 31,3 %
- Stendere og limtre ikke endre seg

5.3.8 Materialenes utslipp innen økotoksisitet i ferskvann fra produktfase A1-3

Figur 20 Materialenes utslipp innen økotoksisitet i ferskvann fra produktfase av del B av Biriomsorgssenter

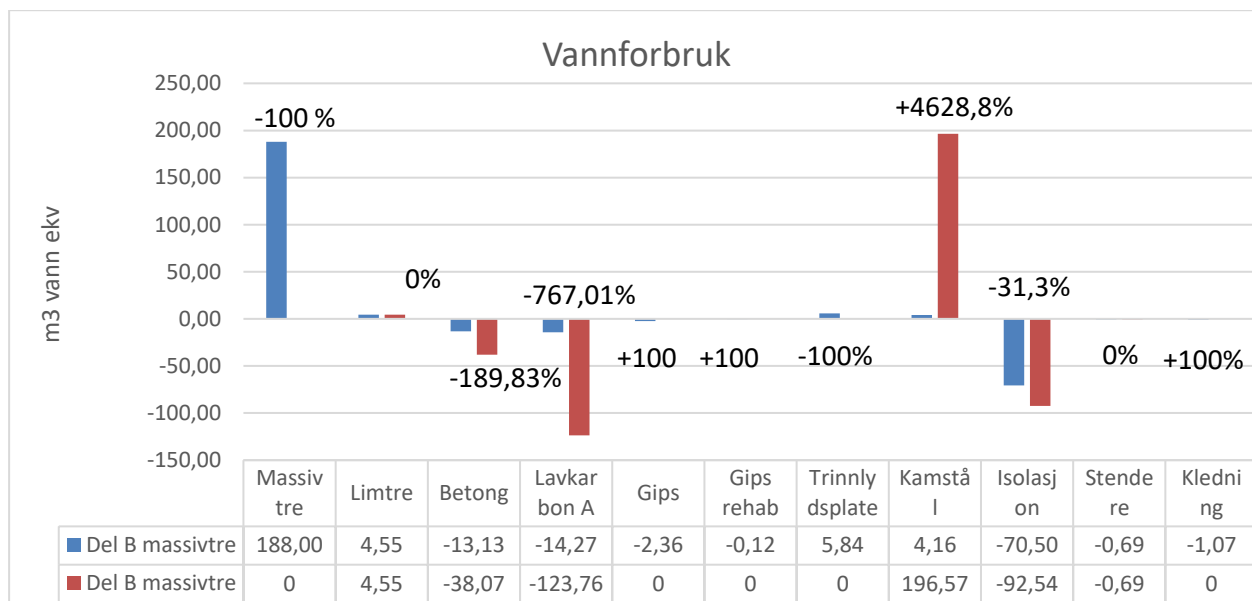


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del B av Biriomsorgssenter vil CTUe-utslippet til:

- Massivtre, gips, gips rehab, trinnlydsplate og kledning reduseres med 100%
- Betong øke med 189,83 %
- Lavkarbonbetong øke med 767,01 %
- Kamstål øke med 4628,8 %
- Isolasjon øke med 31,3 %
- Stendere og limtre ikke endre seg

5.3.9 Materialenes vannforbruk fra produktfase A1-3

Figur 21 Materialenes vannforbruk fra produktfase av del B av Biriomsorgssenter



Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del B av Biriomsorgssenter vil vannforbruket til:

- Massivtre, og trinnlydsplate reduseres med 100%
- Betong reduseres med 189,83 %
- Lavkarbonbetong reduseres med 767,01 %
- Kamstål øke med 4628,8 %
- Isolasjon reduseres med 31,3 %
- Stendere og limtre ikke endre seg

5.3.10 Total utslipp fra transport A4

Tabell 14 Utslipp fra del B av Biriomsorgssenter fra transport

Miljøpåvirkningskategori	Enhet	Totalt for transport til del B massivtre	Totalt for transport til del B lavkarbonbetong	Differanse mellom lavkarbonbetong og massivtre	Differanse mellom lavkarbonbetong og massivtre i %
Global oppvarming	Kg CO ₂ ekv	30961,95	5226,40	-25735,55	-83,12
Ozonedbrytning	Kg CFC-11 ekv	0,01	0,0010	-0,005	-83,12
Menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende	CTUh	0,01	0,0012	-0,01	-83,12

Menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende	CTUh	0,0009	0,0002	-0,001	-83,12
Svevestøv	Kg PM2.5 ekv	14,77	2,49	-12,27	-83,12
Forsuring	Molc H ⁺ -ekv	128,25	21,65	-106,61	-83,12
Økotoksisitet i ferskvann	CTUe	174658,33	29482,47	-145175,86	-83,12
Vannforbruk	m ³ vann ekv	-71,33	-12,041	59,29	83,12

5.4 Del C

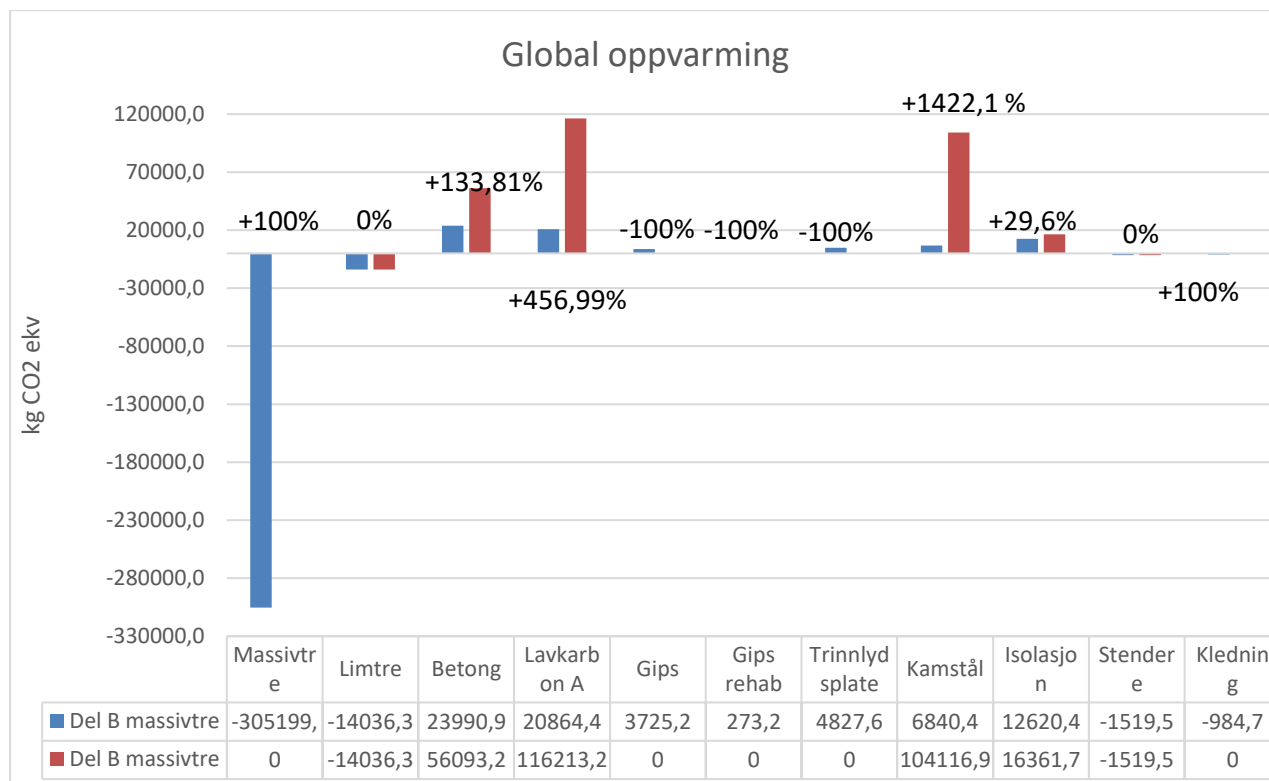
5.4.1 Total utslipp fra produktfase A1-3

Tabell 15 Utslipp fra del C av Biriomsorgssenter fra produktfase

Miljøpåvirkningskategori i	Enhet	Del C massivtre	Del C lavkarbon betong	Differanse mellom lavkarbon betong og massivtre	Differanse mellom lavkarbonbetong og massivtre i %
Global oppvarming	Kg CO ₂ ekv	-248597,9	277229,2	525827,12	211,52
Ozonedbrytning	Kg CFC-11 ekv	0,01	0,0	0,002	18,73
Menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende	CTUh	0,05	0,1	0,07	149,75
Menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende	CTUh	2,32	0,1	-2,22	-95,31
Svevestøv	Kg PM2.5 ekv	244,63	154,3	-90,37	-36,94
Forsuring	Molc H ⁺ -ekv	1232,62	1243,89	11,28	0,91
Økotoksisitet i ferskvann	CTUe	1199115,3	2573055,8	1373940,5	114,58
Vannforbruk	m ³ vann ekv	108,3	-196,6	-304,9	-281,62

5.4.2 Materialenes utslipp innen global oppvarming fra produktfase A1-3

Figur 22 Materialenes utslipp innen global oppvarming fra produktfase av del C av Biriomsorgssenter

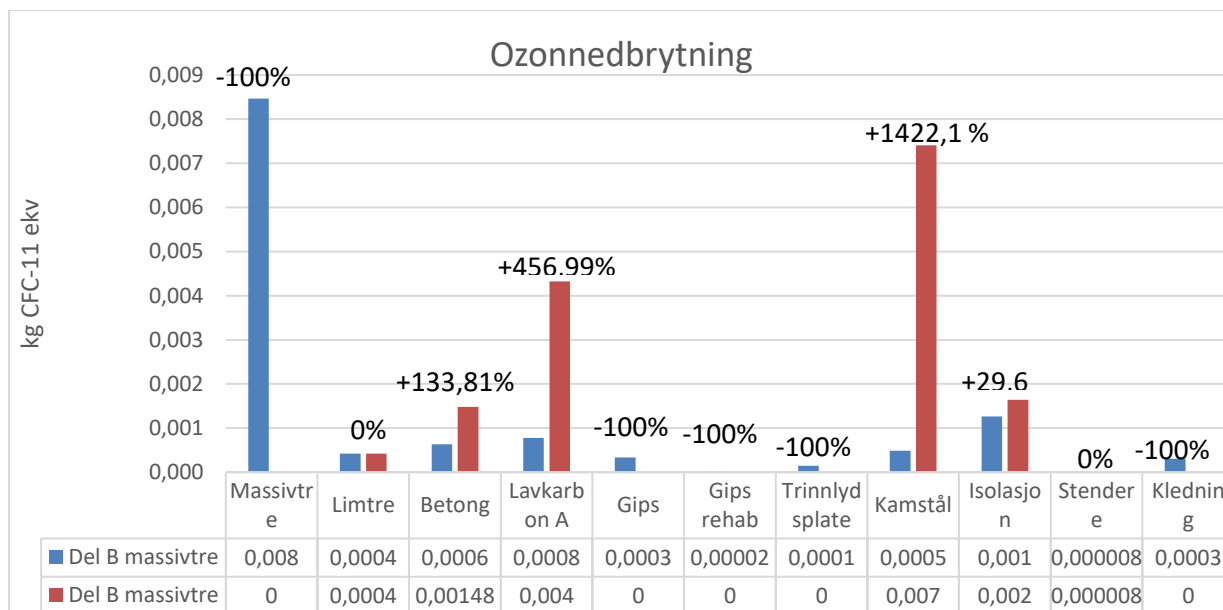


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del C av Biriomsorgssenter vil CO₂ ekv-utslippet til:

- Massivtre og kledning øke med 100%
- Betong øke med 133,81 %
- Lavkarbonbetong øke med 456,99 %
- Gips, gips rehab og trinnlydplate reduseres med 100 %
- Kamstål øke med 1422,1 %
- Isolasjon øke med 29,6 %
- Stendere og limtre ikke endre seg

5.4.3 Materialenes utslipp innen ozonnedbrytning fra produktfase A1-3

Figur 23 Materialenes utslipp innen ozonnedbrytning fra produktfase av del C av Biriomsorgssenter

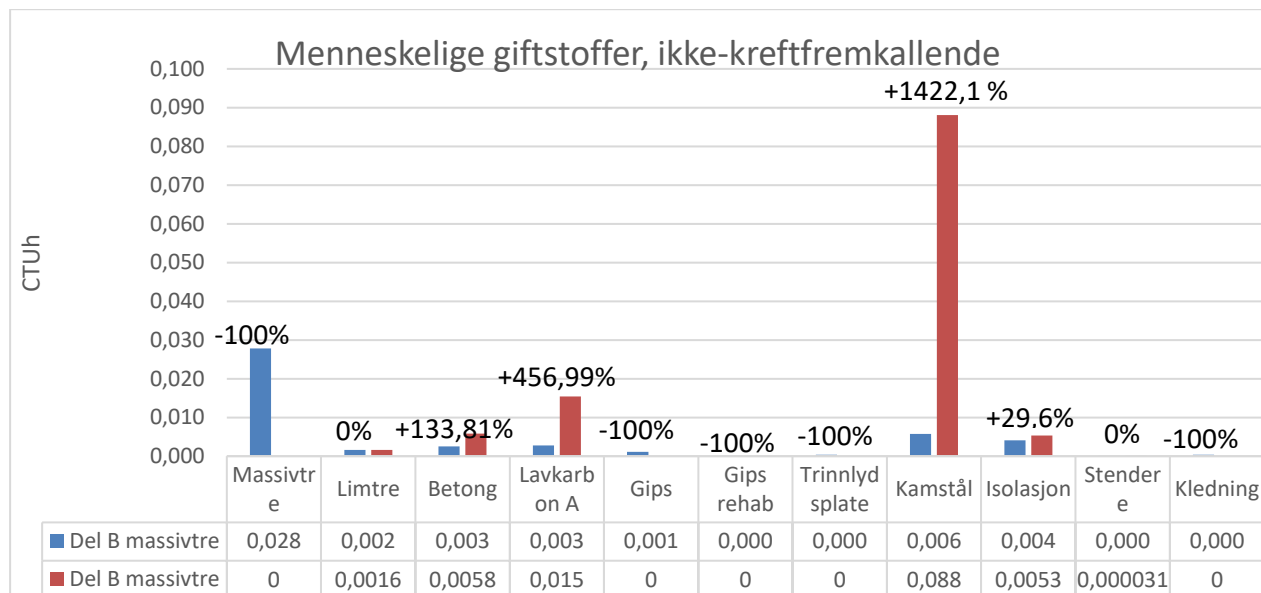


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del C av Biriomsorgssenter vil CFC-11 ekv-utslippet til:

- Massivtre, gips, gips rehab, trinnlydplate og kledning reduseres med 100%
- Betong øke med 133,81 %
- Lavkarbonbetong øke med 456,99 %
- Kamstål øke med 1422,1 %
- Isolasjon øke med 29,6 %
- Stendere og limtre ikke endre seg

5.4.4 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende fra produktfase A1-3

Figur 24 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende fra produktfase av del C av Biriomsorgssenter

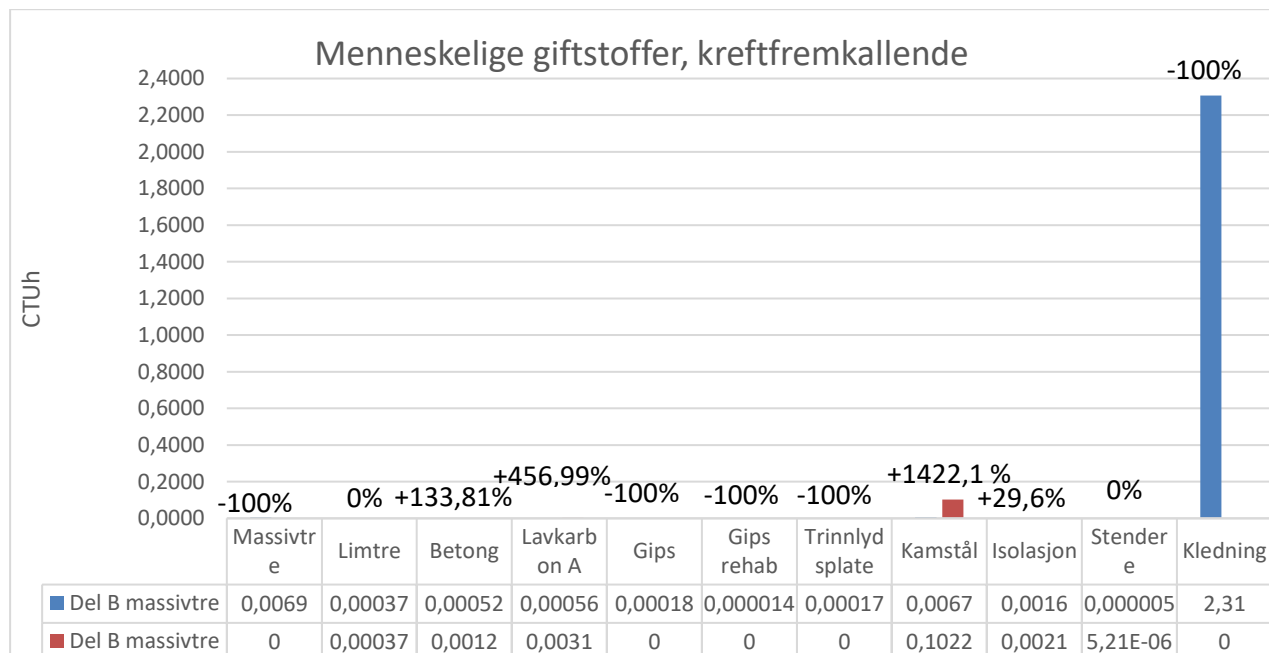


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del C av Biriomsorgssenter vil CTUh-utslippet til:

- Massivtre, gips, gips rehab, trinnlydplate og kledning reduseres med 100%
- Betong øke med 133,81 %
- Lavkarbonbetong øke med 456,99 %
- Kamstål øke med 1422,1 %
- Isolasjon øke med 29,6 %
- Stendere og limtre ikke endre seg

5.4.5 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende fra produktfase A1-3

Figur 25 Materialenes utslipp innen menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende fra produktfase av del C av Biriomsorgssenter

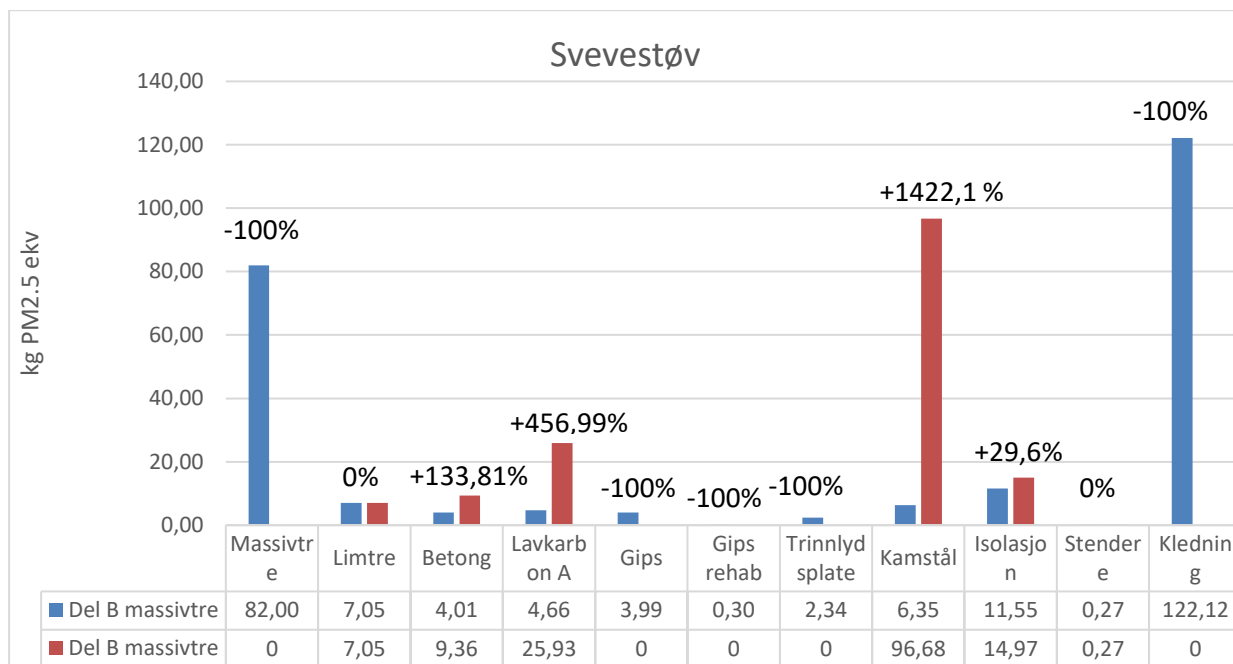


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del C av Biriomsorgssenter vil CTUh-utslippet til:

- Massivtre, gips, gips rehab, trinnlydplate og kledning reduseres med 100%
- Betong øke med 133,81 %
- Lavkarbonbetong øke med 456,99 %
- Kamstål øke med 1422,1 %
- Isolasjon øke med 29,6 %
- Stendere og limtre ikke endre seg

5.4.6 Materialenes utslipp innen svevestøv fra produktfase A1-3

Figur 26 Materialenes utslipp innen svevestøv fra produktfase av del C av Biriomsorgssenter

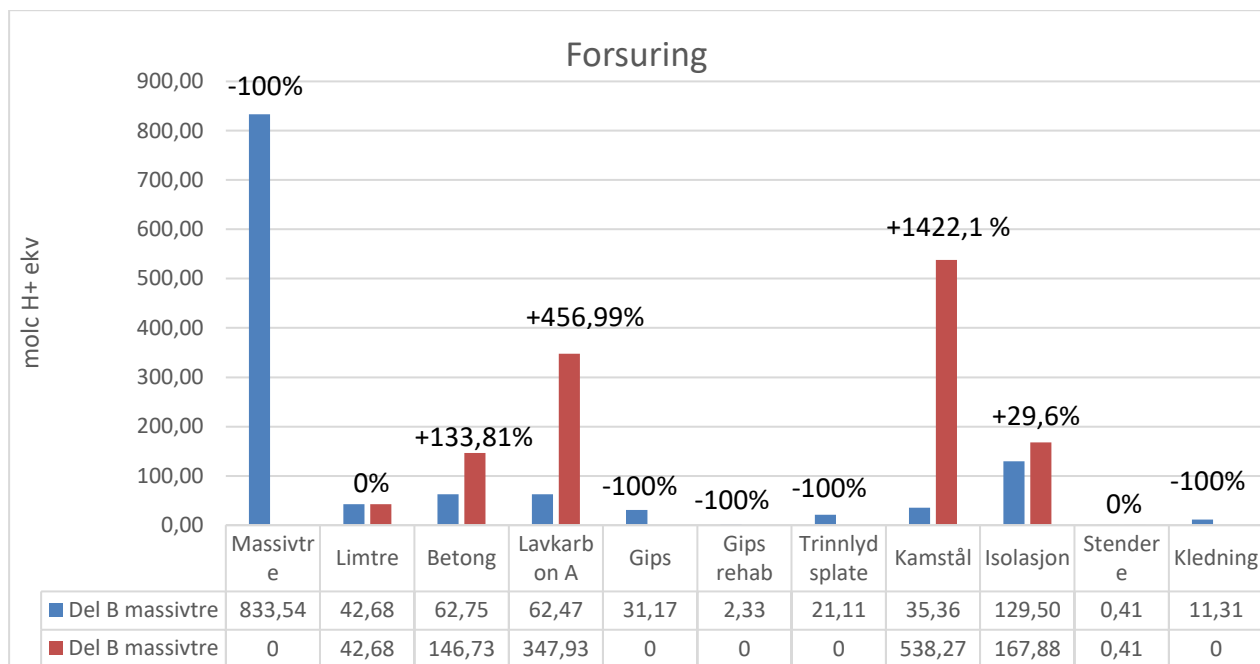


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del C av Biriomsorgssenter vil PM2.5 ekv-utslippet til:

- Massivtre, gips, gips rehab, trinnlydplate og kledning reduseres med 100%
- Betong øke med 133,81 %
- Lavkarbonbetong øke med 456,99 %
- Kamstål øke med 1422,1 %
- Isolasjon øke med 29,6 %
- Stendere og limtre ikke endre seg

5.4.7 Materialenes utslipp innen forsuring fra produktfase A1-3

Figur 27 Materialenes utslipp innen forsuring fra produktfase av del C av Biriomsorgssenter

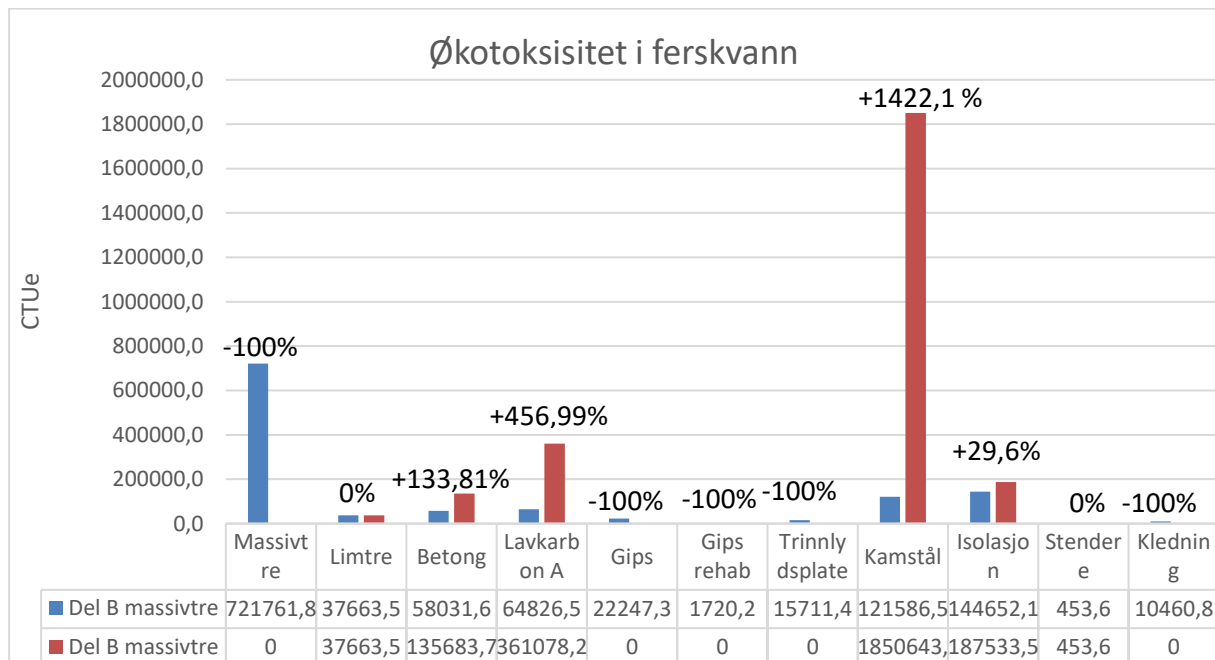


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del C av Biriomsorgssenter vil molc H⁺ ekv-utslippet til:

- Massivtre, gips, gips rehab, trinnlydplate og kledning reduseres med 100%
- Betong øke med 133,81 %
- Lavkarbonbetong øke med 456,99 %
- Kamstål øke med 1422,1 %
- Isolasjon øke med 29,6 %
- Stendere og limtre ikke endre seg

5.4.8 Materialenes utslipp innen økotoksisitet i ferskvann fra produktfase A1-3

Figur 28 Materialenes utslipp innen økotoksisitet i ferskvann fra produktfase av del C av Biriomsorgssenter

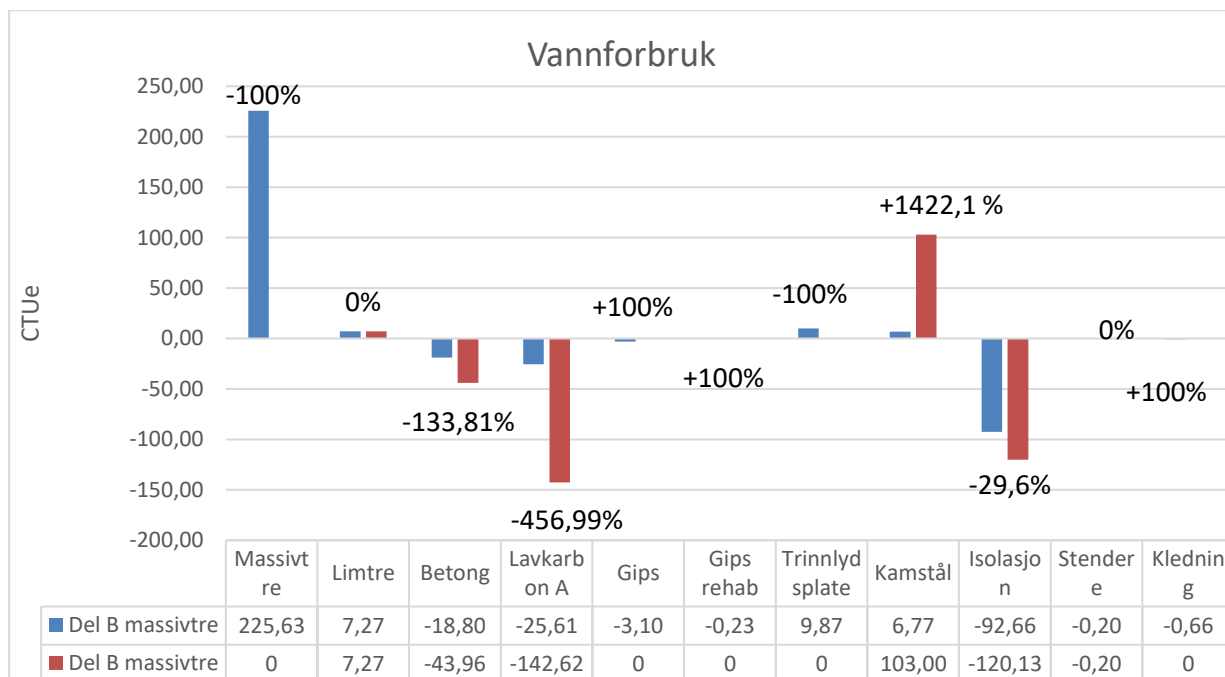


Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del C av Biriomsorgssenter vil CTUe-utslippet til:

- Massivtre, gips, gips rehab, trinnlydsplate og kledning reduseres med 100%
- Betong øke med 133,81 %
- Lavkarbonbetong øke med 456,99 %
- Kamstål øke med 1422,1 %
- Isolasjon øke med 29,6 %
- Stendere og limtre ikke endre seg

5.4.9 Materialenes vannforbruk fra produktfase A1-3

Figur 29 Materialenes vannforbruk fra produktfase av del C av Biriomsorgssenter



Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i del C av Biriomsorgssenter vil vannforbruket til:

- Massivtre og trinnlydplate reduseres med 100%
- Betong reduseres med 133,81 %
- Lavkarbonbetong reduseres med 456,99 %
- Gips, gips rehab og kledning øke med 100%
- Kamstål øke med 1422,1 %
- Isolasjon reduseres med 29,6 %
- Stendere og limtre ikke endre seg

5.4.10 Total utslipp fra transport A4

Tabell 16 Utslipp fra del C av Biriomsorgssenter fra transport

Miljøpåvirkningskategorier	Enhet	Transport til del C massivtre	Transport til del C lavkarbonbetong	Differanse mellom lavkarbonbetong og massivtre	Differanse mellom lavkarbonbetong og massivtre i %
Global oppvarming	Kg CO ₂ ekv	38082,11	10611,36	-27470,74	-72,14
Ozonedbrytning	Kg CFC-11 ekv	0,007	0,002	-0,005	-72,14

Menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende	CTUh	0,0088	0,0025	-0,01	-72,14
Menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende	CTUh	0,0012	0,0003	-0,001	-72,14
Svevestøv	Kg PM2.5 ekv	18,16	5,06	-13,10	-72,14
Forsuring	Molc H ⁺ -ekv	157,75	43,96	-113,79	-72,14
Økotoksisitet i ferskvann	CTUe	214823,6	59859,4	-154964,2	-72,14
Vannforbruk	m ³ vann ekv	-87,73	-24,45	63,29	-72,14

6 Diskusjon

6.1 Hele bygget

Utslippene innen miljøpåvirkningskategoriene som global oppvarming, ozonnedbrytning, menneskelige giftstoffer ikke-kreftfremkallende, svevestøv, forsurening og økotoksisitet i ferskvann fra hele bygget i Biriomsorgssenter øker når massivtre erstattes med lavkarbonbetong. Dette er ikke overraskende. Menneskelige giftstoffer kreftfremkallende og vannforbruk reduseres når massivtre erstattes med lavkarbonbetong.

Utslippene er beregnet ut ifra at når massivtre erstattes med lavkarbonbetong så vil bygget likevel ha lik lyd- og brannegenskaper og den vil ha kapasitet til å ta laster. Oppgaven omfatter kun de bærende konstruksjoner. Oppgaven omfatter kun A1-4 og dette skyldes blant annet at det var ikke nok tid til å gjennomføre beregninger for de andre fasene. Dette skyldes at dimensjonering ved bruk av Focus Konstruksjon tok lengere tid enn forventet og Focus filen til del A av bygget ble slettet halvveis og dette førte til at gruppa måtte bruke mye tid på å lage den på nytt.

Reduksjon i vannforbruket kan skyldes at massivtre erstattes med lavkarbonbetong og at mengde betong økes når massivtre erstattes med lavkarbonbetong. Tabell 11-16 viser utslippene fra produktfase og transport (hver for seg) for hver del i Biriomsorgssenter. Vannforbruket reduseres kun i produktfasen ved at det avgis mer vann. Figur 13, 21 og 29 viser at en god del av vannforbruket i bygget skyldes massivtre. Når dette tas bort så reduseres vannforbruket. Mengden av lavkarbonbetong og betong øker når massivtre erstattes med lavkarbonbetong. Lavkarbonbetong og betong slipper ut vann gjennom uttørking og dette reduserer vannforbruket videre.

Reduksjon i kreftfremkallende stoffer kan skyldes reduksjon i mengde massivtre og kledning når massivtre erstattes med lavkarbonbetong i Biriomsorgssenter. Det største bidraget innen reduksjon av kreftfremkallende stoffer kommer når mengde kledning i del C av Biriomsorgssenter reduseres. Figur 25 viser dette. Det reduseres med 2,31 CTUh. Urea formaldehyd brukes som lim i tre produkter og ifølge (National Toxicology Program, 2016)

så har formaldehyd vist seg til å være kreftfremkallende. Når massivtre erstattes med lavkarbonbetong, så reduseres lim forbruket i bygget. Dette kan være årsaken til at mengde kreftfremkallende stoffer reduseres.

Lavkarbonbetong tilfredsstillende lyd- og brannkrav uten at det er behov for ekstra tilsatt materiale som gips, trinnlydplate og kledning. Dette er ikke mulig å beregne som U-verdi, men betong har høyere brannmotstand enn massivtre og derfor vil den tilfredsstillende brannkrav. Lavkarbonbetong er mye tungere enn massivtre og vil derfor ha bedre lydisolerende egenskaper.

Isolasjonsmengde går opp når massivtre byttes med lavkarbonbetong. Dette er fordi massivtre har bedre varmeisolerende egenskaper. Massivtre har varmekonduktivitet på 0,13 W/mK, mens betong har 2,5 W/mK. Prosentendringen på utslipp tilknyttet isolasjon vil ligge på ca. 15-30%.

Utslipp tilknyttet armering vil øke kraftig. Dette skyldes at mengde armering som brukes i Biriomsorgssenter vil øke fordi massivtre erstattes med lavkarbonbetong. Lavkarbonbetong trenger å ha armering, men dette trenger massivtre selvsagt ikke. Kjeller og fundament som allerede står i lavkarbonbetong vil også få økning i mengde armering, fordi de må ta en større last på grunn av at lavkarbonbetong er mye tungere enn massivtre.

Massivtre tar opp CO₂ i A1-3 fase, men dette vil bli slippet ut i enden av massivtreets fase hvis den ikke blir resirkulert og gjenbrukt (Aarstad *et al.*, 2008). Det er ikke foretatt noen beregninger innenfor dette ettersom dette ligger utenfor omfanget til denne oppgaven.

6.2 Transport

Utslippene tilknyttet transport går ned når massivtre byttes med lavkarbonbetong. Dette skjer i alle delene av bygget. Dette skyldes betongen som brukes, produseres i Gjøvik, mens massivtre må importeres fra Tyskland. Det er færre antall materialer som brukes i bygget og dette vil også føre til reduksjon i utslippene.

Massivtre importeres fra Tyskland og dette kan påvirke utslippene tilknyttet den. Tabellen nedenfor viser utslippene knyttet til lavkarbonbetong med og uten utslippene fra transport (transport av massivtre fra fabrikk til Biriomsorgssenter). Alle utslippene øker når transport

tas med, med unntak av vannforbruk. Dette skyldes at transport avgir vann og tar ikke opp vann i motsetning til massivtre.

Det er størst endring innen ozonnedbrytning. Dette kan tyde på at en god del av utslipp innen ozonnedbrytning for hele bygget kommer fra transport.

Tabell 17 Utslipp fra massivtre med og uten transport

		Massivtre med transport	Massivtre uten transport	Differanse: massivtre med og uten transport	Differanse: massivtre med og uten transport i %
Global oppvarming	Kg CO ₂ ekv	-1418586	-1589454	170868	12,0
Ozonnedbrytning	Kg CFC-11 ekv	0,076	0,044	0,032	41,7
Menneskelige giftstoffer, ikke-kreftfremkallende	CTUh	0,184	0,145	0,04	21,5
Menneskelige giftstoffer, kreftfremkallende	CTUh	0,041	0,036	0,005	12,6
Svevestøv	Kg PM2.5 ekv	509	427	81	16,0
Forsuring	Molc H ⁺ - ekv	5049	4341	708	14,0
Økotoksisitet i ferskvann	CTUe	4722753	3758875	963877	20,4
Vannforbruk	m ³ vann ekv	781	1175	-394	-50,4

6.3 Materialvalg

Det er stadig viktigere at bygg blir mer miljøvennlig og mål 11 og 13 i FNs bærekraftsmål setter søkelyset på dette. Denne oppgaven tar for seg hvordan bygg kan benytte lavkarbonbetong og massivtre på en måte slik at bygg blir mer miljøvennlig.

Det kommer tydelig frem at massivtre er mer miljøvennlig enn lavkarbonbetong når Biriomsorgssenter brukes som en casestudie. Utslippene innen global oppvarming,

ozonnedbryting, ikke-kreftfremkallende menneskelige giftstoffer, svevestøv, forsurening og økotoksisitet øker når lavkarbonbetong brukes istedenfor massivtre.

Dette betyr ikke at massivtre skal erstatte all lavkarbonbetong. Det mest miljøvennlige alternativet er å bruke massivtre i alle konstruksjonsdelene, med unntak av de konstruksjonsdelene der det er ikke mulig å benytte massivtre. Dette gjelder kjeller og fundament. Dette er allerede gjort i Biriomsorgssenter. Å bruke massivtre som er produsert i Norge vil gjøre bygget enda mer miljøvennlig fordi utslippene fra transport vil gå ned.

(Rønning *et al.*, 2019) viser at et kontorbygg som er bygget i massivtre vil ha mindre CO₂ utslipp enn et kontorbygg som er bygget i stedet med lavkarbonbetong. Den viser også at et kontorbygg med 16 etasjer slipper ut mer CO₂ enn om bygget var i lavkarbonbetong. Dette skyldes de ekstra materialene som må settes på massivtre for at den tilfredsstiller lyd- og brannkrav. Rapporten diskuterer at forutsetningene som legges til grunn påvirker resultatene og at det bør settes søkelys på helhetlig perspektiv når det skal sees på mest miljøvennlig alternativ.

Det er verdt å merke seg at tre er en betinget fornybar ressurs (Store Norske Leksikon, 2018a). Mål 12 i FNs bærekraftsmål angår ansvarlig forbruk og produksjon. Dette er spesielt viktig for massivtre ettersom tre er en betinget fornybar ressurs og kan kun fortsette å være bærekraft hvis det ikke brukes mer enn det som naturen kan erstatte.

6.4 Usikkerhetsfaktorer

Focus konstruksjon kan være en usikkerhetsfaktor i denne oppgaven. Brukerstøtte til Focus Konstruksjon ga beskjed om at det var en feil som oppstår for betongskall (vegger og plater) i bruksgrensetilstand. Dette vil påvirke beregning av forskyvninger. Dette har gjort at kun kapasitetsutnyttelse brukes når betong (lavkarbon A og normal) i Biriomsorgssenter skal dimensjoneres.

Det er også andre merkelige ting som har oppstått i Focus Konstruksjon. Den største kapasitetsutnyttelse i del A av Biriomsorgssenter er litt over 100%. Det gikk ikke an å få den ned selv om både armering og tykkelse ble justert.

Søyle- og bjelketversnitt øker ikke i Focus Konstruksjon, med unntak av bygg A. Dette virker merkelig fordi lasten som de må ta øker betydelig.

I del B av Biriomsorgssenter så er det 3 stendere med tverrsnitt 48 x 198. Disse står klemte inn sammen. Når disse stenderne modelleres som 3 søyler med tverrsnitt 48 x 198 i Focus Konstruksjon så vises det at kapasitetsutnyttelse er mer enn 100%. Men når de modelleres som en søyle med tverrsnitt 144 x 198 så vises kapasitetsutnyttelse til å være under 100%. Materialelegenskapene endres ikke. Dette kan skyldes at programmet ser på knekkingskapasitet og den ser på hver av stenderne for seg selv. Siden hver stender er slank og lang så vil knekkingskapasitetsutnyttelse kunne lett gå over 100%. Når de 3 stenderne klemmes inn sammen så vil dette redusere knekkingskapasitetsutnyttelse og dette klarer ikke programmet å forstå når søylene modelleres hver for seg.

Fundament og gulvdekke ble slått sammen til ett når Biriomsorgssenter modelleres i Focus Konstruksjon. Det ble alt for komplisert å dimensjonere fundament i Focus Konstruksjon. Da ble det valgt å se på fundament og gulvdekke som ett. Dette vil påvirke resultatene.

CO₂ verdier på lavkarbonbetong blir høyere enn det som er tillatt for Lavkarbon A og dette skyldes database som brukes i SimaPro. (EPD-Norge, 2018) angir de reelle verdiene for blant annet CO₂- og CFC11-utslipp til lavkarbonbetong som brukes i Biriomsorgssenter. Den angir at CO₂- utslipp er 181 kg/m³ betong, mens SimaPro angir at 239 kg/m³ betong. Resultatet fra SimaPro virket rart ettersom betongen som brukes har lavkarbonklasse A. Lavkarbonklasse A betong skal ha maksimum CO₂-utslipp på 210 kg/m³ betong. Utslipp av CFC11 skal være på $4,91 \cdot 10^{-6}$ kg/m³ betong ifølge (EPD-Norge, 2018)

Andre usikkerhetsfaktorer kan være at det ble brukt standardverdier for blant annet varmekonduktivitet og tetthet. Disse kan være forskjellig fra virkeligheten. Det kan også ha oppstått feil eller unøyaktigheter i beregning uten at det legges merke til den.

7 Konklusjon

Massivtre viser seg til å være mer miljøvennlig enn lavkarbonbetong innen global oppvarming, ozonnedbrytning, ikke-kreftfremkallende menneskelige giftstoffer, svevestøv, forsurening og økotoksisitet i ferskvann dersom funksjonsenheten er et omsorgssenter på ca. 5000 m² bruksareal, beregnet for 16 sykehjemsplasser og 16 omsorgsboliger, brukt over en periode på 60 år og følger TEK17. Lavkarbonbetong er mer miljøvennlig enn massivtre innen kreftfremkallende menneskelige giftstoffer og vannforbruk. Utslippene fra transport for Biriomsorgssenter er lavere når massivtre erstattes med lavkarbonbetong. Dette skyldes at massivtre er produsert i Tyskland, mens lavkarbonbetongen er produsert i Gjøvik.

7.1 Videre arbeid

Forslag til videre arbeid:

- Hvordan ville resultatet til utslippene ha vært hvis massivtre var produsert lokalt i Norge?
- Hvordan ville resultatet ha endret seg hvis alle fasene i byggets livsløp var inkludert (A-D)?
- Ifølge (Kjellsen *et al.*, 2014; Lyng, 2014) så tas CO₂ opp i betong gjennom karbonatisering. Dette er ikke inkludert så mye i LCA analyser, inkludert denne oppgaven. Et fremtidig arbeid kan se på hvordan resultatet vil endres hvis dette opptaket er inkludert.
- Gjennomføre PLA for å se på den økonomiske og sosiale siden av massivtre og lavkarbonbetong i tillegg til den miljømessige siden.

Litteraturliste

- Aalborg Portland (2017) *Aalborg Portland RAPID® cement CEM I 52,5 N (LA)*. Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/segment/aalborg-portland-rapid-cement-cem-i-52-5-n-la-article1654-324.html> (Hentet: 10.mars 2020).
- Aarstad, K. J. et al. (2008) *Massivtre : egenskaper, byggemetoder, bruksområder, økonomi, ressursbruk*. TreFokus Norsk treteknisk institutt.
- Bryne, K. og Bjerke, M. (2018) *Betong og miljø – lydegenskaper*. Tilgjengelig fra: betong.net.
- Bygg21 (2018) *Bygg- og eiendomssektorens betydning for klimagassutslipp*. Tilgjengelig fra: bygg21.no.
- Bygg uten grenser (u.å.) *Verdt å vite om mur og betong-de miljøvennlige byggematerialer*. Tilgjengelig fra: byggutengrenser.no.
- Byggforsk, S. (2001) *Massive treelementer. Typer og bruksområder*. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/3009/massive_treelementer_typer_og_bruksomraader (Hentet: 18.april 2020).
- Byggindustrien (2017) *Norske byggeplasser slipper årlig ut 420.000 tonn CO2*. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1314888> (Hentet: 03.mai 2020).
- Ecetoc (2016a) *Freshwater ecotoxicity as an impact category in life cycle assessment*. (Technical report). Belgium: European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals. Tilgjengelig fra: <http://www.ecetoc.org/wp-content/uploads/2016/11/ECETOC-TR-127-Freshwater-ecotoxicity-as-an-impact-category-in-life-cycle-assessment.pdf> (Hentet: 03.mai 2020).
- Ecetoc (2016b) *FRESHWATER ECOTOXICITY AS AN ENVIRONMENTAL IMPACT CATEGORY TO GUIDE THE SELECTION OF CHEMICAL-BASED PRODUCTS*. Tilgjengelig fra: <http://www.ecetoc.org/taskforce/freshwater-ecotoxicity-as-an-environmental-impact-category-to-guide-the-selection-of-chemical-based-products/> (Hentet: 29.april 2020).
- Edvardsen, K. I. og Ramstad, T. Ø. (2014) *Trehus*. [10. utg.]. utg. Oslo: SINTEF akademisk forl.
- EPA (u.å.-a) *Effects of Acid Rain*. Tilgjengelig fra: <https://www.epa.gov/acidrain/effects-acid-rain#ecosystems> (Hentet: 02.mai 2020).
- EPA (u.å.-b) *What is acid rain?* Tilgjengelig fra: <https://www.epa.gov/acidrain/what-acid-rain> (Hentet: 01.mai 2020).
- EPD-Norge (2018) *B35M45 GjøvikLavkarbonklasse A UA55AB000*. (Environmental Product Deklaration). Gjøvik: Unicon. Tilgjengelig fra: epd-norge.com (Hentet: 10.mars).
- EPD Norge (u.å.) *Hva er en EPD?* Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/hva-er-en-epd/> (Hentet: 06.mai 2020).
- Fallsen, H. B. (2018) *Dimensjonering av betongkonstruksjoner etter NORSK STANDARD NS-EN 1992-1-1:2004+NA:2008 (Eurocode 2) + Div. vedr. prefabrikerte betongkonstruksjoner*. NTNU i Gjøvik.
- FHI (u.å.) *Svevestøv*. Tilgjengelig fra: <https://www.fhi.no/nettpub/luftkvalitet/svevestov/svevestov/> (Hentet: 04.mai 2020).
- FN (2019) *Klimaendringer*. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/tema/klima-og-miljoe/klimaendringer> (Hentet: 04.mai 2020).
- FN (u.å.) *INTERNASJONALT SAMARBEID FOR KLIMAET: KLIMATOPPMØTER OG PARISAVTALEN*. Tilgjengelig fra: https://www.wwf.no/klima-og-energi/klimaforhandlinger?utm_source=1400&gclid=Cj0KCQjw-

- [_j1BRDkARIsAJcfmTF7NX7DZmF7D7ItJTDxfBH_4S61DDN90-fSWf4ARAafzT6CyFigLMgaAn3FEALw_wcB](https://www.epd-norge.no/isolasjon/glava-glassull-article2023-321.html) (Hentet: 14.mai 2020).
- Glava Isolasjon (2019) *Glava Glassull*. Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/isolasjon/glava-glassull-article2023-321.html> (Hentet: 10.mars 2020).
- Glava Isolasjon (u.å.-a) *Branntilstand til betong*. Tilgjengelig fra: <https://www.glava.no/bygg/losninger/byggkonstruksjoner/tak/branntilstand-til-betong2/> (Hentet: 20.april 2020).
- Glava Isolasjon (u.å.-b) *Teori Lydisolering*. Tilgjengelig fra: <https://www.glava.no/bygg/dokumentasjon-montering/teori/teori-lydisolering/> (Hentet: 30.april 2020).
- Golsteijn, L. (2014) *How to Use USEtox® Characterisation Factors in SimaPro*. Tilgjengelig fra: <https://www.pre-sustainability.com/news/how-to-use-usetox-characterisation-factors-in-simapro> (Hentet: 06.mai 2020).
- Gyproc (2017a) *Gyproc Protect® F – Fireboard*. Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/bygningsplater/gyproc-protect-f-fireboard-article1503-318.html> (Hentet: 10.mars 2020).
- Gyproc (2017b) *Gyproc® Rehab Plasterboard*. Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/bygningsplater/gyproc-rehab-plasterboard-article1500-318.html> (Hentet: 10.mars 2020).
- Gyproc (2017c) *Gyproc® Normal – Standard Plasterboard*. Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/bygningsplater/gyproc-normal-standard-plasterboard-article1499-318.html> (Hentet: 10.mars 2020).
- Kjellsen, K. O. et al. (2014) *Karbonopptak i betong*. (Rapport 4). Oslo: Norsk betongforening.
- Klöpffer, W. og Grahl, B. (2014) *Life Cycle Assessment (LCA) : a guide to best practice*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Kommune, G. (2020) *Biri Omsorgssenter*. Tilgjengelig fra: <https://www.gjovik.kommune.no/satsningsomrader-og-prosjekter/pagaende-prosjekter/biri-omsorgssenter.3731.aspx> (Hentet: 20.april 2020).
- LCA (u.å.) *Beskrivelse av miljøpåvirkningskategoriene i EPDer*. Tilgjengelig fra: <https://lca.no/miljopavirkninger/> (Hentet: 06.mai 2020).
- Losacco, C. og Perillo, A. (2018) Particulate matter air pollution and respiratory impact on humans and animals, *Environmental Science and Pollution Research*, 25(34), s. 33901-33910.
- Lyng, K.-A. R., Anne; Vold, Mie; Svanes, Erik (2014) *Karbonopptak i betong i LCA og EPD*. (Status og videre anbefalinger): Østfoldforskning (Hentet: 14.mai 2020).
- Miljøstatus (2019) *Forsuring av havet*. Tilgjengelig fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/hav-og-kyst/forsuring-av-havet/> (Hentet: 06.mai 2020).
- Moelven (2018) *Hvorfor kan bruk av tre bidra til å løse klimakrisen?* Tilgjengelig fra: <https://www.moelven.com/no/aktuelt-og-nyheter/nyhetsarkiv/2018/hvorfor-kan-bruk-av-tre-bidra-til-a-lose-klimakrisen/> (Hentet: 09.mai 2020).
- National Toxicology Program (2016) *Formaldehyd*. (14th Report on Carcinogens). USA: National Toxicology Program (Hentet: 14.mai).
- NDLA (2018) *Nedbrytning av ozonlaget*. Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/nb/subjects/subject:21/topic:1:183344/topic:1:191062/resource:1:28308> (Hentet: 06.mai 2020).
- Norbetong (2017) *Lavkarbonbetong – et bevisst valg for lavere utslipp*. (Hentet: 20.april 2020).

- Norgips (2020a) *Norgips Standard type A (STD)*. Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/bygningsplater/norgips-standard-type-a-std-article2558-318.html> (Hentet: 10.mars 2020).
- Norgips (2020b) *Norgips Rehab type A (RHB)*. Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/bygningsplater/norgips-rehab-type-a-rhb-article2557-318.html> (Hentet: 10.mars 2020).
- Norgips (2020c) *Norgips Fireboard/Brann type DF (BRN)*. Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/bygningsplater/norgips-fireboard-brann-type-df-brn-article2561-318.html> (Hentet: 10.april 2020).
- Norsk stål (2015a) *Ribbed reinforcement bars*. Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/stal-aluminiumskonstruksjoner/ribbed-reinforcement-bars-article1152-323.html> (Hentet: 10.mars 2020).
- Norsk stål (2015b) *Wire mesh reinforcement steel*. Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/stal-aluminiumskonstruksjoner/wire-mesh-reinforcement-steel-article1151-323.html> (Hentet: 10.mars 2020).
- Norsk stål (u.å.) *Handelsvekter på kamstål* (Hentet: 01.mai 2020).
- Nyrud, A. og Glasø, G. (2018) Forskeren forteller: Neste generasjons trebygg kommer nå: Hentet fra Forskning. no: [https://forskning.no/arkitektur ...](https://forskning.no/arkitektur...)
- Produktfakta (2020) *Biri Storstuggu*. Tilgjengelig fra: <https://www.produktfakta.no/biri-storstuggu-biriveien-53-biri/prosjekt.html> (Hentet: 20.april 2020).
- Rinholm, H. M. (2018) *En sammenlignende LCA av optimale etasjeskillere i høye bygg-og den tilknyttede CO2-premien*, NTNU.
- Rockwool (2019) *ROCKWOOL stone wool thermal insulation*. Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/mutual-recognition-epd-fra-andre-programoperatører/rockwool-stone-wool-thermal-insulation-article2108-334.html> (Hentet: 10.mars 2020).
- Rockwool (u.å.) *Tunge etasjeskillere*. Tilgjengelig fra: <https://www.rockwool.no/konstruksjoner/gulv/etasjeskillere/tunge-etasjeskillere/?selectedCat=brosjyrer> (Hentet: 20.april 2020).
- Rønning, A. *et al.* (2019) Klimagassregnskap av tre- og betongkonstruksjoner, Kontorbygning-4,8 og 16 etasjer. Tilgjengelig fra: <https://www.ostfoldforskning.no/no/publikasjoner/Publication/?id=2571> (Hentet: 15.mai).
- ScienceDirect (2005) *Soil Acidification*. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/soil-acidification> (Hentet: 03.mai 2020).
- SINTEF Byggforsk (2003a) 471.010 Varmekonduktivitet og varmemotstand for bygningsmaterialer, 471.010. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/209/varmekonduktivitet_og_varmemotstand_for_bygningsmaterialer?gclid=EAIaIQobChMIIt6fBqJeL6QIVguiaCh0DxAmdEAAYASAAEgI1HfD_BwE.
- SINTEF Byggforsk (2003b) 471.010 Varmekonduktivitet og varmemotstand for bygningsmaterialer. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/209/varmekonduktivitet_og_varmemotstand_for_bygningsmaterialer?gclid=EAIaIQobChMIIt6fBqJeL6QIVguiaCh0DxAmdEAAYASAAEgI1HfD_BwE (Hentet: 27.april 2020).
- SINTEF Byggforsk (2013a) 321.030 *Brannteknisk oppdeling av bygninger*. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/79/brannteknisk_oppdeling_av_bygninger (Hentet: 01.mai 2020).

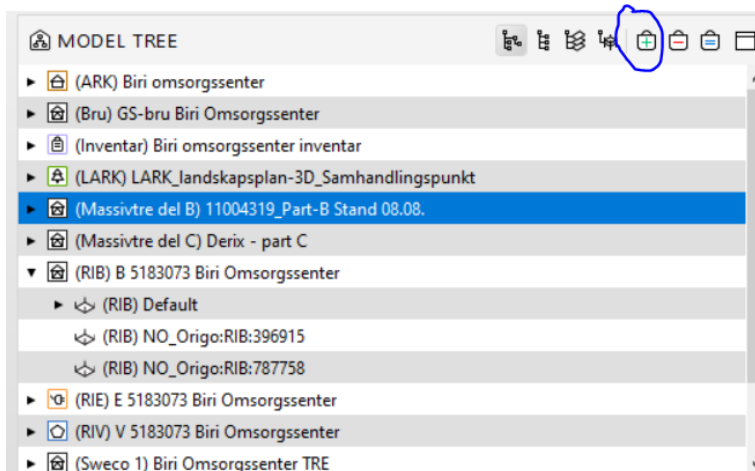
- SINTEF Byggforsk (2013b) 321.051 *Brannenergi i bygninger. Beregninger og statistiske verdier*. Tilgjengelig fra: Brannenergi i bygninger. Beregninger og statistiske verdier (Hentet: 30.april 2020).
- SINTEF Byggforsk (2013c) 471.031 *Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler*. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/215/egenlaster_for_bygningsmaterialer byggevarer og bygningsdeler](https://www.byggforsk.no/dokument/215/egenlaster_for_bygningsmaterialer_byggevarer_og_bygningsdeler) (Hentet: 01.mai 2020).
- SINTEF Byggforsk (2016) 473.103 *Energikrav til boligbygninger ved energitiltak og omfordeling av varmetap, 473.103*. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/5165/energikrav til boligbygninger ved energitiltak og omfordeling av varmetap](https://www.byggforsk.no/dokument/5165/energikrav_til_boligbygninger_ved_energitiltak_og_omfordeling_av_varmetap).
- SINTEF Byggforsk (2017) 520.320 *Brannteknisk klassifisering og dokumentasjon av bygningsdeler og byggeprodukter* (Hentet: 30.april 2020).
- SINTEF Byggforsk (2018) 471. 008 *Beregning av U-verdier etter NS-EN ISO 6946*. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/208/beregning_av_u-verdier etter ns-en iso 6946](https://www.byggforsk.no/dokument/208/beregning_av_u-verdier_etter_ns-en_iso_6946) (Hentet: 26.april 2020).
- Standard Norge (2001) *ISO 14020 Miljømerker og deklarasjoner-Generelle prinsipper*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductId=143845> (Hentet: 28.april 2020).
- Standard Norge (2002) *NS-EN 1991-1-1:2002+NA:2019 Laster på konstruksjoner - Del 1-1: Allmenne laster - Tetthet, egenvekt og nyttelaster i bygninger*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductId=1015211> (Hentet: 03.mars 2020).
- Standard Norge (2006a) *NS-EN ISO 14040 Miljøstyring - Livsløpsvurdering - Prinsipper og rammeverk*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductId=236802> (Hentet: 2.april 2020).
- Standard Norge (2006b) *NS-EN ISO 14044 Miljøstyring - Livsløpsvurdering - Krav og retningslinjer*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductId=195484> (Hentet: 15.mars 2020).
- Standard Norge (2006c) *NS-EN 1991-1-7:2006+NA:2008 Laster på konstruksjoner - Del 1-7: Allmenne laster - Ulykkeslaster*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductId=330044> (Hentet: 15.mars 2020).
- Standard Norge (2008a) *Eurokode 1 : laster på konstruksjoner Del 1-1 : Allmenne laster. Tetthet, egenvekt og nyttelaster i bygninger*. Standard Norge. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductId=1015211>.
- Standard Norge (2008b) *Eurocode 1: Laster på konstruksjoner; Del 1-3: Almenne laster; Snølaster, NS-EN 1991-1-3: 2003+AI:2015+NA:2018*.
- Standard Norge (2008c) *Eurokode : grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*. Standard Norge. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductId=814847>.
- Standard Norge (2009) *Eurokode 1: NS-EN 1991-1-4: 2005+ NA: 2009-Allmenne laster-Vindlaster*: Standard Norge.
- Standard Norge (2010) *ISO 14025 Miljømerker og deklarasjoner-miljødeklarasjoner type III-Prinsipper og prosedyrer*. Tilgjengelig fra:

- <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=474248> (Hentet: 28.april 2020).
- Standard Norge (2011) *NS-EN 15643-2 Bærekraftige byggverk - Vurdering av bygninger i et bærekraftsperspektiv - Del 2: Rammeverk for vurdering av miljøprestasjon.*
Tilgjengelig fra:
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=600238> (Hentet: 28.april 2020).
- Standard Norge (2012) *NS 8175 Lydforhold i bygninger : lydklasser for ulike bygningstyper.*
Tilgjengelig fra:
<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1045700> (Hentet: 29.april 2020).
- Standard Norge (2018) *Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjone Del 1-1 : Allmenne regler og regler for bygninger.* Lysaker: Standard Norge.
- Store Norske Leksikon (2015) *Havforsuring.* Tilgjengelig fra: <https://snl.no/havforsuring> (Hentet: 06.mai 2020).
- Store Norske Leksikon (2018a) *Fornybare ressurser.* Tilgjengelig fra: https://snl.no/fornybare_ressurser (Hentet: 14.mai 2020).
- Store Norske Leksikon (2018b) *Henryloven.* Tilgjengelig fra: <https://snl.no/Henryloven> (Hentet: 05.mai 2020).
- Store Norske Leksikon (2019) *Ozonlaget.* Tilgjengelig fra: <https://snl.no/ozonlaget> (Hentet: 05.mai 2020).
- Store Norske Leksikon (2020a) *Klimaendringer.* Tilgjengelig fra: <https://snl.no/klimaendringer> (Hentet: 04.mai 2020).
- Store Norske Leksikon (2020b) *CO2-ekvivalenter.* Tilgjengelig fra: <https://snl.no/CO2-ekvivalenter> (Hentet: 06.mai 2020).
- Storm, L. E. (2019) *Beregningsmessig nødvendig skjærarmering.* Tilgjengelig fra: ntnu.blackboard.com (Hentet: 15.mars 2020).
- Sweco (u.å.) *Biri Omsorgssenter detaljreguleringsplan* (Hentet: 20.april 2020).
- TEK17 (2019) *Ingen endringer i lydkravene i byggteknisk forskrift.* Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/om-oss/Nyhetsarkiv/ingen-endringer-i-lydkravene-i-byggteknisk-forskrift/> (Hentet: 29.04.2020).
- TEK17, D. (2017) *Byggteknisk forskrift (TEK17), Direktoratet for byggkvalitet.* Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/> (Hentet: 27.04.2020).
- Thue, J. V. (2016) *Bygningsfysikk : grunnlag.* Bergen: Fagbokforl.
- TU (u.å.) *Bygg står for 40% av verdens utslipp - slik skal det reduseres.* Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/bygg-star-for-40-av-verdens-utslipp-slik-skal-det-reduseres/223922> (Hentet: 14.mai 2020).
- Woodify (2019a) *Brannpanel Natur - Thermowood.* Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/heltreprodukter/brannpanel-natur-thermowood-article2226-320.html> (Hentet: 10.mars 2020).
- Woodify (2019b) *Woodify Natur - Thermowood.* Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/heltreprodukter/woodify-natur-thermowood-article2225-320.html> (Hentet: 10.mars 2020).
- Zachariassen, T. M. (u.å.) *Fakta om flygeaske.* Tilgjengelig fra: <https://www.norcem.no/no/Flygeaskefakta> (Hentet: 10.april 2020).

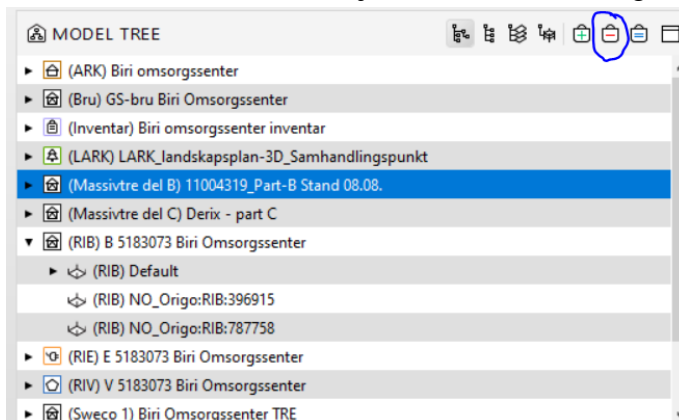
Vedlegg

Et steg for steg metode for Solbri Anywhere:

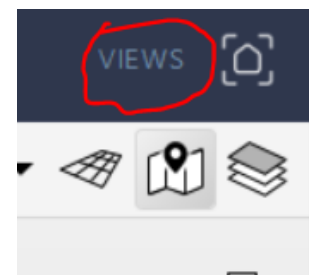
1. Last ned Solbrimodel fra Dalux. Den finnes i 07 Prosjektering→48920 BIM→2 Solbri modell.
2. Åpne filen etter at den er nedlastet. Dette kan ta en del tid.
3. Under modell tre så befinneres det ulike modeller. Selektere hvilken modell som skal vises ved å klikke på den og trykke på ikonene som vises på bilde.



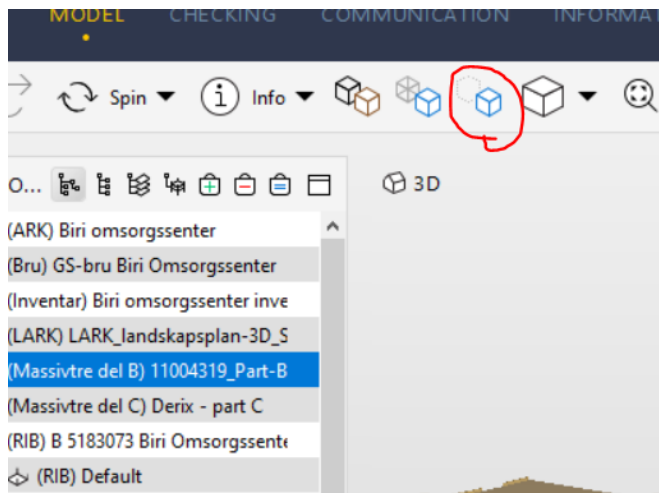
4. Modellen kan også tas bort ved å trykke på ikonene som vises i bilde. (Massivtre del B) 11004319_Part B Stand 08.08, (Massivtre del C) Derix-part C, (RIB) B 5183073 Biri Omsorgssenter, (Sweco 1) Biri Omsorgssenter TRE og (Sweco 2 Biri Omsorgssenter MASSIVTRE viser konstruksjonsdeler i Biriomsorgssenter.



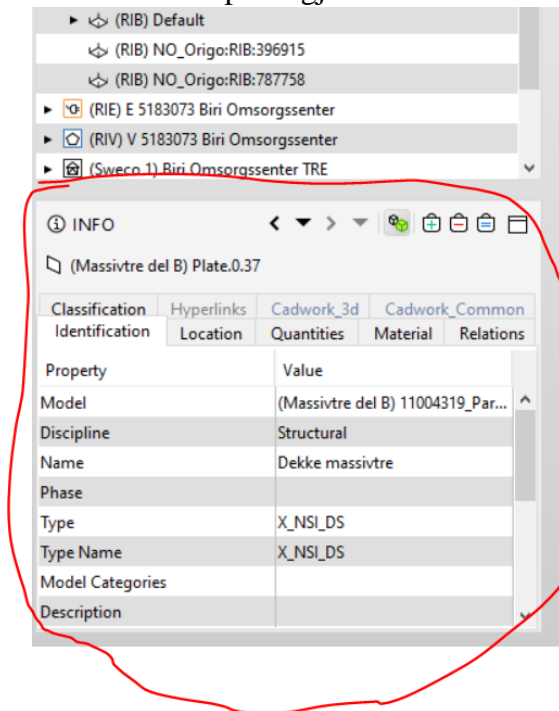
5. For å se hvilke modeller som er selektert, trykk på views og deretter velge selection basket. Da vil det komme opp et vindu med liste over alle selekterte modeller.



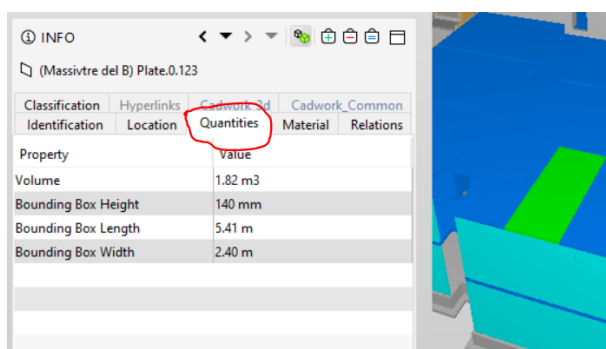
6. For å få Solbri til å vise kun de selekterte modellene, trykk på ikonet som vises på bilde.



7. Når man klikker på en gjenstand i modellen så kommer det opp dette:



8. Får å finne areal, volum eller høyde av gjenstanden, gå til quantities.

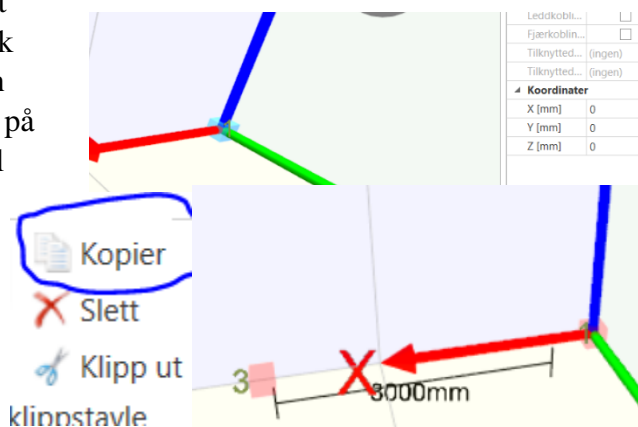


Et steg for steg metode for snølast i Os-Prog:

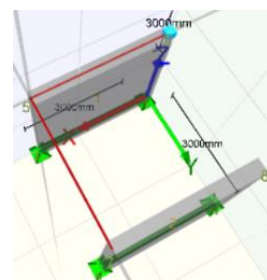
1. Åpne LAST-programmet og velg snølast.
2. Velge Gjøvik som kommune og Biri som sted.
3. Velge type tak som skråtak.
4. Velge lengde etter del B. Selv om bygg b dimensjoner settes inn så vil snølasten som blir skapt gjelde for del A og C.
5. Vedlegg med A-20-40-X-T-01 Fasade Nord og Vest viser byggets høyde over havet. Dette settes inn i LAST-programmet.
6. Trykk på beregning og lagre rapporten som PDF.

Et steg for steg metode for Focus Konstruksjon:

1. Åpne en ny fil i 3D i Focus konstruksjon.
2. Redigere grid slik at den passer til lengde, bredde og høyde til det bygget som skal modelleres i Focus. De ulike lengdene finnes i Solbri modell av bygget.
3. Vedlegg med A-20-40-X-T-01 Fasade Nord og Vest viser høyden på de ulike bygg i biriomsorgssenter.
4. Vedlegg med A-20-20-1-A-01 og A-20-20-2-A-01 viser plan for 1. og 2.etg i del A av biriomsorgssenter. Dette brukes i tillegg til Solbri modell når del A modelleres i Focus. Del A er for stor til å bli modellert i en fil og derfor blir delt i to deler A1, og A2 der A2 er kafe/kantine delen av del A.
5. Vedlegg med A-20-20-1-B-01 og A-20-20-2-B-01 viser plan for 1. og 2.etg i del B. Vedlegg med A-20-20-1-C-01 og A-20-20-2-C-01 viser plan for 1 og 2.etg i del C. Dette brukes i tillegg til Solbri modell til å modellere del B og del C i Focus konstruksjon.
6. Solbri viser tykkelse og type materiale som brukes i bygget, med unntak av noen feil som at de to øverste dekkene i del A er i massivtre, mens det står at de er i betong i Solbri modellen.
7. Seksjoneringsvegg i del B av Biriomsorgssenter tas ikke med i modellering siden den vil bli lik selv om massivtre byttes med lavkarbonbetong.
8. Det skal modelleres for hardest belastet vegg for vindlast. Det lages en separat Focus Konstruksjon fil for hardest belastet vegg for vindlast. Dette skyldes at det tar mindre tid å analysere en vegg enn et helt bygg i Focus. Det er kun yttervegger som utsettes for vindlasten. Lastene som veggene utsettes for beregnes i en Excel fil og ut ifra standardene som gjelder for lastberegning.
9. Modellere en vegg: Start med å ha et knutepunkt med alle koordinatene lik null. Kopier knutepunktet og lim inn knutepunktet slik at den står nederst på den andre enden av vegg som skal modelleres. Gå inn på bibliotek og velg vegg. Velg tykkelse, material og høyde. Velg å ha ranbetingelser Trykk på de to knutepunktene for å lage en vegg mellom dem.

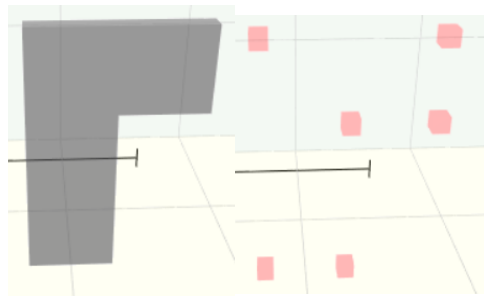


10. Modellere en søyle: Legg en knutepunkt der det skal legges et søyle. Gå inn på bibliotek og vegg søyle. Velg material, tverrsnitt, høyde og randbetingelse. Hvis tverrsnittet som ønskes er ikke allerede i listen med tverrsnitt så må den lages. Den lages ved å gå inn på modell. Gå inn på tverrsnitt... under innstillinger. Velg et tverrsnitt som er i nærheten av ønsket tverrsnitt eller et tilfeldig tverrsnitt og trykk på nytt tverrsnitt. Velg dimensjonene som det nye tverrsnittet skal ha også trykk på ok.



11. Modellere en dekke: Gå inn på modell og velg plant skall. Velg material og tykkelse. Trykk på de knutepunktene som skal avgrense dekken.

12. Modeller en vegg med dør åpning: Legg en knutepunkt i hver hjørne av veggen inkludert døråpninger. Å kopiere knutepunkt og lime dem inn i et utvalgt sted kan gjøre jobben enklere. Gå inn på modell. Velg plant skall og velg knutepunktene som skal avgrense veggen. Trykk på veggen og bytt type fra plate til vegg.



13. Det skal legges inn åpning der det er heissjakt, trapper og åpning i kafeen i del A. Dette gjøres ved å trykke på dekke og velge utsparing og legge inn åpningen. Det er lurt å ha knutepunkter i hjørnene av åpningen. Dette gjør det enklere å legge inn åpningen i Focus.
14. Nyttelast finnes ved bruk av (Standard Norge, 2002, Tabell A.1). Snølast finnes ved bruk av Os-Prog. Focus konstruksjon beregner selv tyngden av konstruksjonen.
15. Lastene settes inn ved å gå inn på last. Gå inn på laster/masser og velge flatelast hvis lasten fordeler seg over hele dekken.
16. Generer mesh ved å gå inn på mesh og velge generer mesh (alle skall).
17. Generer lastkombinasjoner ved å gå inn på last. Trykk på lastkombinering. Generer lastkombinasjoner i bruks- og bruddgrensetilstand. Velg pålitelighetsklasse. Det velges pålitelighetsklasse 2 for biriomsorgssenter basert på definisjon i (Standard Norge, 2006c). Velg dominerende lasttilfelle hvis det er flere typer lasttilfeller, men den kan settes som ikke åpenbart hvis det er ikke klart hvilken lasttilfelle er dominerende. Det velges hvilken lasttilfeller som virker og ikke virker samtidig. Snølast og nyttelast i biriomsorgssenter virker samtidig.
18. Det generers armering ved å høyreklikke på et skall og velge generer armering. Velg alle betongskall, nødvendig armering, lengde- og skjærarmering og alle kombinasjoner i brudd. Dette fungerte del B, men ikke i del A og C. Da måtte det velges minimum armering istedenfor nødvendig og deretter gå inn på hver skall (vegg/dekke) og legge inn mer armering. Det legges mer armering ved å redusere senteravstand (CC), øke armeringsdiameter og legge inn armeringsstanger. Dette gjøres ved å skrive inn et tilfeldig tall i

Armeringslag

Arealnr.	CC [mm]	Z [mm]
1	377	41,0
1	377	53,0
1	377	259,0
1	377	247,0
I 0	200	0,0
1		

senteravstand celle og velge 1 under arealnr. Senteravstand (CC) og diameter på armering. Retningen på armeringsstangene kan velges mellom horisontalt og vertikalt. Z angir hvor i tverrsnittet plasseres armeringen.

19. Gå inn på analyse. Velg verifiser modell for å sjekke at alt stemmer i modellen. Grønt betyr at det er ikke noe problem, gult betyr at dette må sees på, men modellen kan likevæll analyseres og rødt betyr at dette må fikses før det analyseres.
20. Velg alle kombinasjoner i brudd i lastkombinasjon (krefter) og samme som for krefter for lastkombinasjon (forskyvninger).
21. Trykk på utfør analyse og vent mens programmet kjører analysen. Dette kan ta lang tid i store filer.
22. Gå inn på resultater og kjør kapasitetskontroll og forkyvningskontroll.
23. Hvis det er for mye kapasitetsutnyttning så kan tykkelsen og armeringen på veggene, dekkene, søylene eller bjelkene økes.
24. Analyse kjøres på nytt. Kapasitetskontroll og forkyvningskontroll kjøres på nytt.
25. Punkt 21 og 22 gjentas til kapasitet og forkyvning er innen det som er akseptabel.

Et steg for steg metode for LCA checklist:

Massivtre:

1. LCA checklist er et Excel-dokument som Lizhen delte ut. Konstruksjoner er delt i fundamenter, bæresystem (bjelker og søyler), yttervegg, innervegg og dekker.
2. Det settes ekstra koloner for volum/areal, enhet til volum/areal, tetthet (av materiale) og enhet på tetthet til materiale.
3. Det legges på separate ark i Excel dokument for vegger, dekker, søyler og bjelker. Dette gjør beregning enklere.
4. Det brukes Solbri modell av biriomsorgssenter for å finne mengde av hvert materiale brukt i bygget. Det lages to Excel-dokumenter for hver del i bygget. Den ene viser original bygget i massivtre og den andre viser når lavkarbonbetong erstatter massivtre.
5. Solbri modell brukes for å finne volum på de ulike bjelkene og søylene i bygget. Den brukes også for å finne areal av de ulike veggene og dekke.
6. Bjelkene og søylene deles videre etter hvilket material de er laget av. Hensikten er å finne totalt volum som er brukt av dette materiale i bjelker og søyler. Dette skal settes i hovedarket som inneholder alle materialene som er brukt i bygget.
7. Vedlegg med A-20-68-X-X-06 (innervegger) og A-20-68-X-X-07 (yttervegger) viser oppbygning av de ulike veggene. Mengden til de ulike materialene finnes ved å gange tykkelse med arealet til veggene.
8. Etter å ha funnet volum til hvert materiale så skal dette settes inn i hovedarket.
9. Det samme gjøres for dekker.
10. Armering i LCA checklist massivtre: Det blir benyttet armeringsstanger og armeringsnett. Vedlegg med B-21-50-0A-01, B-25-95-0-A-02, B-21-50-0-BC-01, B-25-50-0-A-01, B-25-95-0-A-04, B-21-95-0-BC-01 og B-25-20-0-A-01 viser armering i de ulike betong konstruksjonene i biriomsorgssenter inkludert fundament. Solbri modell angir navne på tverrsnittet som betongkonstruksjonen har og vedlegget viser hvordan armeringen er lagt. En armeringsnett veier 41 kg og har areal på 10 m². Mengde armeringsnett som brukes finnes ved å gange arealet på konstruksjonen der armeringsnett er benyttet med 41 kg del på 10 m² (tetthet til armeringsnett med enhet

kg/m²). (Norsk stål, u.å.) angir tetthet per m stang avhengig av armeringsdiameter. Det benyttes konstruksjonens lengde/høyde deles på senteravstand for å finne hvor mange armeringsstanger det er plass til i lengde/høyde. Dette ganges med lengde på stangen og ganges med tilsvarende tetthet.

11. U-verdi for hver type vegg og hvert dekke beregnes i de ekstra arkene for vegger og dekker. Dette brukes når massivtre erstattes med lavkarbonbetong. Konstruksjonene med massivtre og lavkarbonbetong skal ha samme U-verdi. De skal også ha lik (eller bedre) brannmotstand og lydreduksjonstall. Brannmotstand og lydreduksjonstall er det ikke mulig å beregne, men det er ikke nødvendig å beregne fordi lavkarbonbetong bedre brannmotstand og lydreduksjonstall enn massivtre.
12. (SINTEF Byggforsk, 2003b) angir varmekonduktivitet for de ulike materialene. Disse verdiene brukes hvis EPD til de ulike materialene ikke angir verdier for varmekonduktivitet. For isolasjonsprodukter så velges varmekonduktivitet på 0,0034 fordi de fleste isolasjonsprodukter som brukes har denne verdien som varmekonduktivitet.
13. Tetthet for hver av produktene finnes i EPD og hvis EPD angir ikke tetthet så kan verdiene i (SINTEF Byggforsk, 2013c) brukes i stedet.
14. Mengde materialer i kg regnes ved å gange volum/areal med tetthet av materiale.
15. For isolasjon så er det benyttet fire typer isolasjon og det er benyttet like mye av hver av dem. Den total mengde isolasjon deles mellom de fire.
16. Det samme gjelder gips, men der er det brukt to typer gips: Gyproc og Norgips. Den totale mengde gips deles mellom de to.
17. En kolonne ved mengde enhet brukes til å se på om materiale har EPD. Hvis materiale har EPD, skrives yes. Hvis ikke så skrives no.

Lavkarbonbetong:

1. LCA checklist til hver del i massivtre kopieres og massivtre byttes med lavkarbonbetong i navnet.
2. Massivtre byttes med lavkarbonbetong i hovedarket i Excel dokumentet. Hvis det er allerede en rad for lavkarbonbetong i tillegg til massivtre, så slå de sammen.
3. Dette gjøres også inn på arkene med vegger og dekker. Tykkelse på de ulike veggene og dekkene settes lik det som blir funnet i Focus.
4. Bjelker og søyler endres kun hvis Fokus viser at det må brukes et større tverrsnitt på bjelken/søylen.
5. Lavkarbonbetong har god lyd- og brannegenskaper. Dette medfører at det er ikke behov for å bruke gips i konstruksjonen med hensyn på lyd- og brannkrav. Gipsen fjernes fra hovedarket og de ekstra arkene for vegger og dekker. Det er også ikke behov for kledningen.
6. Massivtre byttes med lavkarbonbetong i U-verdi beregningen. Varmekonduktivitet settes lik 2,5 fordi varmekonduktivitet til betong er 2,5 ifølge (SINTEF Byggforsk, 2003a)
7. Det settes på mer isolasjon til U-verdien til de ulike veggene og dekkene er lik U-verdien til de ulike veggene og dekkene da det ble brukt massivtre.
8. Tykkelse av isolasjonen endres, og dette medfører endring i volum av isolasjon.
9. Armering: all armering står som kamstål armeringsstanger. Mengde armering i hver konstruksjon finnes ut ifra Focus modell. Mengde armering finnes på to metoder.

10. For dekker og vegger som har lik mengde senteravstand og armeringsdiameter: Finn armeringsprosent på 1 m². Ta 1 m² av veggen/dekke og beregn volum armering i denne 1 m². Del den med volumet av denne 1 m² (1 m²*tykkelse på veggen eller dekken). Dette gir prosent (i desimaltall) for armering i veggene og dekkene med lik mengde armering. Dette ganges med volumet til disse veggene og dekkene for å finne totalt volum i veggene og dekkene.
11. For vegger og dekker med ulik senteravstand og armeringsmengde: Veggens/dekkens lengde, bredde eller høyde deles på senteravstand for å finne hvor mange armeringsstanger det er plass til i lengde, bredde eller høyde. Dette antallet ganget med volumet av den ene stangen for å finne volum av armering i veggen/dekken
12. Armeringen summeres sammen og ganges med tetthet til armering. Siden her beregnes volum og ikke lengde så gjøres om tetthet fra (Norsk stål, u.å.) til kg/m³. Hvis det er brukt armering med en diameter så tas tetthet til denne diameter og dele på tverrsnittsarealet. Hvis det er flere diameter som brukes så skal gjennomsnittet av disse tetthetene til diameterne finnes og den skal deles på tverrsnittsareal (til gjennomsnitt av diameterne)
13. Volum armering skal ganges med tetthet til armering for å finne mengde armering i kg.
14. Materialer som det skjer ingen endring på eller har ikke noe spesiell funksjon skal ikke tas med.

Et steg for steg metode for SimaPro:

Gips-Norgips:

1. Finn og åpne opp EPD for gips som er laget av Norgips.
2. Gå in på process → coverings → market.
3. Finn Gypsum plasterboard (GLO)|market fro|Cut-off, U. Det velges GLO (GLO for globalt) fordi gips produseres på samme måte i Norge som globalt.
4. Trykk på den og deretter trykk på copy (ligger til høyre).
5. Gi den et nytt navn. Kall den for Gips Norgips (NO)|production|Cut-off, U. NO står for Norge fordi den er produsert i Norge.
6. Lukk vinduet og lagre endringer.
7. Finn Gypsum plasterboard (CH)|production| Cut-off, U og trykk på copy. Kall den for Gips Norgips (NO)|production|Cut-off, U.
8. Bytt Electricity, medium voltage (CH) market for|Cut-off, U til Electricity, medium voltage (NO) market for|Cut-off, U fordi gipsen produseres i Norge.
9. Bytt Heat, district or industrial, other than natural gas (CH)|market for heat, district or industrial, other than natural gas|Cut-off, U til Heat, district or industrial, other than natural gas (Europe without Switzerland)|market for heat, district or industrial, other than natural gas|Cut-off, U
10. Bytt Tap water (CH)|market for|Cut-off,U med Tap water (Europe without Switzerland)|market for|Cut-off,U
11. Bytt Water, unspecified natural origin, CH med Water, unspecified natural origin, NO.
12. Stucco (GLO)|market for|Cut-off,U er gypsum (REA). Folding

Product specification

Materials (excl water)	kg	%
Gypsum (REA)	8,6	95,4
Cardboard	0,3	3,6
Glass fibre reinforcement	0,010	0,1
Div additives (total)	0,08	0,9
Totalt	9	100

- boxboard/chipboard (GLO)|market for|Cut-off,U er cardboard. Glass fibre (GLO)|market for|Cut-off, U er glass fibre reinforcement.
13. Bregn hvor mye det skal inneholde av hvert stoff pr kg gips brann. Dette gjøres ved å ta vekta av materiale og dele på den totale vekt av gips brann. Skriv dette under amount.
 14. Gå på file og velg save for å lagre det i simapro.
 15. Trykk på Calculate og velg analyze.
 16. Legg metode som ILCD 2011 Midpoint+.
 17. Trykk på calculate.
 18. Gå på file og velg export og lagre som en excel dokument. Kall den for Gips Norgips

Gips-Gyproc:

1. Finn og åpne opp epd for gips som er laget av gyproc.
2. Finn Gypsum plasterboard (CH)|production| Cut-off, U og trykk på copy. Kall den for Gips Gyproc (NO)|production|Cut-off, U.
3. Bytt Electricity, medium voltage (CH) market for|Cut-off, U til Electricity, medium voltage (NO) market for|Cut-off, U fordi gipsen produseres i Norge.
4. Bytt Heat, district or industrial, other than natural gas (CH)|market for heat, district or industrial, other than natural gas|Cut-off, U til Heat, district or industrial, other than natural gas (Europe without Switzerland)|market for heat, district or industrial, other than natural gas|Cut-off, U.
5. Bytt Tap water (CH)|market for|Cut-off,U med Tap water (Europe without Switzerland)|market for|Cut-off,U
6. Bytt Water, unspecified natural origin, CH med Water, unspecified natural origin, NO.
7. Det skal kun byttes mengde på Stucco (GLO)|market for|Cut-off,U (Stucco) og Folding boxboard/chipboard (GLO)|market for|Cut-off,U (Paper liner).
8. Bregn hvor mye det skal inneholde av hvert stoff pr kg gips. Dette gjøres ved å ta vekta av materiale og dele på den totale vekt av gips.

Product specification:

Materials	kg	%
Stucco	7.326	81.40
Paper liner	0.335	3.722
Other additives	0.112	1.244
Water	1.227	13.634
Total	9	100

9. Gå på file og velg save for å lagre det nye materiale i SimaPro.
10. Trykk på Calculate og velg analyze.
11. Legg metode som ILCD 2011 Midpoint+.
12. Trykk på calculate.
13. Gå på file og velg export og lagre som en excel dokument. Kall den for Gips Gyproc.

Gips rehab-Norgips:

1. Finn og åpne opp epd for gips rehab som er laget av Norgips.
2. Finn Gips Norgips (NO)|production|Cut-off,U og trykk på copy. Kall den for Gips rehab Norgips (NO)|production|Cut-off, U.
3. Det skal kun byttes mengde på Stucco (GLO)|market for|Cut-off,U (Gypsum (REA)), Folding boxboard/chipboard (GLO)|market for|Cut-off,U (Cardboard) og Glass fibre (GLO)|market for|Cut-off, U (Glass fibre reinforcement)
4. Beregn hvor mye det skal inneholde av hvert stoff pr kg gips. Dette gjøres ved å ta vekten av materiale og dele på den totale vekt av gips.

Materials (excl water)	kg	%
Gypsum (REA)	5,1	93,2
Cardboard	0,3	5,8
Glass fibre reinforcement	0,005	0,1
Div additives (total)	0,05	1,0
Totalt	5,5	100

5. Gå på file og velg save for å lagre det nye materiale i SimaPro.
6. Trykk på Calculate og velg analyze.
7. Legg metode som ILCD 2011 Midpoint+.
8. Trykk på calculate.
9. Gå på file og velg export og lagre som en excel dokument. Kall den for Gips rehab Norgips.

Gips rehab-Gyproc:

1. Finn og åpne opp epd for gips rehab som er laget av gyproc.
2. Finn Gips Gyproc (NO)|production|Cut-off,U og trykk på copy. Kall den for Gips rehab Gyproc (NO)|production|Cut-off, U.

Materials	kg	%
Stucco	4.565	81.51
Paper liner	0.337	6.078
Other additives	0.126	2.25
Water	0.572	10.124
Total	5.6	100

3. Det skal kun byttes mengde på Stucco (GLO)|market for|Cut-off,U (Stucco) og Folding boxboard/chipboard (GLO)|market for|Cut-off,U (Paper liner).
4. Beregn hvor mye det skal inneholde av hvert stoff pr kg gips. Dette gjøres ved å ta vekten av materiale og dele på den totale vekt av gips.
5. Gå på file og velg save for å lagre det nye materiale i SimaPro.
6. Trykk på Calculate og velg analyze.
7. Legg metode som ILCD 2011 Midpoint+.
8. Trykk på calculate.
9. Gå på file og velg export og lagre som en excel dokument. Kall den for Gips rehab Gyproc.

Gips brann-Norgips:

1. Finn og åpne opp epd for gips brann som er laget av Norgips.
2. Finn Gips Gyproc (NO)|production|Cut-off,U og trykk på copy. Kall den for Gips brann Norgips (NO)|production|Cut-off, U.
3. Det skal kun byttes mengde på Stucco (GLO)|market for|Cut-off,U (Gypsum (REA)), Folding boxboard/chipboard (GLO)|market for|Cut-off,U (Cardboard) og Glass fibre (GLO)|market for|Cut-off, U (Glass fibre reinforcement)
4. Beregn hvor mye det skal inneholde av hvert stoff pr kg gips. Dette gjøres ved å ta vekten av materiale og dele på den totale vekt av gips.

Materials (excl water)	kg	%
Gypsum (REA)	11,4	92,1
Cardboard	0,4	3,0
Glass fibre reinforcement	0,025	0,2
Div additives (total)	0,58	4,7
Totalt	12,4	100

5. Gå på file og velg save for å lagre det nye materiale i SimaPro.
6. Trykk på Calculate og velg analyze.
7. Legg metode som ILCD 2011 Midpoint+.
8. Trykk på calculate.
9. Gå på file og velg export og lagre som en excel dokument. Kall den for Gips brann Norgips.

Gips brann-Gyproc:

1. Finn og åpne opp epd for gips brann som er laget av Gyproc.

Materials	kg	%
Stucco	9.884	78%
Paper liner	0.346	3%
Other additives	1.148	9%
Water	1.322	10%
Total	12.7	100%

2. Finn Gips Gyproc (NO)|production|Cut-off,U og trykk på copy. Kall den for Gips brann Gyproc (NO)|production|Cut-off, U.
3. Det skal kun byttes mengde på Stucco (GLO)|market for|Cut-off,U (Stucco) og Folding boxboard/chipboard (GLO)|market for|Cut-off,U (Paper liner).
4. Beregn hvor mye det skal inneholde av hvert stoff pr kg gips. Dette gjøres ved å ta vekten av materiale og dele på den totale vekt av gips.
5. Gå på file og velg save for å lagre det nye materiale i simapro.
6. Trykk på Calculate og velg analyze.
7. Legg metode som ILCD 2011 Midpoint+.
8. Trykk på calculate.
9. Gå på file og velg export og lagre som en excel dokument. Kall den for Gips brann Gyproc.

Armeringsstål:

1. Søke etter reinforcement steel og velg Reinforcement Steel (RER)|Production|Cut-off,U.
2. Trykke på kopier og endre navnet til armeringsstål (NO)|production|Cut-off, U. NO står for Norge fordi den er produsert i Norge.
3. Reinforcement Steel (RER)|Production|Cut-off,U består av Steel, low-alloyed (RER)|Steel production, electric, low-alloyed|Cut-off,U og Steel, unalloyed (RER)|Steel production, electric, low-alloyed|Cut-off, U. Finn disse, bytt RER med NO og bytt fra Electricity, medium voltage (RER)|market for|Cut-off, U til Electricity, medium voltage (NO)|market for|Cut-off, U.
4. Trykk på calculate og analyze. Velg ILCD 2011 Midpoint+ som metode.
5. Trykk på Calculate og deretter file og exporter som et excel dokument.

Armeringsnett:

1. Akkurat samme metode for armeringsstål.

Isolasjon:

1. Informasjon som finnes i epd er ikke tilstrekkelig og derfor så tas all isolasjon ut ifra det som allerede står i SimaPro.
2. Glava glassull og knauf isolasjon: velg Glass wool mat (CH)|production|Cut-off,U, men endre all strøm til Electricity, medium voltage (NO)|market for|Cut-off,U. Bytt navnet fra Glass wool mat (CH)|production|Cut-off,U til Glass wool mat (NO)|production|Cut-off,U.
3. Rockwool og Hunton Nativo: velg Stone wool (ROW)|stone wool production|Cut-off, U men endre all strøm til Electricity, medium voltage (NO)|market for|Cut-off,U. Bytt navn til Rockwool (NO)| stone wool production|Cut-off, U.
4. Trykk på calculate og analyze. Velg ILCD 2011 Midpoint+ som metode.
5. Trykk på Calculate og deretter file og exporter som et excel dokument.

Massivtre:

1. Finn Glued laminated timber for indoor use (RER)|Cut-off,U og kopier.
2. Kall den Massivtre (DE)|production|Cut-off, U. Massivtre produseres i Tyskland.
3. Bytt mengde til Sawnwood, board, hardwood, raw, planed (u=20%) (GLO)|market for|Cut-off,U. Sett den som 0,98 m³ (tatt ut ifra EPD).
4. Trykk på calculate og analyze. Velg ILCD 2011 Midpoint+ som metode.
5. Trykk på Calculate og deretter file og exporter som et excel dokument.

Limtre:

1. Samme metode som massivtre, men sett navnet til Limtre (DE)|production|Cut-off,U.
2. Bytt Sawnwood, board, hardwood, raw, planed (u=20%) (GLO)|market for|Cut-off,U med Sawnwood, beam, hardwood, raw, planed (u=20%) (GLO)|market for|Cut-off,U.
3. Sett mengde som 0,9783 m³ (tatt ut ifra EPD).

Stendere (Heltre C24):

1. Finn Sawnwood beam, hardwood, dried (u=20%), planed (ROW)|planing, beam, hardwood, u=20%|Cut-off, U og trykk kopier.
2. Kall den Stendere (NO)| planing, beam, hardwood, u=20%|Cut-off, U.
3. Bytt strøm til Electricity, medium voltage (NO)|market for|Cut-off,U.
4. Trykk på calculate og analyze. Velg ILCD 2011 Midpoint+ som metode.
5. Trykk på Calculate og deretter file og exporter som et excel dokument.

Lavkarbonbetong:

1. Finn Cement, pozzolona and fly ash 11-35% not-US (CH)|production|Cut-off,U og trykk på kopiere. Kall den for Sement, pozzolona og flyge aske 11% (DK)|production|Cut-off,U og bytt all støm til Electricity, medium voltage (DK)|market for|Cut-off,U. Det bytte til DK fordi sement er produsert i danmark.
2. Legg til Sand ved å trykke på add og velg Sand (GLO)|market for|Cut-off,U.
3. Clinker (CH)|production|Cut-off,U

Materials	kg	%
Chalk	1149	79
Fly ash	164	11
Sand	60	4
Gypsum	53	4
Other primary materials	37	<3
Other secondary materials	<1	<1

4. EPD til sement er basert på 1000 kg sement. Beregn hvor mye det skal være av hver materiale i sement ved å ta vekta til materiale og dele på 1000 kg sement. Det deles på 1000 kg fordi det skal beregnes hvor mye materiale det trenges for å produsere 1 kg sement.
5. Finn Cement, pozzolona and fly ash 11-35% not-US (CH)|market for cement, pozzolona and fly ash 11-35% not-US |Cut-off,U og kopiere. Kall den for Sement, pozzolona og flyge aske 11% (DK)| market for cement, pozzolona and fly ash 11-35% not-US |Cut-off,U.
6. Bytt ut Cement, pozzolona and fly ash 11-35% not-US (CH)|production|Cut-off,U med Sement, pozzolona og flyge aske 11% (DK)|production|Cut-off,U.
7. Finn Concrete, 35 MPa (RoW)|concrete production 35 MPa, RNA only|Cut-off,U og kopier og sett navnet som Lavkarbon A, 35 MPa (NO)| concrete production 35 MPa|Cut-off,U. Betongen produseres i Norge.
8. Bytt all strøm til Electricity, medium voltage (NO)|market for|Cut-off,U.
9. Legg til plasticiser ved å trykke på add og trykke på find og skrive plasticizer på søkefeltet.
10. Velg Plasticiser, for concrete, based on sulfonated melamine formaldehyde (GLO)|market for|Cut-off,U.
11. EPD til lavkarbon betong er basert på 1 m³ lavkarbon betong. Mens materialer som betongen består av bruker kg som enhet. For å beregne mengde så må antall m³ materiale ganges med densiteten til betong. Antall m³ materiale finnes ved å gange 1 m³ med prosent (i desimaltall) materiale i 1 m³ betong. Prosentene finnes i EPD.

1m3 ferdigbetong styrkeklasse B35 og bestandighetsklasse M45

Materials	Percent
Cement	8,15
Aggregate	78,27
Water	6,51
Chemicals	0,14
SCM	6,94

12. Cement settes som Sement, pozzolona og flyge aske 11% (DK)| market for cement, pozzolona and fly ash 11-35% not-US |Cut-off,U, aggregate er Gravel, crushed (CH)|market for gravel, crushed|Cut-off, U, Plasticiser, for concrete, based on sulfonated melamine formaldehyde (GLO)|market for|Cut-off,U er en del av chemicals og Tap water (Europe without Switzerland)|market for|Cut-off, U er water. SCM er waste og derfor inkluderes ikke.

Materials	Source	Data quality	Year
SCM	0	Waste	0
Aggregate	Modified Ecolinvent	Database	2012
SCM	TI, Denmark	EPD	2013
Chemicals	EPD-EFC-20150086-IAG1-EN	EPD	2015
Chemicals	EPD-EFC-20150091-IAG1-EN	EPD	2015
Cement	NEPD-1426-468	EPD	2015
Aggregate	Østfoldforskning	Database	2016
Water	ecoinvent 3.4	Database	2017

13. Trykk på calculate og analyze. Velg ILCD 2011 Midpoint+ som metode.
 14. Trykk på Calculate og deretter file og exporter som et excel dokument.

Gulvbetong:

1. Samme metode som lavkarbon betong, men sett navnet som Gulvbetong, 35 MPa (NO)|concrete production 35 MPa|Cut-off, U. Bytt på mengde etter det som står i EPD.
2. Bytt på mengde.

1m3 ferdigbetong styrkeklasse B35 og bestandighetsklasse M45

Materials	Percent
Cement	12,55
Aggregate	74,91
Water	7,80
Chemicals	0,09
SCM	4,64

Transport:

1. Finn hvor hvert materiale er produsert. Dette står i EPD og hvis det ikke gjør så kan produktet søkes i google for å finne hvor den er produsert. Hvis det er vanskelig å finne hvor det er produsert så setter Oslo som produksjonssted.
2. Finn avstand (km) mellom fabrikk og birlomsorgssenter ved bruk av google maps. Dette skrives i excel dokument for LCA checklist.
3. For hver materiale: gjør om til tkm ved å gange avstand (km) med antall tonn (kg/1000) materiale som er brukt i bygget. Dette gjøres også i LCA checklist.
4. Summer alle tkm.
5. Gå på SimaPro. Gå på processes→Transport→Road→market.

6. Velg Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro5 (RER)| market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 | Cut-off, U.
7. Velg Calculate og deretter analyze. Velg ILCD 2011 Midpoint+ som metode
8. Skriv inn total mengde tkm i bygget.
9. Trykk på Calculate og exporter som et excel dokument.

Et steg for steg metode for Building LCA:

1. Building LCA er et Excel-dokument som Lizhen har delt ut.
2. Under excel-arket 07 IMPACT data så legges total utslippene fra hvert materiale. Dette gjøres ved å åpne Excel filen til materiale og kopiere kolonnen som inneholdte total utslippene.
3. Skriv navnet på materiale på cellen som er over total (utslipp) og skrive hvilken mengde materiale er utslippene basert på. Total utslippene til armeringsnett er basert på 1 kg armeringsnett → armeringsnett (kg). Total utslippene til lavkarbon A (betong) er basert på 1 m³ lavkarbon A (betong) → Lavkarbon A (m³).
4. Under BIM Information så legges inn mengde materialer fra fundamenter, bæresystem, yttervegg, innervegg og dekker. Mengde materiale skal ha samme enhet som mengdeenhet til materiale som total utslippene tilhører. Lavkarbon A skal ha enhet m³, mens armeringsnett skal ha enhet i kg.
5. Transport legges under 08 IMPACT factor A4-5. Det legges total mengde tkm og total utslippene fra transport.

`=('07_IMPACT data A1-A3 '!G17)*(('02 BIM INFORMATION'!D23)+('02 BIM INFORMATION'!D36) +('02 BIM INFORMATION'!D49))`
6. Det legges et ekstra ark ved siden 12_Results_mandatory. Her skal det beregnes total utslippene til fra hver materiale som er brukt i bygget. Dette gjøres ved å gange utslippene per mengdeenhet (utslipp per kg eller m³ materiale) med total mengde materiale som er brukt i bygget. For å gjøre beregning av hver utslippskategori enklere så settes det et \$ foran cellenummer til mengde materiale. Deretter så kopieres cellen nedover. Dette gjør at kun utslippskategori endres nedover og ikke mengde.
7. Alle isolasjonsprodukter summeres under en kolonne og det samme gjelder gips.
8. Summer hver utslippskategori. fra materialene. Dette blir summen av utslippene i A1-3.
9. Utslippene fra transport skal stå under utslippene til A4.
10. Dette skal føres inn i 12_Results_mandatory. Det skal stå mnc under fasene som ikke er beregnet. Mnc betyr module not calculated.

LCA-checklist del A av Biriomsorgssenter lavkarbonbetong

Materialer

Bygningsdel	Element	Material	Volum	Enhet	Tetthet	Enhet	Mengde	mengde enhet	EPD? (yes, EPD document, Nei, go to Recipe	From factory to construction site (km)	tkm
Grunn og Fundamenter	Gulv på grunn (A1)	Betong (B35)	67,82	m ³	2400	kg/m ³	162764,1	kg	yes	28,1	4573,67215
	Armering	Kamstål-Armeringssål	7,44	m ³	7850	kg/m ³	58390,3	kg	yes	21,3	1243,71444
	Gulv på grunn (A2)	Betong (B35)	105,72	m ³	2400	kg/m ³	253731,5	kg	yes	28,1	7129,85629
	Armering	Kamstål-Armeringssål	3,50	m ³	7850	kg/m ³	27445,8	kg	yes	21,3	584,594619
	Isolasjon	Hunton Nativo	32,16	m ³	50	kg/m ³	1608,1	kg	no	21,2	34,0907082
	Isolasjon	Glava	32,16	m ³	17,5	kg/m ³	562,8	kg	yes	211	118,754661
	Isolasjon	Knauf	32,16	m ³	24	kg/m ³	771,9	kg	yes	2209	1705,04999
	Isolasjon	Rockwool	32,16	m ³	25	kg/m ³	804,0	kg	yes	761	611,863891
Bæresystem	Søyler	Limtre	16,17	m ³	450	kg/m ³	7276,8	kg	yes	1306	9503,54801
	Søyler	stål	40,50	m ³	7850	kg/m ³	317925,0	kg	yes	143	45463,275
	Søyler	Heltre (C24)	4,98	m ³	420	kg/m ³	2091,4	kg	yes	205	428,737168
	Bjelker	Limtre	20,95	m ³	450	kg/m ³	9425,2	kg	yes	1306	12309,3765
	Bjelker	stålbjelke	0,90	m ³	7850	kg/m ³	7073,6	kg	yes	143	1011,52981
Yttervegg	Vegg	Lavkarbon A	110,79	m ³	2400	kg/m ³	265899,5	kg	yes	28,1	7471,77595
	Armering	Kamstål-Armeringssål	1,83	m ³	7850	kg/m ³	14369,4	kg	yes	21,3	306,067348
	Isolasjon	Hunton Nativo	20,69	m ³	50	kg/m ³	1034,6	kg	no	21,2	21,9332094
	Isolasjon	Glava	20,69	m ³	17,5	kg/m ³	362,1	kg	yes	211	76,4041281
	Isolasjon	Knauf	20,69	m ³	24	kg/m ³	496,6	kg	yes	2209	1096,99154
	Isolasjon	Rockwool	20,69	m ³	25	kg/m ³	517,3	kg	yes	761	393,659726

Innervegg	Vegg	Lavkarbon A	1354,80	m ³	2400	kg/m ³	3251510,5	kg	yes	28,1	91367,44 44
	Armering	Kamstål-Armeringssål	4,86	m ³	7850	kg/m ³	38135,3	kg	yes	21,3	812,2823 31
	Isolasjon	Hunton Nativo	64,44	m ³	50	kg/m ³	3221,9	kg	no	21,2	68,30370 36
	Isolasjon	Glava	64,44	m ³	17,5	kg/m ³	1127,7	kg	yes	211	237,9353 07
	Isolasjon	Knauf	64,44	m ³	24	kg/m ³	1546,5	kg	yes	2209	3416,216 18
	Isolasjon	Rockwool	64,44	m ³	25	kg/m ³	1610,9	kg	yes	761	1225,922 6
Dekker	Dekke	Lavkarbon A	282,47	m ³	2400	kg/m ³	677932,3	kg	yes	28,1	19049,89 63
	Armering	Kamstål-Armeringssål	12,40	m ³	7850	kg/m ³	69658,4	kg	yes	21,3	1483,723 51
	Dekke	Betong prefab	235,27	m ³	2400	kg/m ³	564648,7	kg	yes	371	209484,6 49
	Armering	Kamstål-Armeringssål	8,87	m ³	7850	kg/m ³	97358,3	kg	yes	384	37385,57 92
	Isolasjon	Hunton Nativo	175,42	m ³	50	kg/m ³	8770,8	kg	no	21,2	185,9399 02
	Isolasjon	Glava	175,42	m ³	17,5	kg/m ³	3069,8	kg	yes	211	647,7198 95
	Isolasjon	Knauf	175,42	m ³	24	kg/m ³	4210,0	kg	yes	2209	9299,801 75
	Isolasjon	Rockwool	175,42	m ³	25	kg/m ³	4385,4	kg	yes	761	3337,270 41
											472087,5 8

Yttervegg beregning:

	Tykkelse (m)			Volum (m ³)	
	Lavkarbon A	isolasjon	Veggareal: m ²	Lavkarbon A	isolasjon
YV-02-01a	0,2	0,15	13,51	2,702	0,506625
YV-02-01f	0,2	0,15	21,55	4,31	0,808125
YV-02-02a	0,2	0,23	35,558	7,1116	2,044585
YV-02-02a (ulik betong tykkelse)	0,25	0,23	15,08		
YV-02-02b	0,2	0,23	11,331	2,2662	0,6515325
YV-02-02c	0,2	0,178	10,956	2,1912	0,487542
YV-04-05c	0,2	0,231	25,009	5,0018	1,44426975
YV-06-02	0,25	0,223	32,305	8,07625	1,80100375
YV-06-03	0,2	0,228	26,552	5,3104	1,513464

YV-08-01	0,2	0,15	55,32	11,064	2,0745
YV-08-02	0,2	0,15	70,94	14,188	2,66025
YV-09c	0,2	0,152	13,87	2,774	0,52706
YV-09e	0,2	0,2	5,21	1,042	0,2605
YV-10	0,25	0,048	40,25	10,0625	0,483
YV-10a	0,25	0,15	138,24	34,56	5,184
YV-14	0,2	0,1	9,81	1,962	0,24525
SUM				112,62195	20,691707

	Overgangsmotstand ute	Isolasjon	Betong	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
YV-02-01a						
Tykkelse		0,15	0,2			
Varmekonduktivitet		0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	4,41176471	0,08	0,13	4,75176471	0,210

	Overgangsmotstand ute	Isolasjon	Betong	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
YV-02-01f						
Tykkelse		0,15	0,2			
Varmekonduktivitet		0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	4,41176471	0,08	0,13	4,75176471	0,210

	Overgangsmotstand ute	Vindspere	Dampspere	Isolasjon	Lavkarbon A	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
YV-02-02a								
Tykkelse				0,23	0,2			
Varmekonduktivitet				0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	6,76470588	0,08	0,13	7,16470588	0,140

YV-02-02a (ulik betong tykkelse)	Overgangsmotstand ute	Vindspere	Dampspere	Isolasjon	Lavkarbon A	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,229	0,25			
Varmekonduktivitet				0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	6,73529412	0,1	0,13	7,15529412	0,140

	Overgangsmotstand ute	Vindspere	Dampspere	Isolasjon	Lavkarbon A	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
YV-02-02b								
Tykkelse				0,23	0,2			

Varmekonduktivitet				0,034	2,5				
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	6,76470588	0,08		0,13	7,16470588	0,140

YV-02-02c	Overgangsmotstand ute	Vindsperre	Dampsperre	Isolasjon	Lavkarbon A	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,178	0,2			
Varmekonduktivitet				0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	5,23529412	0,08	0,13	5,63529412	0,177

YV-04-05c	Overgangsmotstand ute	Vindsperre	Dampsperre	Isolasjon	Lavkarbon A	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,231	0,2			
Varmekonduktivitet				0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	6,79411765	0,08	0,13	7,19411765	0,139

YV-06-02	Overgangsmotstand ute	Vindsperre	Dampsperre	Isolasjon	Lavkarbon A	Finer	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,223	0,25	0,018			
Varmekonduktivitet				0,034	2,5	0,13			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	6,55882353	0,1	0,13846154	0,13	7,11728507	0,141

YV-06-03	Overgangsmotstand ute	Vindsperre	Dampsperre	Isolasjon	Lavkarbon A	Finer	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,228	0,2	0,018			
Varmekonduktivitet				0,034	2,5	0,13			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	6,70588235	0,08	0,13846154	0,13	7,24434389	0,138

YV-08-01	Overgangsmotstand ute	Isolasjon	Betong	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse		0,15	0,2			
Varmekonduktivitet		0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	4,41176471	0,08	0,13	4,75176471	0,210

	Overgangsmotstand ute	Isolasjon	Betong	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
YV-08-02						
Tykkelse		0,15	0,2			
Varmekonduktivitet		0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	4,41176471	0,08	0,13	4,75176471	0,210

	Overgangsmotstand ute	Isolasjon	Betong	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
YV-09c						
Tykkelse		0,152	0,2			
Varmekonduktivitet		0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	4,47058824	0,08	0,13	4,81058824	0,208

	Overgangsmotstand ute	Dampsperr	Isolasjon	Betong	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
YV-09e							
Tykkelse			0,2	0,2			
Varmekonduktivitet			0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	5,88235294	0,08	0,13	6,25235294	0,160

	Overgangsmotstand ute	Isolasjon	Betong	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
YV-10						
Tykkelse		0,048	0,25			
Varmekonduktivitet		0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	1,41176471	0,1	0,13	1,77176471	0,564

	Overgangsmotstand ute	Isolasjon	Betong	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
YV-10a						
Tykkelse		0,15	0,25			
Varmekonduktivitet		0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	4,41176471	0,1	0,13	4,77176471	0,210

	Overgangsmotstand ute	Isolasjon	Betong	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
YV-14						
Tykkelse		0,1	0,2			

Varmekonduktivitet		0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	2,94117647	0,08	0,13	3,28117647	0,305

Innervegg beregninger:

	Tykkelse (m)			Volum (m ³)	
	Lavkarbon A	isolasjon	Veggareal (m ²)	Lavkarbon A	Isolasjon
IV-01-01	0,25		150,8	37,7	0
IV-01-01 (ulik betong tykkelse)	0,2		209,45	41,89	0
IV-10-02a_maks 44dB_EI60	0,2	0,0755	15,816	3,1632	0,298527
IV-10-02b_maks 44dB_EI60	0,2	0,0785	11,625	2,325	0,22814063
IV-03-01	0,3		14,18	4,254	0
IV-10-01a_maks 24dB_EI60	0,2	0,0235	28,993	5,7986	0,17033388
IV-10-01d_maks 24dB_EI60	0,2	0,0275	35,564	7,1128	0,2445025
IV-10-03a_maks 48dB_EI60	0,2	0,075	49,445	9,889	0,92709375
IV-10-03b_maks 48dB_EI60	0,2	0,075	14,154	2,8308	0,2653875
IV-10-03c_maks 48dB_EI60	0,2	0,077	27,298	5,4596	0,5254865
IV-11-03d_maks 48dB_EI60	0,2	0,082	19,238	3,8476	0,394379
IV-11-04a_maks EI60	0,2	0,034	34,89552	6,979104	0,29661192
IV-10-06	0,2	0,077	9,098	1,8196	0,1751365
IV-11-01a_maks 24dB_EI60	0,2	0,0295	31,7324	6,34648	0,23402645
IV-11-01b_maks 24dB_EI60	0,2	0,029	36,39814	7,279628	0,26388652
IV-11-01c_maks 24dB_EI60	0,2	0,033	38,352	7,6704	0,316404
IV-11-01d_maks 24dB_EI60	0,2	0,031	13,789	2,7578	0,10686475
IV-11-02a_maks 37dB_EI60	0,2	0,05	28,192	5,6384	0,3524
IV-11-02d_maks 37dB_EI60	0,2	0,05	8,689	1,7378	0,1086125
IV-11-02e_maks 44dB_EI60	0,2	0,05	28,70424	5,740848	0,358803
IV-11-04c_maks EI60	0,2	0,039	5732,965	1146,593	55,8964088
IV-14	0,27	0,051	24,087	6,50349	0,30710925
IV-12a_maks EI60	0,2	0,049	30,185	6,037	0,36976625
IV-13a	0,2	0,046	5,935	1,187	0,0682525
IV-11-03a_maks 48dB_EI60	0,2	0,08	80,8642	16,17284	1,617284
IV-11-03a_maks 48dB_EI61 (ulik betong tykkelse)	0,3	0,08	19,214	5,7642	0,38428

IV-11-02f_maks 44dB_EI60	0,2	0,083	8,2933	1,65866	0,1720859 8
IV-11-04d_maks EI60	0,2	0,034	8,612086	1,7224172	0,0732027 3
IV-11-04b_maks EI60	0,2	0,034	8,18634	1,637268	0,0695838 9
IV-11-02b_maks 37dB_EI60	0,2	0,078	6,2073	1,24146	0,1210423 5
IV-11-02h_maks EI60	0,2	0,082	4,4802	0,89604	0,0918441
				1359,65404	64,437456 2

IV-01-01	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A Betong	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,25			
Varmekonduktivitet		2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,1	0,04	0,27	3,70

IV-01-01 (ulik betong tykkelse)	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A Betong	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2			
Varmekonduktivitet		2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	0,04	0,25	4,00

IV-10-02a	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,0755	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,220588 24	0,085714 29	0,04	2,556302521	0,391

IV-10-02b	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,0785	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,308823 53	0,085714 29	0,04	2,644537815	0,378

IV-03-01	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A Betong	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,3			
Varmekonduktivitet		2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,12	0,04	0,29	3,45

IV-10-01a (kun)	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,0235			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	0,69117647	0,04	0,94117647	1,06

IV-10-01d	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,0275			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	0,80882353	0,04	1,05882353	0,94

IV-10-03a	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,075	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,20588235	0,08571429	0,04	2,541596639	0,39

IV-10-03b	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,075	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,20588235	0,08571429	0,04	2,541596639	0,39

IV-10-03c	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,077	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,26470588	0,08571429	0,04	2,600420168	0,38

IV-11-03d	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,082	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			

Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,411764 71	0,085714 29	0,04	2,747478992	0,36
-----------------------	------	------	----------------	----------------	------	-------------	-------------

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-04a						
tykkelse		0,2	0,034			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	1	0,04	1,25	0,80

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-10-06						
tykkelse		0,2	0,077			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,26470588	0,04	2,51470588	0,40

	Overgangsmotstand ute	Overgangsmotstand inne	Lavkarbon A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-01a							
tykkelse			0,2	0,0295			
Varmekonduktivitet			2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,04	0,08	0,867647 06	0,04	1,157647059	0,86

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-01b						
tykkelse		0,2	0,029			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	0,85294118	0,04	1,10294118	0,91

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-01c						
tykkelse		0,2	0,033			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	0,97058824	0,04	1,22058824	0,82

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-01d						

tykkelse		0,2	0,031			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	0,911764706		0,04	1,161764706 0,86

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,084	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,470588235	0,085714286	0,04	2,80630252	0,36

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,084	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,470588235	0,085714286	0,04	2,80630252	0,36

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,081	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,382352941	0,085714286	0,04	2,71806723	0,37

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,039				
Varmekonduktivitet		2,5	0,034				
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	1,147058824		0,04	1,397058824	0,72

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,27	0,051				
Varmekonduktivitet		2,5	0,034				
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,108	1,5		0,04	1,778	0,56

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-12a						
tykkelse		0,2	0,049			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	1,441176471	0,04	1,691176471	0,59

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-13a						
tykkelse		0,2	0,046			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	1,352941176	0,04	1,602941176	0,62

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-03a							
tykkelse		0,2	0,08	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,352941176	0,085714286	0,04	2,68865546	0,37

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-03a (ulik betong tykkelse)							
tykkelse		0,3	0,08	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,12	2,352941176	0,085714286	0,04	2,72865546	0,37

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-02f						
tykkelse		0,2	0,083			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,441176471	0,04	2,691176471	0,37

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-04d						
tykkelse		0,2	0,034			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	1	0,04	1,25	0,80

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-04b						
tykkelse		0,2	0,034			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	1	0,04	1,25	0,80

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-02b							
tykkelse		0,2	0,078	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,2941176 47	0,0857142 86	0,04	2,62983193	0,38

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-02h							
tykkelse		0,2	0,082	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,4117647 06	0,0857142 86	0,04	2,74747899	0,36

Bæresystem beregninger:

bredde	høyde	antall	top-bottom	sum	Søyle	sum
0,048	0,198	16	2,95	0,4485888		
0,048	0,198	55	3,8	1,986336		
0,048	0,198	24	3,39	0,77324544		
0,048	0,198	4	2,06	0,07831296		
0,048	0,198	8	2,06	0,15662592		
0,048	0,198	13	3,26	0,40277952		
0,048	0,198	12	9,94	1,13363712	Heltre	4,97952576
0,2	0,18	4	2,98	0,42912		
0,2	0,18	5	3,58	0,6444		
0,2	0,18	3	2,98	0,32184		
0,24	0,24	3	7,12	1,230336		
0,24	0,24	1	7,14	0,411264		
0,2	0,4	1	6,68	0,5344		
0,2	0,52	1	10,52	1,09408		
0,2	0,52	1	11,88	1,23552		
0,2	0,52	1	7,38	0,76752		
0,2	0,24	1	7,28	0,34944		
0,2	0,24	1	9,13	0,43824		
0,3	0,3	1	8,43	0,7587		
0,2	0,24	1	8	0,384		
0,24	0,28	1	7,12	0,478464		
0,2	0,2	1	3,1	0,124		

0,16	0,16	1	3,4	0,08704		
0,3	0,5	1	7,42	1,113		
0,19	0,19	1	6,55	0,236455		
0,3	0,4	1	9,04	1,0848		
0,2	0,24	1	8,43	0,40464		
0,2	0,24	1	7,91	0,37968		
0,18	0,2	1	7,91	0,28476		
0,18	0,28	2	7,12	0,717696		
0,18	0,2	4	7,01	1,00944		
0,2	0,2	1	7,71	0,3084		
0,22	0,22	1	2,93	0,141812		
0,2	0,2	1	3,42	0,1368		
0,2	0,2	1	3,56	0,1424		
0,3	0,5	1	6,15	0,9225	Limtre	16,170747
0,15	0,15			2,96		
0,15	0,15			4,17		
0,08	0,08			4,05		
0,18	0,18			3,82		
0,16	0,08			2,99		
0,15	0,15			3,46		
0,15	0,15			3,5		
0,12	0,12			2,97		
0,12	0,12			2,99		
0,18	0,18			3,82		
0,1	0,1			2,27		
0,15	0,15			3,5	stål	40,5

Dekke beregninger:

Dekke	Areal (m ²)	Volum (m ³)			
		Lavkarbon A	Betong prefab	Betong	Isolasjon
Gulv dekke (fundament) (A1)	215,019	0	0	75,257	42,14
Gulv dekke (fundament) (A2)	436,871	0	0	109,22	86,5
Plattendekke (A1)	411,289	0	123,39	0	11,06
Plattendekke (A2)	483,029	0	120,76	0	12,99
Dekke 1 etasje (A1)	443,62	133,086	0	0	129,1
Dekke 1 etasje (A2)	168,14	42,035	0	0	49,1
Dekke 2.etasje (A1)	443,53	119,7531	0	0	148,6
Dekke 2.etasje (A2)	34,02	8,505	0	0	11,4
SUM		294,8741	244,14395	184,4744	479,474

Gulv dekke (fundament) (A1) tykkelse	Overgangsmotstand ute	Betong armert	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
		0,35	0,196			

Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,14	5,7647059	0,1	6,04471	0,165

Gulv dekke (fundament) (A2)	Overgangsmotstand ute	Betong armeret	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,25	0,198			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,1	5,8235294	0,1	6,06353	0,165

Plattendekke (A1)	Overgangsmotstand ute	Betong armeret	Isolasjon	Flytsparkel	Vinyl	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,3	0,0269	0,04				
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,94				
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,12	0,7911765	0,0425532	0,01	0,1	1,10372966	0,906

Plattendekke (A2)	Overgangsmotstand ute	Betong armeret	Isolasjon	Flytsparkel	Vinyl	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,25	0,0276	0,04				
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,94				
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,1	0,8117647	0,0425532	0,01	0,1	1,1043179	0,906

Dekke 1.etg (A1)	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Flytsparkel	Vinyl	Dampspeire	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,3	0,291	0,11					
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,94					
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,12	8,5588235	0,1170213	0,01	0,03	0,1	8,97584481	0,111

Dekke 2.etg (A1)	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Dampspeire	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,27	0,335				
Varmekonduktivitet		2,5	0,034				
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,108	9,8529412	0,03	0,1	10,13094118	0,099

Dekke 1.etg (A2)	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Flytsparke	Vinyl	Dampsperre	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,25	0,292	0,11					
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,94					
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,1	8,5882353	0,1170213	0,01	0,03	0,1	8,98525657	0,111

Dekke 2.etg (A2)	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Dampsperre	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,25	0,335				
Varmekonduktivitet		2,5	0,034				
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,1	9,8529412	0,03	0,1	10,12294118	0,099

LCA-checklist del B av Biriomsorgssenter lavkarbonbetong

Materialer:

Bygningsdel	Element	Material	Volum/areal	Enhhet	Tetthet	Enhhet	Mengde	mengde enhet	EPD? (yes, EPD document, No, go to Recipe)	From factory to construction site (km)	tkm
Grunn og Fundamenter	Gulv på grunn	Betong (B35)	144,1	m ³	2400	kg/m ³	345783,1	kg	yes	28,1	9716,505928
	Armering	Kamstål	5,1	m ³	7934	kg/m ³	40095	kg	yes	21,3	854,0339595
	Isolasjon	Hunton Nativo	28,0	m ³	50	kg/m ³	1398,1	kg	no	21,2	29,6395875
	Isolasjon	Glava	28,0	m ³	17,5	kg/m ³	489,3	kg	yes	211	103,2492234
	Isolasjon	Knauf	28,0	m ³	24,0	kg/m ³	671,1	kg	no	2209	1482,426765
	Isolasjon	Rockwool	28,0	m ³	25,0	kg/m ³	699,0	kg	yes	761	531,9746719
Bæresystem	Søyler	Limtre	4,6	m ³	450	kg/m ³	2059,5	kg	yes	1306	2689,731762
	Søyler	Heltre (C24)	4,3	m ³	420	kg/m ³	1800,1	kg	yes	205	369,0188609
	Bjelker	Limtre	5,0	m ³	450	kg/m ³	2228,0	kg	yes	1306	2909,779101
Yttervegg	Vegg	Lavkarbon A	22,5	m ³	470	kg/m ³	10585,9	kg	yes	28,1	297,4647647
	Armering	Kamstål	0,1	m ³	7856	kg/m ³	1099,9	kg	yes	21,3	23,42727113
	Isolasjon	Hunton Nativo	6,3	m ³	50	kg/m ³	317,3	kg	no	21,2	6,726458477
	Isolasjon	Glava	6,3	m ³	17,5	kg/m ³	111,1	kg	yes	211	23,43155465
	Isolasjon	Knauf	6,3	m ³	24,0	kg/m ³	152,3	kg	no	2209	336,4244553
	Isolasjon	Rockwool	6,3	m ³	25,0	kg/m ³	158,6	kg	yes	761	120,7272382
Innervegg	Vegg	Lavkarbon A	160,0	m ³	470	kg/m ³	75201,0	kg	yes	28,1	2113,148754
	Armering		4,39	m ³	7856	kg/m ³	34502,0	kg	yes	21,3	734,8936285
	Isolasjon	Hunton Nativo	14,0	m ³	50	kg/m ³	698,8	kg	no	21,2	14,81500968
	Isolasjon	Glava	14,0	m ³	17,5	kg/m ³	244,6	kg	yes	211	51,60794647
	Isolasjon	Knauf	14,0	m ³	24,0	kg/m ³	335,4	kg	no	2209	740,974107

	Isolasjon	Rockwool	14,0	m ³	25,0	kg/m ³	349,4	kg	yes	761	265,901471
Dekker	Dekke	Lavkarbon A	239,5	m ³	470	kg/m ³	112543,8	kg	yes	28,1	3162,479719
	Armering		7,2	m ³	7856	kg/m ³	56521,3	kg	yes	21,3	1203,903179
	Isolasjon	Hunton Nativo	52,5	m ³	50	kg/m ³	2625,6	kg	no	21,2	55,66237926
	Isolasjon	Glava	52,5	m ³	17,5	kg/m ³	919,0	kg	yes	211	193,899373
	Isolasjon	Knauf	52,5	m ³	24,0	kg/m ³	1260,3	kg	no	2209	2783,95915
	Isolasjon	Rockwool	52,5	m ³	25,0	kg/m ³	1312,8	kg	yes	761	999,0346844
										SUM tkm	31814,84

Yttervegg beregninger:

Yttervegger				
		Volum		
Yttervegg type	Veggareal (m2)	Lavkarbon A	Armering	Isolasjon
YV-01-02a	29,782368	5,9564736		6,67125043
YV-01-02b	19,203184	3,8406368		4,30151322
YV-04-05a	29,782368	5,9564736		6,67125043
YV-04-05b	19,203184	3,8406368		4,30151322
YV-04-02a	15,345245	3,069049		3,43733488
SUM		22,6632698	0,14000451	25,3828622

YV-01-02a	Overgangsmotstand ute	Vindspere	Dampspere	Isolasjon	Lavkarbon A	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,224	0,2			
Varmekonduktivitet				0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	6,59	0,08	0,13	6,98823529	0,143

YV-01-02b	Overgangsmotstand ute	Vindspere	Dampspere	Isolasjon	Lavkarbon A	Veggvinyl	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,234	0,2				
Varmekonduktivitet				0,034	2,5				
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	6,88235294	0,08	0,03	0,13	7,31235294	0,137

YV-04-05a	Overgangsmotstand ute	Vindsperre	Dampspere	Isolasjon	Lavkarbon A	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,224	0,2			
Varmekonduktivitet				0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	6,58823 529	0,08	0,13	6,98823529	0,143

YV-04-05b	Overgangsmotstand ute	Vindspere	Dampspere	Isolasjon	Lavkarbon A	Veggvinyl	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,224	0,2				
Varmekonduktivitet				0,034	2,5				
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	6,58823 529	0,08	0,03	0,13	7,01823529	0,142

YV-04-02a	Overgangsmotstand ute	Vindsperre	Dampspere	Isolasjon	Lavkarbon A	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,224	0,2			
Varmekonduktivitet				0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	6,58823 529	0,08	0,13	6,98823529	0,14

Innervegg beregninger:

Innervegger				
		Volum		
Innervegg type	Veggareal (m2)	Lavkarbon A	Armering	Isolasjon
IV-10-01a & IV-10-05a	244,187	97,6748		34,5524605
IV-10-01a & IV-10-05c	23,941	9,5764		3,567209
IV-10-02d	52,538	10,5076		3,966619
IV-10-02e	121,963	24,3926		9,5009177
IV-10-01a (kun)	49,938852	9,9877704		1,17356302
IV-10-03d	30,89084	6,178168		2,316813
IV-10-01c	7,539308	1,5078616		0,1884827
IV-10-01e	22,844	4,5688		0,639632
SUM		164,394	4,39182279	55,9056969

IV-10-01a & IV-10-05a	Overgangs motstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Overgangs motstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,4	0,1415					
Varmekonduktivitet		2,5	0,03					
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,16	4,71666667	0,13	5,04666667	0,198		

IV-10-01a & IV-10-05c	Overgangs motstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Overgangs motstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,4	0,149					
Varmekonduktivitet		2,5	0,034					
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,16	4,38235294	0,13	4,71235294	0,212		

IV-10-02d	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,2	0,0755	0,012					
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14					
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,22058824	0,08571429	0,04	2,55630252	0,391		

IV-10-02e	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,2	0,0779	0,012					
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14					
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,29117647	0,08571429	0,04	2,62689076	0,381		

IV-10-01a (kun)	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,2	0,0235					
Varmekonduktivitet		2,5	0,034					
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	0,69117647	0,04	0,94117647	1,06		

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	OSB-plate	Veggvinyl	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
IV-10-03d										
tykkelse		0,2	0,075	0,012						
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14						
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,20588235	0,08571429	0,03	0,04	2,57159664	0,39		

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Veggvinyl	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
IV-10-01c									
tykkelse		0,2	0,025						
Varmekonduktivitet		2,5	0,034						
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	0,73529412	0,03	0,04	1,01529412	1		

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A	Isolasjon	Veggvinyl	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
IV-10-01e									
tykkelse		0,2	0,028						
Varmekonduktivitet		2,5	0,034						
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	0,82352941	0,03	0,04	1,10352941	0,91		

Bæresystem beregninger:

Bæresystem	Tverrsnittsareal	Lengde	Volum limtre	Volum heltre
Søyler				
48x198	0,009504	450,961		4,28593334
200x200	0,04	13,134	0,52536	
240x300	0,072	13,85	0,9972	
180x240	0,0432	40,374	1,7441568	
280x300	0,084	13,534	1,136856	
200x240	0,048	3,607	0,173136	
SUM			4,5767088	
Bjelker				
140x270	0,0378	16,96	0,641088	
180x400	0,072		0,963	
180x520	0,0936		0,638	
300x880	0,264	1,62	0,42768	
180x280	0,0504		0,019	
140x495	0,0693	6,98	0,483714	
240x800	0,192	5,269	1,011648	

140x225	0,0315		0,15	
200x280	0,056		0,275	
200x400	0,08		0,342	
SUM			4,95113	

Dekke beregninger:

Dekke	Areal (m2)	Volum			
		Lavkarbonbetong A	Armering	Betong	Isolasjon
Gulv dekke (fundament)	497,1	0	5,1	149,13	111,8475
Dekke 1.etasje	493,299	123,32475	2,06	0	46,271446
Dekke 2.etasje	493,299	123,32475	5,14	0	163,77527
SUM		246,6495	12,2	149,13	321,89421

Gulvdekke tykkelse	Overgangsmotstand ute	Betong armert	Isolasjon	Flytspar kel	Veggvin yl	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Trinnlyd nivå (dB)
		0,3	0,225	0,038						
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,94						
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,12	6,61764706	0,04042553	0,01	0,1	6,92807259	0,144		

Dekke 1. etg tykkelse	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	Flytspar kel	Veggvin yl	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Trinnlyd nivå (dB)
		0,25	0,0938	0,11						
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,94						
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,1	2,75882353	0,11702128	0,01	0,1	3,12584481	0,320		

Dekke 2. etg tykkelse	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Trinnlyd nivå (dB)
		0,25	0,332					
Varmekonduktivitet		2,5	0,034					
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,1	9,76470588	0,1	10,004706	0,100		

LCA-checklist del A av Biriomsorgssenter massivtre

Materialer

Bygningsdel	Element	Material	Volum/areal	Enhet	Tetthet	Enhet	Mengde	mengde enhet	EPD? (yes, EPD document, Nei, go to Recipe)
Grunn og Fundamenter	Kantbjelke	Lavkarbon A	0,649	m ³	2400	kg/m ³	1557,6	kg	yes
	Armering	Kamstål-Armeringsstål					8,694	kg	yes
	Gulv på grunn	Betong (B35)	65,189	m ³	2400	kg/m ³	156453,6	kg	yes
	Armering	Kamstål-Armeringsstål	0,00120323				629,178	kg	yes
	Isolasjon	Hunton Nativo	32,5945	m ³	50	kg/m ³	1629,725	kg	no
	Isolasjon	Glava	32,5945	m ³	17,5	kg/m ³	570,40375	kg	yes
	Isolasjon	Knauf	32,5945	m ³	24	kg/m ³	782,268	kg	yes
	Isolasjon	Rockwool	32,5945	m ³	25	kg/m ³	814,8625	kg	yes
	Fundament	Lavkarbon A	91,717	m ³	2400	kg/m ³	220120,8	kg	yes
	Armering	Kamstål-Armeringsstål		m ³		kg/m ³	1580,3011	kg	yes
Bæresystem	Søyler	Heltre (C24)	4,97952576	m ³	420	kg/m ³	2091,40082	kg	yes
	Søyler	stål	40,5	m ³	7850	kg/m ³	317925	kg	yes
	Søyler	Limtre	14,408967	m ³	450	kg/m ³	6484,03515	kg	yes
	Bjelker	Limtre	20,945	m ³	450	kg/m ³	9425,25	kg	yes
	Bjelker	stålbjelke	0,9011	m ³	7850	kg/m ³	7073,635	kg	yes
	Yttervegg	Vegg	Massivtre	18,1687	m ³	470	kg/m ³	8539,289	kg
vegg		Lavkarbonbetong	82,6645	m ³	2400	kg/m ³	198394,8	kg	yes
Armering		Kamstål-Armeringsstål				kg/m ³	4724,3004	kg	yes
Armering		Kamstål-Armeringsnett					338,92	kg	yes
Isolasjon		Hunton Nativo	20,444925	m ³	50	kg/m ³	1022,24625	kg	no
Isolasjon		Glava	20,444925	m ³	17,5	kg/m ³	357,786188	kg	yes

	Isolasjon	Knauf	20,444925	m ³	24	kg/m ³	490,6782	kg	yes
	Isolasjon	Rockwool	20,444925	m ³	25	kg/m ³	511,123125	kg	yes
	Gips	Gyproc	0,2527135	m ³	720	kg/m ³	181,95372	kg	yes
	Gips	Norgips	0,2527135	m ³	720	kg/m ³	181,95372	kg	yes
	Kledning	Woodify Natur	199,184	m ²	8,7	kg/m ²	1742,58114	kg	yes
	Kledning	Woodify Brannpanel Natur	25,009	m ²	9,74	kg/m ²	243,530139	kg	yes
Innervegg	Vegg	Massivtre	878,416647	m ³	470	kg/m ³	412855,824	kg	yes
	Vegg	Lavkarbon A	75,595	m ³	2400	kg/m ³	181428	kg	yes
	Armering	Kamstål-Armeringsstål					941,624	kg	yes
	Armering	Kamstål-Armeringsnett					309,9395	kg	yes
	Isolasjon	Hunton Nativo	4,141478	m ³	50	kg/m ³	207,0739	kg	no
	Isolasjon	Glava	4,141478	m ³	17,5	kg/m ³	72,475865	kg	yes
	Isolasjon	Knauf	4,141478	m ³	24	kg/m ³	99,395472	kg	yes
	Isolasjon	Rockwool	4,141478	m ³	25	kg/m ³	103,53695	kg	yes
	Gips	Norgips	3,94385436	m ³	720	kg/m ³	2839,57514	kg	yes
	Gips	Gyproc	3,94385436	m ³	720	kg/m ³	2839,57514	kg	yes
	Gips Brann	Norgips	87,7229122	m ³	817	kg/m ³	71669,6193	kg	yes
	Gips Brann	Gyproc	87,7229122	m ³	830	kg/m ³	72810,0171	kg	yes
Dekker	Dekke	Massivtre	201,4442	m ³	470	kg/m ³	94678,774	kg	yes
	dekke	Prefab betong (gulvbetong)	202,83714	m ³	2400	kg/m ³	486809,136	kg	yes
	Armering	Kamstål-Armeringsstål	0,21028645		7850	kg/m ³	1650,74864	kg	yes
	Isolasjon	Hunton Nativo	132,8085	m ³	50	kg/m ³	6640,425	kg	no
	Isolasjon	Glava	132,8085	m ³	17,5	kg/m ³	2324,14875	kg	yes
	Isolasjon	Knauf	132,8085	m ³	24	kg/m ³	3187,404	kg	yes
	Isolasjon	Rockwool	132,8085	m ³	25	kg/m ³	3320,2125	kg	yes

	Gips	Norgips	3,104075	m ³	720	kg/m ³	2234,934	kg	yes
	Gips	Gyproc	3,104075	m ³	720	kg/m ³	2234,934	kg	yes
	Trinnlydsplatt	Quadro-takk	59,92395	m ³	17,22	kg/m ³	1032,02358	kg	yes
	Kledning	Woodify Brannpanel Natur	611,76	m ²	9,74	kg/m ²	5957,13535	kg	yes

Yttervegg beregning:

Yttervegg	Tykkelse (m)					Veggareal : m ²	Volum (m ³)				Areal (m ²)	
	masiv tre	isolasjon	betong	gips			Massiv tre	isolasjon	Lavkarbonbetong	Gips	Woodify Natur	Woodify Brannpanel Natur
YV-02-01a		0,15	0,2			13,51	0	0,506625	2,702	0	0	0
YV-02-01f		0,15	0,2			21,55	0	0,808125	4,31	0	0	0
YV-02-02a	0,12	0,2				50,637	6,07644	2,53185	0	0	50,637	0
YV-02-02b	0,12	0,2				11,331	1,35972	0,56655	0	0	11,331	0
YV-02-02c	0,12	0,15				10,956	1,31472	0,41085	0	0	10,956	0
YV-04-05c	0,12	0,2		0,013		25,009	3,00108	1,25045	0	0,325117	0	25,009
YV-06-02	0,1	0,2				32,305	3,2305	1,61525	0	0	0	0
YV-06-03	0,12	0,2				26,552	3,18624	1,3276	0	0	0	0
YV-08-01		0,15	0,2			55,32	0	2,0745	11,064	0	55,32	0
YV-08-02		0,15	0,2			70,94	0	2,66025	14,188	0	70,94	0
YV-09c		0,15	0,2	0,013		13,87	0	0,520125	2,774	0,18031	0	0
YV-09e		0,2	0,2			5,21	0	0,2605	1,042	0	0	0
YV-10		0,048	0,25			40,25	0	0,483	10,0625	0	0	0
YV-10a		0,15	0,25			138,24	0	5,184	34,56	0	0	0
YV-14		0,1	0,2			9,81	0	0,24525	1,962	0	0	0
SUM							18,1687	20,444925	82,6645	0,505427	199,184	25,009

Tykkelse				0,2	0,12	0,013			
Varmekonduktivitet				0,034	0,13	0,2			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	5,88235294	0,92307692	0,065	0,13	7,19042986	0,139

YV-06-02	Overgangsmotstand ute	Vindsporre	Dampsporre	Isolasjon	Massiv tre	Finer	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,2	0,1	0,018			
Varmekonduktivitet				0,034	0,13	0,13			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	5,88235294	0,76923077	0,13846154	0,13	7,11004525	0,141
YV-06-03	Overgangsmotstand ute	Vindsporre	Dampsporre	Isolasjon	Massiv tre	Finer	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,2	0,12	0,018			
Varmekonduktivitet				0,034	0,13	0,13			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	5,88235294	0,92307692	0,13846154	0,13	7,2638914	0,138

YV-08-01	Overgangsmotstand ute	Isolasjon	Betong	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse		0,15	0,2			
Varmekonduktivitet		0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	4,41176471	0,08	0,13	4,75176471	0,210

YV-08-02	Overgangsmotstand ute	Isolasjon	Betong	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse		0,15	0,2			
Varmekonduktivitet		0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	4,41176471	0,08	0,13	4,75176471	0,210

YV-09c	Overgangsmotstand ute	Isolasjon	Betong	Gips	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse		0,15	0,2	0,013			

Varmekonduktivitet		0,034	2,5	0,2			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	4,41176471	0,08	0,065	0,13	4,81676471	0,208

YV-09e	Overgangsmotstand ute	Dampsperr	Isolasjon	Betong	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse			0,2	0,2			
Varmekonduktivitet			0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	5,88235294	0,08	0,13	6,25235294	0,160

YV-10	Overgangsmotstand ute	Isolasjon	Betong	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse		0,048	0,25			
Varmekonduktivitet		0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	1,41176471	0,1	0,13	1,77176471	0,564

YV-10a	Overgangsmotstand ute	Isolasjon	Betong	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse		0,15	0,25			
Varmekonduktivitet		0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	4,41176471	0,1	0,13	4,77176471	0,210

YV-14	Overgangsmotstand ute	Isolasjon	Betong	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse		0,1	0,2			
Varmekonduktivitet		0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	2,94117647	0,08	0,13	3,28117647	0,305

Innervegg beregning:

	Tykkelse (m)						Volum (m ³)						
Innervegg	masivt	isolasjon	betong	Gips	Gips	Veggareal (m ²)	Massivtre	Isolasjon	Lavkarbon A	Betong	Gips	Gips	brann

IV-01-01			0,2			360,25	0	0	72,05	0	0
IV-10-02a_maks 44dB_EI60	0,1	0,05		0,013		15,816	1,5816	0,1977	0	0,205608	0
IV-10-02b_maks 44dB_EI60	0,1	0,05			0,03	11,625	1,1625	0,1453125	0	0	0,34875
IV-03-01			0,25			14,18	0	0	3,545	0	0
IV-10-01a_maks 24dB_EI60	0,1					28,993	2,8993	0	0	0	0
IV-10-01d_maks 24dB_EI60	0,1			0,026		35,564	3,5564	0	0	0,924664	0
IV-10-03a_maks 48dB_EI60	0,1	0,05		0,013		49,445	4,9445	0,6180625	0	0,642785	0
IV-10-03b_maks 48dB_EI60	0,1	0,05		0,013		14,154	1,4154	0,176925	0	0,184002	0
IV-10-03c_maks 48dB_EI60	0,1	0,05		0,026		27,298	2,7298	0,341225	0	0,709748	0
IV-11-03d_maks 48dB_EI60	0,12	0,05			0,03	19,238	2,30856	0,240475	0	0,57714	0,57714

IV-11-04a_maks EI60	0,12			0,03	34,89552	4,1874 624	0	0	0	1,0468 656
IV-10-06	0,1	0,05			9,098	0,9098	0,1137 25	0	0	0
IV-11-01a_maks 24dB_EI60	0,12			0,013	31,7324	3,8078 88	0	0	0,4125 212	0
IV-11-01b_maks 24dB_EI60	0,12				36,39814	4,3677 768	0	0	0	0
IV-11-01c_maks 24dB_EI60	0,12			0,026	38,352	4,6022 4	0	0	0,9971 52	0
IV-11-01d_maks 24dB_EI60	0,12			0,013	13,789	1,6546 8	0	0	0,1792 57	0
IV-11-02a_maks 37dB_EI60	0,12	0,05		0,03	28,192	3,3830 4	0,3524	0	0	0,8457 6
IV-11-02d_maks 37dB_EI60	0,12	0,05		0,026	8,689	1,0426 8	0,1086 125	0	0,2259 14	0
IV-11-02e_maks 44dB_EI60	0,12	0,05		0,013	28,70424	3,4445 088	0,3588 03	0	0,3731 5512	0
IV-11-04c_	0,14			0,03	5732,965	802,61 51	0	0	0	171,98 895

maks EI60												
IV-14	0,21					24,087	5,05827	0	0	0	0	0
IV-12a_maks EI60	0,18			0,026		30,185	5,4333	0	0	0,78481	0	0
IV-13a	0,17			0,026		5,935	1,00895	0	0	0,15431	0	0
IV-11-03a_maks 48dB_EI60	0,12	0,05		0,013		100,0782	12,009384	1,2509775	0	1,3010166	0	0
IV-11-02f_maks 44dB_EI60	0,12	0,05		0,026		8,2933	0,995196	0,10366625	0	0,2156258	0	0
IV-11-04d_maks EI60	0,12			0,03		8,612086	1,03345032	0	0	0	0,25836258	0
IV-11-04b_maks EI60	0,12			0,03		8,18634	0,9823608	0	0	0	0,2455902	0
IV-11-02b_maks 37dB_EI60	0,12	0,05				6,2073	0,744876	0,07759125	0	0	0	0
IV-11-02h_maks EI60	0,12	0,05		0,03		4,4802	0,537624	0,0560025	0	0	0,134406	0
							878,4166471	4,141478	75,595	7,88770872	175,445824	

IV-01-01	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A Betong	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2			
Varmekonduktivitet		2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	0,04	0,25	4,00

IV-10-02a	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,1	0,05	0,013	0,012			
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	1,47058824	0,065	0,08571429	0,04	2,56053329	0,391

IV-10-02b	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gipsbrann	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,1	0,05	0,03	0,012			
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	1,47058824	0,15	0,08571429	0,04	2,64553329	0,378

IV-03-01	Overgangsmotstand ute	Lavkarbon A Betong	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse			0,25		
Varmekonduktivitet			2,5		
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,1	0,04	0,27	3,70

IV-10-01a (kun)	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,1			
Varmekonduktivitet		0,13			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	0,04	0,93923077	1,06

IV-10-01d	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Gips	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,1	0,026			
Varmekonduktivitet		0,13	0,2			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	0,13	0,04	1,06923077	0,94

IV-10-03a	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,1	0,05	0,013	0,012			
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14			

Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	1,47058824	0,065	0,08571429	0,04	2,56053329	0,39
-----------------------	------	------------	------------	-------	------------	------	------------	-------------

IV-10-03b	Overgangsmotstand ute	Massivtr e	Isolasjon	Gips	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,1	0,05	0,013	0,012			
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	1,47058824	0,065	0,08571429	0,04	2,56053329	0,39

IV-10-03c	Overgangsmotstand ute	Massivtr e	Isolasjon	Gips	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,1	0,05	0,026	0,012			
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	1,47058824	0,13	0,08571429	0,04	2,62553329	0,38

IV-11-03d	Overgangsmotstand ute	Massivtr e	Isolasjon	Gipsbrann	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,12	0,05	0,03	0,012			
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,92307692	1,47058824	0,15	0,08571429	0,04	2,799379444	0,36

IV-11-04a	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Gipsbrann	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,12	0,03			
Varmekonduktivitet		0,13	0,2			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,92307692	0,15	0,04	1,24307692	0,80

IV-10-06	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,1	0,05	0,013			
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	1,47058824	0,065	0,04	2,474819005	0,40

	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Gips	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-01a						
tykkelse		0,12	0,013			
Varmekonduktivitet		0,13	0,2			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,92307692	0,065	0,04	1,15807692	0,86

	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Gips	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-01b						
tykkelse		0,12				
Varmekonduktivitet		0,13				
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,92307692		0,04	1,09307692	0,91

	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Gips	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-01c						
tykkelse		0,12	0,026			
Varmekonduktivitet		0,13	0,2			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,92307692	0,13	0,04	1,22307692	0,82

	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Gips	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-01d						
tykkelse		0,12	0,013			
Varmekonduktivitet		0,13	0,2			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,923076923	0,065	0,04	1,158076923	0,86

	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips brann	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-02a								
tykkelse		0,12	0,05	0,03	0,012			
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,923076923	1,470588235	0,15	0,085714286	0,04	2,79937944	0,36

	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-11-02d								
tykkelse		0,12	0,05	0,026	0,012			
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14			

tykkelse		0,12	0,05	0,013	0,012			
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,923076923	1,470588235	0,065	0,085714286	0,04	2,71437944	0,37

IV-11-02f	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,12	0,05	0,026			
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,923076923	1,470588235	0,13	0,04	2,69366516	0,37

IV-11-04d	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Gipsbrann	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,12	0,03			
Varmekonduktivitet		0,13	0,2			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,923076923	0,15	0,04	1,243076923	0,80

IV-11-04b	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Gipsbrann	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,12	0,03			
Varmekonduktivitet		0,13	0,2			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,923076923	0,15	0,04	1,243076923	0,80

IV-11-02b	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,12	0,05	0,012			
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,923076923	1,470588235	0,085714286	0,04	2,64937944	0,38

IV-11-02h	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gipsbrann	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,12	0,05	0,03	0,012			
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14			

Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,923076 923	1,470588 235	0,15	0,085714 286	0,04	2,79937944	0,36
-----------------------	------	-----------------	-----------------	------	-----------------	------	------------	-------------

Søyle beregning

bredde	høyde	antall	top-bottom	sum	Søyle	sum
0,048	0,198	16	2,95	0,4485888		
0,048	0,198	55	3,8	1,986336		
0,048	0,198	24	3,39	0,77324544		
0,048	0,198	4	2,06	0,07831296		
0,048	0,198	8	2,06	0,15662592		
0,048	0,198	13	3,26	0,40277952		
0,048	0,198	12	9,94	1,13363712	Heltre	4,97952576
0,2	0,2	1		0		
0,2	0,18	4	2,98	0,42912		
0,2	0,18	5	3,58	0,6444		
0,2	0,18	3	2,98	0,32184		
0,24	0,24	3	7,12	1,230336		
0,24	0,24	1	7,14	0,411264		
0,2	0,4	1	6,68	0,5344		
0,2	0,52	1	10,52	1,09408		
0,2	0,52	1	11,88	1,23552		
0,2	0,52	1	7,38	0,76752		
0,2	0,24	1	7,28	0,34944		
0,2	0,24	1	9,13	0,43824		
0,2	0,24	1	8,43	0,40464		
0,2	0,24	1	8	0,384		
0,24	0,28	1	7,12	0,478464		
0,2	0,2	1	3,1	0,124		
0,16	0,16	1	3,4	0,08704		
0,2	0,24	1	7,42	0,35616		
0,19	0,19	1	6,55	0,236455		
0,2	0,24	1	9,04	0,43392		
0,2	0,24	1	8,43	0,40464		
0,2	0,24	1	7,91	0,37968		
0,18	0,2	1	7,91	0,28476		
0,18	0,28	2	7,12	0,717696		
0,18	0,2	4	7,01	1,00944		
0,2	0,2	1	7,71	0,3084		
0,22	0,22	1	2,93	0,141812		
0,2	0,2	1	3,42	0,1368		
0,2	0,2	1	3,56	0,1424		
0,3	0,5	1	6,15	0,9225	Limtre	14,408967
0,15	0,15	0,01	4	2,96		
0,15	0,15	0,01	1	4,17		
0,08	0,08	0,008	1	4,05		
0,18	0,18	0,01	1	3,82		
0,16	0,08	0,008	1	2,99		
0,15	0,15	0,01	1	3,46		
0,15	0,15	0,01	1	3,5		
0,12	0,12	0,01	2	2,97		

0,12	0,12	0,01	1	2,99		
0,18	0,18	0,01	1	3,82		
0,1	0,1	0,01	1	2,27		
0,15	0,15	0,01	1	3,5	stål	40,5

Dekke beregning:

Dekke	Areal (m ²)	Volum (m ³)						Areal (m ²)
		Massiv tre	Betong	Betong prefabb	Isolasjon	Gips	Trinnlydsplate	Woodify Brannpanel Natur
Gulv dekke (fundament)	651,89	0	65,189	0	130,4	0	0	
Plattendekke	838,17	0	0	202,84	0	0	29,33595	
Dekke 1 etasje	611,76	134,5872	0	0	122,4	0	30,588	611,76
Dekke 2.etasje	477,55	66,857	0	0	143,3	6,20815	0	
SUM		201,4442	65,189	202,83714	395,995	6,20815	59,92395	611,76

	Overgangsmotstand ute	Betong armert	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
Gulvdekke (fundament) tykkelse		0,1	0,2			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m ² K/W)	0,04	0,04	5,8823529	0,1	6,06235	0,165

	Overgangsmotstand ute	Betong armert	Trinnlydsplate	Flytsparkel	Vinyl	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
Plattendekke tykkelse		0,242	0,035	0,04				
Varmekonduktivitet		2,5	0,043	0,94				
Varmemotstand (m ² K/W)	0,04	0,0968	0,8139535	0,0425532	0,01	0,1	1,10330668	0,906

	Overgangsmotstand ute	Massiv tre	Isolasjon	Trinnlydsplate	Flytsparkel	Vinyl	Dampspærre	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
Dekke 1. etg tykkelse		0,22	0,2	0,05	0,11					
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,043	0,94					

Varmemotstand (m ² K/W)	0,04	1,6923 0769	5,8823 529	1,162790 7	0,1170 2	0,0 1	0,03	0,1	9,0344726 08	0,11 1
---------------------------------------	------	----------------	---------------	---------------	-------------	----------	------	-----	-----------------	-------------------

Dekke 2.etg	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	Dampspeire	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,14	0,3	0,01 3				
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2				
Varmemotstand (m ² K/W)	0,04	1,076923 08	8,82352 94	0,06 5	0,03	0,1	10,1354525	0,099

LCA-checklist del C av Biriomsorgssenter lavkarbonbetong

Materialer:

Bygningsdel	Element	Material	Volum/Areal	Enhet	Tetthet	Enhet	Mengde	mengde enhet	EPD? (yes, EPD document, No, go to Recipe)	From factory to construction site (km)	tkm
Grunn og Fundamenter	Gulv på grunn	Betong (B35)	51,9	m ³	2400	kg/m ³	12449,28	kg	yes	28,1	3498,24768
	Armering	Kamstål-armeringsstanger					16793	kg	yes	21,3	357,6853177
	Gulv dekke	Betong (B35)	114,5	m ³	2400	kg/m ³	274778	kg	yes	28,1	7721,250205
	Armering	Kamstål-armeringsstanger	1,9	m ³	8185,11	kg/m ³	15380,96	kg	yes	21,3	327,6144186
	Isolasjon	Hunton Nativo	40,0	m ³	50	kg/m ³	1999,6	kg		21,2	42,39055143
	Isolasjon	Glava	40,0	m ³	17,5	kg/m ³	699,8	kg		211	147,667086
	Isolasjon	Knauf	40,0	m ³	24,0	kg/m ³	959,8	kg	no	2209	2120,167429
	Isolasjon	Rockwool	40	m ³	25,0	kg/m ³	999,8	kg	yes	761	760,8304159
Bæresystem	Søyler	Limtre	5,6	m ³	450	kg/m ³	2528,3	kg	yes	1306	3301,90547
	Søyler	Heltre (C24)	1,2	m ³	420	kg/m ³	523,8	kg	yes	205	107,3765912
	Bjelker	Limtre	9,6	m ³	450	kg/m ³	4324,4	kg	yes	1306	5647,615988
Yttervegg	Vegg	Lavkarbonbetong A	54,2	m ³	2400	kg/m ³	13004,77	kg	yes	28,1	3654,340732
	Armering	Kamstål-armeringsstanger	0,47	m ³	8046	kg/m ³	3809,5	kg	yes	21,3	81,14195462
	Isolasjon	Hunton Nativo	9,0	m ³	50	kg/m ³	447,8	kg	no	21,2	9,493452419
	Isolasjon	Glava	9,0	m ³	17,5	kg/m ³	156,7	kg	yes	211	33,07035194
	Isolasjon	Knauf	9,0	m ³	24,0	kg/m ³	214,9	kg	no	2209	474,8159183
	Isolasjon	Rockwool	9,0	m ³	25,0	kg/m ³	223,9	kg	yes	761	170,3895587
Innervegg	Vegg	Lavkarbonbetong A	196,3	m ³	2400	kg/m ³	47103,80	kg	yes	28,1	13236,16793

	Armering	Kamstål- armeringsstanger	2,2	m ³	8046	kg/ m ³	17539,7	kg	yes	21,3	373,5959 409
	Isolasjon	Hunton Nativo	17,0	m ³	50	kg/ m ³	850,9	kg	no	21,2	18,03804 147
	Isolasjon	Glava	17,0	m ³	17,5	kg/ m ³	297,8	kg	yes	211	62,83534 727
	Isolasjon	Knauf	17,0	m ³	24,0	kg/ m ³	408,4	kg	yes	2209	902,1743 456
	Isolasjon	Rockwool	17,0	m ³	25,0	kg/ m ³	425,4	kg	yes	761	323,7488 103
Dekker	Dekke	Lavkarbonbetong A	235,8	m ³	2400	kg/ m ³	56598,95	kg	yes	28,1	15904,30 609
	Armering	Kamstål- armeringsstanger	2,0	m ³	8046	kg/ m ³	15754,6	kg	yes	21,3	335,5728 43
	Isolasjon	Hunton Nativo	64,9	m ³	50	kg/ m ³	3244,0	kg	no	21,2	68,77339 32
	Isolasjon	Glava	64,9	m ³	17,5	kg/ m ³	1135,4	kg	yes	211	239,5714 664
	Isolasjon	Knauf	64,9	m ³	24,0	kg/ m ³	1557,1	kg	no	2209	3439,707 749
	Isolasjon	Rockwool	64,9	m ³	25,0	kg/ m ³	1622,0	kg	yes	761	1234,352 647
										SUM tkm	64594,84 773

Yttervegg beregninger:

Yttervegger			
Volum			
Yttervegg type	Veggareal (m ²)	Lavkarbonbetong A	Isolasjon
YV-03-02a	24,33	4,866	5,44992
YV-03-02b	20,6	4,12	4,5732
YV-04-05a	55,2	11,04	12,3648
YV-04-05b	16,67	3,334	3,73408
SUM		23,36	26,122

YV-03-02a	Overgangs motstand ute	Vindsperre	Dampsperre	Isolasjon	Lavkarbon betong A	Overgangs motstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,224	0,2			
Varmekonduktivitet				0,034	2,5			
Varmemotstand (m ² K/W)	0,13	0,03	0,03	6,59	0,08	0,13	6,98823529	0,143

YV-03-02b	Overgangs motstand ute	Vindsperre	Isolasjon	Lavkarbon betong A	Veggvinyl	Overgangs motstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse			0,222	0,2				
Varmekonduktivitet			0,034	2,5				
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	6,52941176	0,08	0,03	0,13	6,92941176	0,144

YV-04-05a	Overgangs motstand ute	Vindsperre	Dampsperre	Isolasjon	Lavkarbon betong A	Overgangs motstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,224	0,2			
Varmekonduktivitet				0,034	2,5			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	6,58823529	0,08	0,13	6,98823529	0,143

YV-04-05b	Overgang smotstand ute	Vindsperre	Dampsperre	Isolasjon	Lavkarbonbetong A	Veggvinyl	Overgang smotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,224	0,2				
Varmekonduktivitet				0,034	2,5				
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	6,58823529	0,08	0,03	0,13	7,01823529	0,142

Innervegg beregninger:

Innervegger			
Innervegg type	Veggareal (m2)	Volum	
		Lavkarbonbetong A	Isolasjon
IV-10-01a & IV-10-05a	274,03	109,612	38,775245
IV-10-01a & IV-10-05c	16,06	6,424	2,39294
IV-10-02c	90,48	18,096	7,048392
IV-10-02a	71,73	14,346	5,415615
IV-10-01a (kun)	69,54	13,908	1,63419
IV-10-03a	16,61	3,322	1,24575
IV-10-03c	41,11	8,222	3,16547
IV-10-03d	5,24	1,048	0,38776
IV-10-01c	18,82	3,764	0,44227
IV-10-01b	10,44	2,088	0,244296
IV-10-01d	17,57	3,514	0,483175
IV-10-04a	29,7086	5,94172	6,832978

IV-10-04b	21,78625	4,35725	5,0108375
IV-11-03b	25,53333333	5,10666667	2,04266667
IV-heis	41,96666667	8,39333333	1,93046667
SUM		190,28572	68,068081

IV-10-01a & IV-10-05a	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,4	0,1415			
Varmekonduktivitet		2,5	0,03			
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,16	4,71666667	0,13	5,04666667	0,198

IV-10-01a & IV-10-05c	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,4	0,149			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,16	4,38235294	0,13	4,71235294	0,212

IV-10-02c	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,0779	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,29117647	0,08571429	0,04	2,62689076	0,381

IV-10-02a	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,0755	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,22058824	0,08571429	0,04	2,55630252	0,391

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-10-01a (kun tykkelse)		0,2	0,0235			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	0,69117647	0,04	0,94117647	1,06

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-10-03a tykkelse		0,2	0,075	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,20588235	0,08571429	0,04	2,54159664	0,39

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-10-03c tykkelse		0,2	0,077	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,26470588	0,08571429	0,04	2,60042017	0,38

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	OSB-plate	Veggvinyl	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-10-03d tykkelse		0,2	0,074	0,012				
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14				
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,17647059	0,08571429	0,03	2,54218487	0,39	

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	Veggvinyl	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-10-01c tykkelse		0,2	0,0235				
Varmekonduktivitet		2,5	0,034				
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	0,69117647	0,03	0,04	0,97117647	1

IV-10-01b	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Gips	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,013	0,0234			
Varmekonduktivitet		2,5	0,2	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	0,065	0,68823529	0,04	1,00323529	1

IV-10-01d	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,0275			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	0,80882353	0,04	1,05882353	0,94

IV-10-04a	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	Lufting	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,23	0,02			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034				
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	6,76470588	0,175	0,04	7,18970588	0,14

IV-10-04b	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	Lufting	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,23	0,02			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034				
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	6,76470588	0,175	0,04	7,18970588	0,14

IV-11-03b	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
tykkelse		0,2	0,08	0,012			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,14			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	2,35294118	0,08571429	0,04	2,68865546	0,37

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
IV-heis tykkelse		0,2	0,046			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,08	1,35294118	0,04	1,60294118	0,62

Bæresystem beregninger:

Bæresystem	Tverrsnittsareal	Lengde	Volum limtre	Volum heltre
Søyler				
48x198	0,009504	131,22		1,24711488
200x200	0,04	34,61	1,3844	
240x300	0,072	13,78	0,99216	
180x180	0,0324	6,88	0,222912	
160x200	0,032	6,92	0,22144	
280x300	0,084	13,76	1,15584	
200x240	0,048	34,2	1,6416	
SUM			5,618352	
Bjelker				
140x315	0,0441	5,4	0,23814	
200x520	0,104	10,81	1,12424	
300x880	0,264	13,1	3,4584	
200x320	0,064	15,13	0,96832	
240x800	0,192	8,791	1,687872	
200x280	0,056	33,27	1,86312	
200x400	0,08	3,37	0,2696	
SUM			9,609692	

Dekker beregninger:

Dekke	Areal (m2)	Lavkarbonbetong A	Betong	Armering	Isolasjon
Gulv mot grunn (fundament)	129,68		51,872		29,04832
Gulv dekke (fundament)	581,849	0	116,3698		130,916025
Dekke 1.etasje	581,849	116,3698	0		56,1484285
Dekke 2.etasje	607,086	121,4172	0		203,37381
SUM		237,787	168,2418	0	419,4865835

	Overgangsmotstand ute	Betong armert	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
Gulv mot grunn						
tykkelse		0,4	0,224			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,16	6,58823529	0,1	6,888235294	0,145

	Overgangs motstand ute	Betong armert	Isolasjon	Flytsparkel	Overgangs motstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
Gulvdekke							
tykkelse		0,2	0,225	0,038			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,94			
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,08	6,61764706	0,04042553	0,1	6,878072591	0,145

	Overgangs motstand ute	Lavkarbonbetong A	Isolasjon	Flytsparkel	Overgangs motstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
Dekke 1.etg							
tykkelse		0,2	0,0965	0,11			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,94			
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,08	2,83823529	0,11702128	0,1	3,175256571	0,315

	Overgangsmotstand ute	Lavkarbonbetong	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi
Dekke 1.etg						
tykkelse		0,2	0,335			
Varmekonduktivitet		2,5	0,034			
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	0,08	9,85294118	0,1	10,07294118	0,099

LCA-checklist del B av Biriomsorgssenter massivtre

Materialer

Bygning sdel	Element	Material	Volum/ Areal	En het	Tett het	Enh et	Meng de	men gde enhe t	EPD? (yes, EPD docum ent, Nei, go to Recipe	From factory to constru ction site (km)	tkm
Grunn og Fundam enter	Kantbjel ke	Lavkarbon A	11,9	m ³	240	kg/ m ³	2857 3,8	kg	yes	28,1	802,9 2
	Armerin g	Kamstål- armeringss tanger					393,5	kg	yes	21,3	8,38
	Gulv på grunn	Betong (B35)	49,7	m ³	240	kg/ m ³	1193 04,0	kg	yes	28,1	3352, 44
	Armerin g	Kamstål- armeringsn ett					2043	kg	yes	21,3	43,52
	Isolasjo n	Hunton Nativo	24,9	m ³	50	kg/ m ³	1242, 8	kg	no	21,2	26,35
	Isolasjo n	Glava	24,9	m ³	17,5	kg/ m ³	435,0	kg	yes	211	91,78
	Isolasjo n	Knauf	24,9	m ³	24,0	kg/ m ³	596,5	kg	no	2209	1317, 71
	Isolasjo n	Rockwool	24,9	m ³	25,0	kg/ m ³	621,4	kg	yes	761	472,8 7
	Trinnlyd	Schutz Quadro- takk	17,4	m ³	17,2	kg/ m ³	299,6	kg	no	134	40,15
	Fundam ent	Lavkarbon A	36,765	m ³	240	kg/ m ³	8823 6,0	kg	yes	28,1	2479, 43
	Armerin g	Kamstål- armeringss tanger	0,05	m ³			359,4	kg	yes	21,3	7,66
Bæresys tem	Søyler	Limtre	4,6	m ³	450	kg/ m ³	2059, 5	kg	yes	1306	2689, 73
	Søyler	Heltre (C24)	4,3	m ³	420	kg/ m ³	1800, 1	kg	yes	205	369,0 2
	Bjelker	Limtre	5,0	m ³	450	kg/ m ³	2228, 0	kg	yes	1306	2909, 78
Ytterveg g	Vegg	Massivtre	11,3	m ³	470	kg/ m ³	5325, 9	kg	yes	1306	6955, 58

	Kledning	Stående skråstillt brannimpr egnert- Woodify Brannpanel natur	49,0	m ²	10	kg/ m ²	477,0	kg	yes	483	230,3 9
	Kledning	Stående glatt låvepanel brannimpr egnert- Woodify Natur	64,3	m ²	10	kg/ m ²	626,4	kg	yes	483	302,5 7
	Isolasjon	Hunton Nativo	5,7	m ³	50	kg/ m ³	283,3	kg	no	21,2	6,01
	Isolasjon	Glava	5,7	m ³	17,5	kg/ m ³	99,2	kg	yes	211	20,92
	Isolasjon	Knauf	5,7	m ³	24,0	kg/ m ³	136,0	kg	no	2209	300,3 8
	Isolasjon	Rockwool	5,7	m ³	25,0	kg/ m ³	141,6	kg	yes	761	107,7 9
	Gips rehab	Gyproc	0,1	m ³	861, 5	kg/ m ³	99,3	kg	yes	247	24,52
	Gips rehab	Norgigips	0,1	m ³	846, 2	kg/ m ³	97,5	kg	yes	177	17,26
Innervegg	Vegg	Massivtre	82,2	m ³	470	kg/ m ³	3863 2,6	kg	yes	1306	50454 ,16
	Isolasjon	Hunton Nativo	9,3	m ³	50	kg/ m ³	463,5	kg	no	21,2	9,83
	Isolasjon	Glava	9,3	m ³	17,5	kg/ m ³	162,2	kg	yes	211	34,23
	Isolasjon	Knauf	9,3	m ³	24,0	kg/ m ³	222,5	kg	no	2209	491,4 9
	Isolasjon	Rockwool	9,3	m ³	25,0	kg/ m ³	231,8	kg	yes	761	176,3 7
	Gips rehab	Gyproc	0,2	m ³	861, 5	kg/ m ³	194,9	kg	yes	247	48,13
	Gips rehab	Norgips	0,2	m ³	846, 2	kg/ m ³	191,4	kg	yes	177	33,87
	Gips	Gyproc	2,6	m ³	720	kg/ m ³	1857, 9	kg	yes	247	458,9 0
	Gips	Norgips	2,6	m ³	720	kg/ m ³	1857, 9	kg	yes	177	328,8 5
Dekker	Dekke	Massivtre	177,6	m ³	470	kg/ m ³	8346 6,2	kg	yes	1306	10900 6,85
	Isolasjon	Hunton Nativo	37,0	m ³	50	kg/ m ³	1849, 9	kg	no	21,2	39,22

	Isolasjon	Glava	37,0	m ³	17,5	kg/m ³	647,5	kg	yes	211	136,61
	Isolasjon	Knauf	37,0	m ³	24,0	kg/m ³	887,9	kg	no	2209	1961,46
	Isolasjon	Rockwool	37,0	m ³	25,0	kg/m ³	924,9	kg	yes	761	703,88
	Trinnlydplate	Schutz Quadro-takk	24,7	m ³	17,2	kg/m ³	424,8	kg	no	134	56,92
	Gips	Gyproc	6,4	m ³	720	kg/m ³	4617,3	kg	yes	247	1140,47
	Gips	Norgigips	6,4	m ³	720	kg/m ³	4617,3	kg	yes	177	817,26
										Sum tkm	188475,64

Yttervegg beregninger:

Yttervegger							
Yttervegg type	Veggareal (m2)	Volum				Areal	
		Massivtre	Isolasjon	Gips	Gips rehab	Stående skråstillt brannimpregnerert	Stående glatt låvepanel brannimpregnerert
YV-01-02a	29,782368	2,9782368	5,9564736	0	0	29,782368	0
YV-01-02b	19,203184	1,9203184	3,8406368	0	0,1152191	19,203184	0
YV-04-05a	29,782368	2,9782368	5,9564736	0	0	0	29,782368
YV-04-05b	19,203184	1,9203184	3,8406368	0	0,1152191	0	19,203184
YV-04-02a	15,345245	1,5345245	3,069049	0	0	0	15,345245
SUM		11,3316349	22,6632698	0	0,23043821	48,985552	64,330797

YV-01-02a	Overgangsmotstand ute	Vindsporre	Dampsporre	Isolasjon	Massivtre	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,2	0,1			
Varmekonduktivitet				0,034	0,13			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	5,88	0,77	0,13	6,97158371	0,143

YV-01-02b	Overgangs motstand ute	Vinds perre	Damps perre	Isolasjon	Massiv tre	Gi ps	Vegg vinyl	Overgangs motstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,2	0,1	0,06				
Varmekonduktivitet				0,034	0,13	0,2				
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	5,8823 5294	0,7692 3077	0,3	0,03	0,13	7,301583 71	0,137

YV-04-05a	Overgangsmotstand ute	Vindsp erre	Dampsp erre	Isolasjon	Massiv tre	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,2	0,1			
Varmekonduktivitet				0,034	0,13			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	5,8823 5294	0,7692 3077	0,13	6,9715837 1	0,143

YV-04-05b	Overgangs motstand ute	Vinds perre	Damps perre	Isolasjon	Massiv tre	Gi ps	Vegg vinyl	Overgangs motstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,2	0,1	0,06				
Varmekonduktivitet				0,034	0,13	0,2				
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	5,882 35294	0,769 23077	0,3	0,03	0,13	7,03158 371	0,142

YV-04-02a	Overgangsmotstand ute	Vindsp erre	Dampsp erre	Isolasjon	Massiv tre	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,2	0,12			
Varmekonduktivitet				0,034	0,13			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	5,8823 5294	0,9230 7692	0,13	7,1254298 6	0,14

Innervegg beregninger:

Innervegg					
Innervegg type	Veggareal (m2)	Volum			
		Massivtre	Isolasjon	Gips	Gips rehab
IV-10-01a & IV-10-05a	244,187	48,8374	24,4187	0	0
IV-10-01a & IV-10-05c	23,941	4,7882	2,3941	0,311233	0
IV-10-02d	52,538	5,2538	2,6269	0,682994	0
IV-10-02e	121,963	12,1963	6,09815	3,171038	0
IV-10-01a (kun)	49,938852	4,9938852	0	0	0
IV-10-03d	30,89084	3,089084	1,544542	0,40158092	0
IV-10-01c	7,539308	0,7539308	0	0	0,45235848
IV-10-01e	22,844	2,2844	0	0,593944	0
SUM		82,197	37,082392	5,16078992	0,45235848

IV-10-01a & IV-10-05a	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,2	0,1					
Varmekonduktivitet		0,13	0,03					
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	1,5384 6154	3,3333 3333	0,13	5,041794 87	0,198	EI60	52

IV-10-01a & IV-10-05c	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,2	0,1	0,013					
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2					
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	1,5384 6154	2,9411 7647	0,065	0,13	4,714638 01	0,212	EI60	52

IV-10-02d	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,1	0,05	0,013	0,012					
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14					
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,769 23077	1,470 58824	0,065	0,0857 1429	0,04	2,56053 329	0,391	EI60	37

	Overgangs motstand ute	Massiv tre	Isolasjon	Gips	OSB-plate	Overgangs motstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
IV-10-02e										
tykkelse		0,1	0,05	0,026	0,012					
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14					
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,769 23077	1,470 58824	0,13	0,0857 1429	0,04	2,62553 329	0,3 81	EI60	37

	Overgangsmotstand ute	Massiv tre	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
IV-10-01a (kun)							
tykkelse		0,1					
Varmekonduktivitet		0,13					
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923 077		0,9392307 7	1,06	EI60	24

	Overgangsmotstand ute	Massiv tre	Isolasjon	Gips	OSB-plate	Vegg vinyl	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
IV-10-03d											
tykkelse		0,1	0,05	0,013	0,012						
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14						
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,769 2307 7	1,470 5882 4	0,065	0,085 7142 9	0,03	0,04	2,5905 3329	0,3 9	EI60	48

	Overgangsmotstand ute	Massiv tre	Gips rehab	Vegg vinyl	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
IV-10-01c									
tykkelse		0,1	0,006						
Varmekonduktivitet		0,13	0,2						
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,7692 3077	0,03	0,03	0,04	0,999230 77	1	EI60	24

IV-10-01e	Overgangs motstand ute	Massiv tre	Gips	Vegg vinyl	Overgangs motstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lyddreduksjon (dB)
tykkelse		0,1	0,026						
Varmekonduktivitet		0,13	0,2						
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,7692 3077	0,13	0,03	0,04	1,099230 77	0,9 1	EI60	24

Bæresystem begrensninger:

Bæresystem	Tverrsnittsareal	Lengde	Volum limtre	Volum heltre
Søyler				
48x198	0,009504	450,961		4,28593334
200x200	0,04	13,134	0,52536	
240x300	0,072	13,85	0,9972	
180x240	0,0432	40,374	1,7441568	
280x300	0,084	13,534	1,136856	
200x240	0,048	3,607	0,173136	
SUM			4,5767088	
Bjelker				
140x270	0,0378	16,96	0,641088	
180x400	0,072		0,963	
180x520	0,0936		0,638	
300x880	0,264	1,62	0,42768	
180x280	0,0504		0,019	
140x495	0,0693	6,98	0,483714	
240x800	0,192	5,269	1,011648	
140x225	0,0315		0,15	
200x280	0,056		0,275	
200x400	0,08		0,342	
SUM			4,95113	

Dekke begrensninger:

Dekke	Areal (m2)	Volum				Trinnlydsplate
		Massivtre	Betong	Isolasjon	Gips	
Gulv dekke (fundament)	497,1	0	49,71	99,42	0	17,3985
Dekke 1.etasje	493,299	108,52578	0	0	6,412887	24,66495
Dekke 2.etasje	493,299	69,06186	0	147,9897	6,412887	0
SUM		177,58764	49,71	247,4097	12,825774	42,06345

Gulvdekk e	Overg angsm otstan d ute	Beton g armert	Isolasj on	Trinnly dsplat e	Flytsp arkel	Veggvi nyl	Overg angsm otstan d inne	Sum varme motst and	U- ver di	Brann motsta nd	Lydre duksj on (dB)
tykkelse		0,1	0,2	0,035	0,038						
Varmeko nduktivit et		2,5	0,034	0,043	0,94						
Varmem otstand (m2K/W)	0,04	0,04	5,8823 5294	0,8139 5349	0,0404 25532	0,01	0,1	6,9267 3196	0,1 44		

Dekke 1.etg	Overg angsm otstan d ute	Massiv tre	Gips	Trinnly dsplat e	Flytsp arkel	Veggvi nyl	Overg angsm otstan d inne	Sum varme motst and	U- ver di	Brann motsta nd	Lydre duksj on (dB)
tykkelse		0,22	0,013	0,05	0,05						
Varmeko nduktivit et		0,13	0,2	0,043	0,94						
Varmem otstand (m2K/W)	0,04	1,6923 0769	0,065	1,1627 907	0,0531 91489	0,01	0,1	3,1232 8988	0,3 20		

Dekke 2.etg	Overgangs motstand ute	Massiv tre	Isolasj on	Gi ps	Overgangs motstand inne	Sum varmemo tstand	U- ver di	Brannmo tstand	Lydred uksjon (dB)
tykkelse		0,14	0,3	0,0 13					
Varmekond uktivitet		0,13	0,034	0,2					
Varmemots tand (m2K/W)	0,04	1,0769 2308	8,8235 2941	0,0 65	0,1	10,10545 249	0,09 9		

LCA-checklist del C av Biriomsorgssenter massivtre

Materialer:

Bygningsdel	Element	Material	Volum/Areal	Enhet	Tetthet	Enhet	Mengde	mengde enhet	EPD? (yes, EPD document, Nei, go to Recipe)	From factory to construction site (km)	tkm
Grunn og Fundamenter	Kantbjelke	Lavkarbon A	10,6	m ³	2400	kg/m ³	25454,4	kg	yes	28,1	715,27
	Armering	Kamstål-Armeringsstål					342,4	kg	yes	21,3	7,29
	Gulv på grunn	Betong (B35)	13,0	m ³	2400	kg/m ³	30590,2	kg	yes	28,1	859,59
	Armering	Kamstål-Armeringsstål					533	kg	yes	21,3	11,35
	Gulv dekke	Betong (B35)	58,2	m ³	2400	kg/m ³	139644	kg	yes	28,1	3923,99
	Armering	Kamstål-Armeringsstål					2391	kg	yes	21,3	50,94
	Isolasjon	Hunton Nativo	35,6	m ³	50	kg/m ³	1778,8	kg	no	21,2	37,71
	Isolasjon	Glava	35,6	m ³	17,5	kg/m ³	622,6	kg	yes	211	131,37
	Isolasjon	Knauf	35,6	m ³	24	kg/m ³	853,8	kg	no	2209	1886,12
	Isolasjon	Rockwool	35,6	m ³	25,0	kg/m ³	889,4	kg	yes	761	676,84
	Trinnlyd	Schutz Quadro-takk	50,7	m ³	17,2	kg/m ³	873,5	kg	no	134	117,05
	Fundament	Lavkarbon A	37,2	m ³	2400,0	kg/m ³	88650,1	kg	yes	28,1	2491,07
	Armering	Kamstål-Armeringsstål					723,5	kg	yes	21,3	15,41
Bæresystem	Søyler	Limtre	5,6	m ³	450	kg/m ³	2528,3	kg	yes	1306	3301,91
	Søyler	Heltre (C24)	1,2	m ³	420	kg/m ³	523,8	kg	yes	205	107,38
	Bjelker	Limtre	9,6	m ³	450	kg/m ³	4324,4	kg	yes	1306	5647,62
Yttervegg	Vegg	Massivtre	11,7	m ³	470	kg/m ³	5489,6	kg	yes	1306	7169,42
	Veggkjeller	Lavkarbonbetong A	31,3	m ³	2400	kg/m ³	75120,0	kg	yes	28,1	2110,87
	Armering	Kamstål-armeringsstål					177,4	kg	yes	21,3	3,78

	Armering	Kamstål- armeringsnet t					257,3	kg	yes	21,3	5,48
	Kledning	Stående skråstillt brannimpreg nert-Woodify Brannpanel Natur	44,9	m ²	10	kg/ m ²	437,5	kg	yes	483	211,32
	Kledning	Stående glatt låvepanel brannimpreg nert-Woodify natur	71,9	m ²	9	kg/ m ²	628,8	kg	yes	483	303,69
	Isolasjon	Hunton Nativo	8,3	m ³	50	kg/ m ³	413,3	kg	no	21,2	8,76
	Isolasjon	Glava	8,3	m ³	17,5	kg/ m ³	144,6	kg	yes	211	30,52
	Isolasjon	Knauf	8,3	m ³	24	kg/ m ³	198,4	kg	no	2209	438,21
	Isolasjon	Rockwool	8,3	m ³	25,0	kg/ m ³	206,6	kg	yes	761	157,25
	Gips rehab	Gyproc	0,1	m ³	861,5	kg/ m ³	96,3	kg	yes	247	23,79
	Gips rehab	Norgigips	0,1	m ³	846,2	kg/ m ³	94,6	kg	yes	177	16,75
Innervegg	Vegg	Massivtre	95,1	m ³	470	kg/ m ³	44717, 1	kg	yes	1306	58400,5 9
	Vegg- kjeller	Lavkarbonbet ong A	8,2	m ³	2400	kg/ m ³	19584, 0	kg	yes	28,1	550,31
	Armering	Kamstål- armeringsstål					59,5	kg	yes	21,3	1,27
	Armering	Kamstål- armeringsnet t					67,075 2	kg	yes	21,3	1,43
	Isolasjon	Hunton Nativo	11,6	m ³	50	kg/ m ³	577,6	kg	no	21,2	12,25
	Isolasjon	Glava	11,6	m ³	17,5	kg/ m ³	202,2	kg	yes	211	42,66
	Isolasjon	Knauf	11,55230 5	m ³	24	kg/ m ³	277,3	kg	no	2209	612,46
	Isolasjon	Rockwool	11,6	m ³	25,0	kg/ m ³	288,8	kg	yes	761	219,78
	Gips rehab	Gyproc	0,6	m ³	861,5	kg/ m ³	486,4	kg	yes	247	120,15
	Gips rehab	Norgips	0,6	m ³	846,2	kg/ m ³	477,7	kg	yes	177	84,56
	Gips	Gyproc	4,0	m ³	720	kg/ m ³	2850,0	kg	yes	247	703,94
	Gips	Norgips	4,0	m ³	720	kg/ m ³	2850,0	kg	yes	177	504,44
Dekker	Dekke	Massivtre	218,6	m ³	470	kg/ m ³	10271 9,0	kg	yes	1306	134150, 95

	Isolasjon	Hunton Nativo	45,5	m ³	50	kg/m ³	2276,6	kg	no	21,2	48,26
	Isolasjon	Glava	45,5	m ³	17,5	kg/m ³	796,8	kg	yes	211	168,12
	Isolasjon	Knauf	45,5	m ³	24	kg/m ³	1092,8	kg	no	2209	2413,90
	Isolasjon	Rockwool	45,5	m ³	25,0	kg/m ³	1138,3	kg	yes	761	866,24
	Trinnlydplate	Schutz Quadro-takk	20,4	m ³	17,2	kg/m ³	350,7	kg	no	134	47,00
	Gips	Gyproc	7,9	m ³	720	kg/m ³	5682,3	kg	yes	247	1403,53
	Gips	Norgigips	7,9	m ³	720	kg/m ³	5682,3	kg	yes	177	1005,77
										SUM tkm	231818,33

Yttervegg beregninger:

Yttervegger							
Volum						Areal	
Yttervegg type	Veggareal (m ²)	Massivtre	Isolasjon	Gips	Gips rehab	Stående tømmermannspanel- Woodify Brannpanel natur	Stående glatt låvepanel brannimpregnert
YV-03-02a	24,33	2,433	4,866	0	0	24,33	0
YV-03-02b	20,6	2,06	4,12	0	0,1236	20,6	0
YV-04-05a	55,2	5,52	11,04	0	0	0	55,2
YV-04-05b	16,67	1,667	3,334	0	0,10002	0	16,67
SUM		11,68	23,36	0	0,22362	44,93	71,87

YV-03-02a	Overgangs motstand ute	Vindsperr e	Dampsperr e	Isolasjon	Massivtre	Overgangs motstand ute	Sum varmemot stand	U-verdi
Tykkelse				0,2	0,1			
Varmekonduktiv itet				0,034	0,13			
Varmemotstand (m ² K/W)	0,13	0,03	0,03	5,88	0,77	0,13	6,97158371	0,143

YV-03-02b	Overgan gsmotsta nd ute	Vindsperr e	Isolasjon	Massivtr e	Gips rehab	Veggviny l	Overgan gsmotsta nd ute	Sum varmem otstand	U-verdi
Tykkelse			0,2	0,1	0,06				
Varmekondukt ivitet			0,034	0,13	0,2				
Varmemotstan d (m ² K/W)	0,13	0,03	5,88235294	0,76923077	0,3	0,03	0,13	7,27158371	0,138

YV-04-05a	Overgangsmotstand ute	Vindspeire	Dampspeire	Isolasjon	Massivtre	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,2	0,1			
Varmekonduktivitet				0,034	0,13			
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	5,88235 294	0,76923 077	0,13	6,97158371	0,143

YV-04-05b	Overgangsmotstand ute	Vindspeire	Dampspeire	Isolasjon	Massivtre	Gips	Veggvinyl	Overgangsmotstand ute	Sum varmemotstand	U-verdi
Tykkelse				0,2	0,1	0,006				
Varmekonduktivitet				0,034	0,13	0,2				
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,03	0,03	5,88235 294	0,76923 077	0,03	0,03	0,13	7,03158 371	0,142

Innervegg beregninger:

Innervegger					
Innervegg type	Veggareal (m2)	Volum			
		Massivtre	Isolasjon	Gips	Gips rehab
IV-10-01a & IV-10-05a	274,03	54,806	27,403	0	0
IV-10-01a & IV-10-05c	16,06	3,212	1,606	0,20878	0
IV-10-02c	90,48	9,048	4,524	2,35248	0
IV-10-02a	71,73	7,173	3,5865	1,86498	0
IV-10-01a (kun)	69,54	6,954	0	0	0
IV-10-03a	16,61	1,661	0,8305	0,21593	0
IV-10-03c	41,11	4,111	2,0555	1,06886	0
IV-10-03d	5,24	0,524	0,262	0,06812	0
IV-10-01c	18,82	1,882	0	0	1,1292
IV-10-01b	10,44	1,044	0	0,13572	0
IV-10-01d	17,57	1,757	0	0,45682	0
IV-10-04a	29,7086	2,97086	5,94172	1,5448472	0
IV-10-04b	21,78625	2,178625	4,35725	0,84966375	0,1307175
IV-11-03b	25,53333333	3,064	1,27666667	0,33193333	0
IV-heis	41,96666667	7,554	0	0,54556667	0
SUM		95,14286	46,20922	7,9165372	1,1292

IV-10-01a & IV-10-05a	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,2	0,1					

Varmekonduktivitet		0,13	0,03						
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	1,53846154	3,33333333		0,13	5,04179487	0,198	EI60	52

IV-10-01a & IV-10-05c	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,2	0,1	0,013					
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2					
Varmemotstand (m2K/W)	0,04	1,53846154	2,94117647	0,065	0,13	4,71463801	0,212	EI60	52

IV-10-02c	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,1	0,05	0,026	0,012					
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14					
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	1,47058824	0,13	0,08571429	0,04	2,62553329	0,381	EI60	37

IV-10-02a	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,1	0,05	0,013	0,012					
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14					
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	1,47058824	0,065	0,08571429	0,04	2,56053329	0,391	EI60	37

IV-10-01a (kun)	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,1					
Varmekonduktivitet		0,13					
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	0,04	0,93923077	1,06	EI60	24

	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
IV-10-03a										
tykkelse		0,1	0,05	0,013	0,012					
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14					
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	1,47058824	0,065	0,08571429	0,04	2,56053329	0,39	EI60	48

	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
IV-10-03c										
tykkelse		0,1	0,05	0,026	0,012					
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14					
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	1,47058824	0,13	0,08571429	0,04	2,62553329	0,38	EI60	48

	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	OSB-plate	Veggvinyl	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
IV-10-03d											
tykkelse		0,1	0,05	0,013	0,012						
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14						
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	1,47058824	0,065	0,08571429	0,03	0,04	2,59053329	0,39	EI60	48

	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Gips rehab	Veggvinyl	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
IV-10-01c									
tykkelse		0,1	0,006						
Varmekonduktivitet		0,13	0,2						
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	0,03	0,03	0,04	0,99923077	1	EI60	24

	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Gips	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
IV-10-01b								
tykkelse		0,1	0,013					
Varmekonduktivitet		0,13	0,2					

Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	0,065	0,04	1,00423077	1		
-----------------------	------	------------	-------	------	------------	---	--	--

IV-10-01d	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Gips	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,1	0,026					
Varmekonduktivitet		0,13	0,2					
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	0,13	0,04	1,06923077	0,94	EI60	24

IV-10-04a	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	Lufting	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,1	0,2	0,052	0,02					
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2						
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	5,88235294	0,26	0,175	0,04	7,25658371	0,14	EI60	60

IV-10-04b	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	Lufting	Finer	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,1	0,2	0,052	0,02	0,018					
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2		0,13					
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,76923077	5,88235294	0,26	0,175	0,13846154	0,04	7,39504525	0,14	EI60	60

IV-11-03b	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Isolasjon	Gips	OSB-plate	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,12	0,05	0,013	0,012					
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2	0,14					
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	0,92307692	1,47058824	0,065	0,08571429	0,04	2,71437944	0,37	EI60	48

IV-heis	Overgangsmotstand ute	Massivtre	Gips	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,18	0,013					
Varmekonduktivitet		0,13	0,2					
Varmemotstand (m2K/W)	0,13	1,38461538	0,065	0,04	1,61961538	0,62		

Bæresystem beregninger:

Bæresystem	Tverrsnittsareal	Lengde	Volum limtre	Volum heltre
Søyler				
48x198	0,009504	131,22		1,24711488
200x200	0,04	34,61	1,3844	
240x300	0,072	13,78	0,99216	
180x180	0,0324	6,88	0,222912	
160x200	0,032	6,92	0,22144	
280x300	0,084	13,76	1,15584	
200x240	0,048	34,2	1,6416	
SUM			5,618352	
Bjelker				
140x315	0,0441	5,4	0,23814	
200x520	0,104	10,81	1,12424	
300x880	0,264	13,1	3,4584	
200x320	0,064	15,13	0,96832	
240x800	0,192	8,791	1,687872	
200x280	0,056	33,27	1,86312	
200x400	0,08	3,37	0,2696	
SUM			9,609692	

Dekke beregninger:

Dekke	Areal (m2)	Massivtre	Betong	Isolasjon	Gips	Trinnlydsplate
Gulv mot grunn (fundament)	129,68		12,968	25,936		
Gulv dekke (fundament)	581,849	0	58,1849	116,3698	0	20,364715
Dekke 1.etasje	607,086	133,55892	0	0	7,892118	30,3543
Dekke 2.etasje	607,086	84,99204	0	182,1258	7,892118	0
SUM		218,55096	71,1529	324,4316	15,784236	50,719015

Gulv mot grunn	Overgangsmotstand ute	Betong armert	Isolasjon	Trinnlydsplate	Flytsparke	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,1	0,2	0,035	0,038					
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,043	0,94					
Varmemotstand (m ² K/W)	0,04	0,04	5,88235294	0,81395349	0,040425532	0,1	6,91673196	0,145		

Gulvdekke	Overgangsmotstand ute	Betong armert	Isolasjon	Trinnlydsplate	Flytsparke	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,1	0,2	0,035	0,038					
Varmekonduktivitet		2,5	0,034	0,043	0,94					
Varmemotstand (m ² K/W)	0,04	0,04	5,88235294	0,81395349	0,040425532	0,1	6,91673196	0,145		

Dekke 1.etg	Overgangsmotstand ute	Massivtr e	Gips	Trinnlydsplate	Flytsparke	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,22	0,013	0,05	0,11					
Varmekonduktivitet		0,13	0,2	0,043	0,94					
Varmemotstand (m ² K/W)	0,04	1,69230769	0,065	1,1627907	0,117021277	0,1	3,17711967	0,315		

Dekke 1.etg	Overgangsmotstand ute	Massivtr e	Isolasjon	Gips	Overgangsmotstand inne	Sum varmemotstand	U-verdi	Brannmotstand	Lydreduksjon (dB)
tykkelse		0,14	0,3	0,013					
Varmekonduktivitet		0,13	0,034	0,2					
Varmemotstand (m ² K/W)	0,04	1,07692308	8,82352941	0,065	0,1	10,10545249	0,099		

Building LCA del C av Biriomsorgssenter massivtre

Utslipp per mengdeenhet:

Material		Armeringsnett (kg)	Armeringsstål (kg)	Gulvbetong (m ³)	Lavkarbon A (m ³)	Massivtre (m ³)	Limtre (m ³)	Glavaglassull (kg)	Rockwool (kg)	Knaufisolasjon (kg)	Huntson Nativ o (kg)	Stendere (C24) (m ³)	Gips Gyproc (kg)	Gips Norgips (kg)	Gips rehab Gyproc (kg)	Gips rehab Norgips (kg)	Woodify Natur (m ³)	Woodify Branpanel Natur (m ³)	Trinnlydsplate (kg)
Impact category	Unit	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Climate change	kg CO2 eq	1,502 8970 8	1,502 8970 8	337,1 7450 5	238,9 8341 4	- 937,9 9704 2	- 921,7 4014 7	1,116 0015 1	1,049 7641	1,116 0015 1	1,049 7641	- 1218, 4244 3	0,215 6733 7	0,220 9303 5	0,236 4199 5	0,236 6646 7	- 652,4 3010 2	- 652,4 4192 5	3,943 3987 68
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	1,069 4E-07	1,069 4E-07	8,902 6E-06	8,897 1E-06	2,602 6E-05	2,752 8E-05	1,771 E-07	6,899 6E-08	1,771 E-07	6,899 6E-08	6,529 E-06	2,085 2E-08	1,819 4E-08	2,310 6E-08	1,996 3E-08	4,440 1E-05	4,440 1E-05	1,209 47E-07
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	1,271 4E-06	1,271 4E-06	3,513 7E-05	3,168 4E-05	8,546 6E-05	0,000 1062 3	4,854 6E-07	2,736 4E-07	4,854 6E-07	2,736 4E-07	2,483 9E-05	6,643 1E-08	6,494 6E-08	7,759 5E-08	7,449 6E-08	0,000 2564 1	0,000 2564	2,797 27E-07
Human toxicity, cancer effects	CTUh	1,475 E-06	1,475 E-06	7,285 6E-06	6,467 3E-06	2,124 2E-05	2,440 2E-05	2,888 2E-07	5,118 6E-08	2,888 2E-07	5,118 6E-08	4,177 3E-06	1,077 5E-08	1,046 8E-08	1,234 5E-08	1,178 1E-08	1,642 5E-05	1,642 4E-05	1,406 4E-07
Particulate matter	kg PM2.5 eq	0,001 3955 7	0,001 3955 7	0,056 2914 3	0,053 3310 4	0,252 0035 8	0,462 6715 8	0,000 8887 2	0,001 0334 8	0,000 8887 2	0,001 0334 8	0,213 5810 8	0,000 2301 1	0,000 2381	0,000 2617 8	0,000 2638	2,445 9865 9	2,445 9808 2	0,001 9152 12
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	0,129 0364 6	0,129 0364 6	21,01 1909 5	16,23 0797 4	28,67 2404 7	31,72 8256 4	0,078 7891 3	0,024 9930 6	0,078 7891 3	0,024 9930 6	13,97 2726 2	0,044 1531 3	0,015 0187 8	0,047 3951 2	0,017 7913 2	125,5 1699 6	125,5 1618 1	0,122 6754 71
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	3,959 9E-07	3,959 9E-07	6,696 E-05	5,276 7E-05	9,437 1E-05	0,000 1051 2	3,107 7E-07	1,056 E-07	3,107 7E-07	1,056 E-07	4,719 6E-05	1,441 4E-07	6,189 7E-08	1,554 5E-07	7,142 7E-08	0,000 4597	0,000 4597	4,028 32E-07

Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	0,00655724	0,00655724	0,63443488	0,51070194	1,17804214	1,38351729	0,00627421	0,00528315	0,00627421	0,00528315	0,70295754	0,00084357	0,00088665	0,00095164	0,00097162	2,12451505	2,12446466	0,021596059
Acidification	molc H+ eq	0,00776974	0,00776974	0,88196837	0,71548446	2,56177953	2,80247384	0,0113789	0,01081134	0,0113789	0,01081134	0,32902882	0,00184961	0,00180373	0,00205531	0,00197058	2,25127794	2,25121827	0,017244031
Terrestrial eutrophication	molc N eq	0,0172294	0,0172294	2,78657602	2,1445461	6,09540265	6,97223482	0,04309498	0,01843953	0,04309498	0,01843953	1,38112237	0,00375085	0,00344908	0,00417496	0,00378443	8,38260515	8,38249075	0,03094237
Freshwater eutrophication	kg P eq	0,00080667	0,00080667	0,05259146	0,04185668	0,18485694	0,19805997	0,00036747	0,00035851	0,00036747	0,00035851	0,01038031	8,151E-05	7,3912E-05	9,431E-05	8,4908E-05	0,0764619	0,07646019	0,000475951
Marine eutrophication																			
Freshwater ecotoxicity	CTUe	26,7134891	26,7134891	815,58987	742,529309	2218,25419	2473,2955	20,9625526	7,51074813	20,9625526	7,51074813	363,726661	1,31680714	1,29061559	1,51810289	1,45975217	2662,38282	2662,33544	12,83381343
Land use	kg C deficit	1,71249569	1,71249569	436,368469	441,559039	8495,07576	8963,41839	1,44079839	2,18892808	1,44079839	2,18892808	4312,98735	0,5563569	0,5467429	0,67703501	0,6546533	6828,15955	6828,15351	1,19418653
Water resource depletion	m3 water eq	0,00148672	0,00148672	-0,26422382	-0,29329334	0,69343646	0,47740884	-0,00571277	-0,00908027	-0,00571277	-0,00908027	0,16067035	9,0953E-05	0,00027276	0,00012176	0,00027853	0,44911722	0,44914948	0,008064799
Mineral, fossil & renewable resource depletion	kg Sb eq	2,8737E-05	2,8737E-05	0,01044839	0,01239286	0,0098591	0,01740051	0,00011197	2,3644E-05	0,00011197	2,3644E-05	0,00965672	5,3305E-06	5,5003E-06	6,1996E-06	6,1954E-06	0,01717088	0,01717076	1,46235E-05

Total utslipp:

		Massivtre	Limtre	Betong	Lavkarbon A	Gips	Gips rehab	Trinnlydsplate	Kamstål	Isolasjon	Stender	Kledning	SUM	Transport
Climate change	kg CO2 eq	-305199,681	-14036,2995	23990,9438	20864,447	3725,22449	273,228784	4827,58683	6840,4414	12620,4039	-1519,51523	-984,693138	-248597,913	38082,1056

Ozone depletion	kg CFC-11 eq	0,00846804	0,00041919	0,00063344	0,00077676	0,00033315	2,4891E-05	0,00014807	0,00048675	0,00126402	8,1424E-06	0,00030894	0,0128714	0,00704012
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	0,0278083	0,00161774	0,0025001	0,00276618	0,00112095	8,7856E-05	0,00034245	0,005787	0,00410459	3,0978E-05	0,00040248	0,04656863	0,00882588
Human toxicity, cancer effects	CTUh	0,00691163	0,0003716	0,00051839	0,00056463	0,00018125	1,3937E-05	0,00017217	0,0067136	0,00159717	5,2096E-06	2,30788107	2,32493066	0,00115864
Particulate matter	kg PM2.5 eq	81,9953681	7,04558315	4,00529869	4,6560663	3,99491093	0,30353936	2,34464033	6,35196458	11,5451652	0,26636014	122,119936	244,628833	18,1605445
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	9329,24984	483,159285	1495,0583	1417,02976	504,871239	37,8024659	150,18174	587,309913	519,185283	17,4255947	189,43947	14730,7129	2852,43705
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	0,03070601	0,00160084	0,00476437	0,00460678	0,001758	0,00013147	0,00049315	0,00180233	0,00210095	5,8859E-05	2,00518995	2,05321271	0,01798054
Photochemical ozone formation	kg NMVO C eq	383,304071	21,0682621	45,1418819	44,586833	14,7627718	1,11067823	26,4383232	29,845288	66,2694458	0,8766688	5,33055882	638,734783	150,594375
Acidification	molc H+ eq	833,535993	42,676195	62,7546072	62,4653709	31,1713063	2,32559557	21,1104847	35,3640137	129,495347	0,41033674	11,3069177	1232,61617	157,749015
Terrestrial eutrophication	molc N eq	1983,28444	106,173499	198,272965	187,229598	61,4318189	4,59897633	37,880262	78,4196941	320,076693	1,72241826	12,723757	2991,81412	508,482483
Freshwater eutrophication	kg P eq	60,1476087	3,016066	3,7420347	3,65429734	1,32610431	0,10355643	0,58266834	3,67155881	4,25281923	0,01294544	0,11540165	80,6250609	3,10890346
Marine eutrophication														46,1089488
Freshwater ecotoxicity	CTUe	721761,841	37663,4528	58031,5857	64826,5213	22247,2565	1720,16403	15711,4084	121586,541	144652,098	453,608931	10460,8222	1199115,3	214823,579
Land use	kg C deficit	2764075,25	136495,33	31048,8814	38550,3119	9411,95452	769,23314	1461,94679	7794,43026	22603,6169	5378,7907	10305,1126	3027894,86	141320,794
Water resource depletion	m3 water eq	225,626068	7,27000282	-18,8002908	-25,6059748	-3,10334388	-0,23037128	9,87308698	6,76682388	-92,6599833	-0,20037439	-0,66163802	108,274006	-87,7328283
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	3,20789144	0,26497568	0,74343332	1,08195881	0,09241107	0,00715879	0,01790233	0,13079755	0,64796066	0,01204304	0,02591549	6,23244819	2,90002725

Indicator	Unit	A1-A3	A4	A5	A4-A5	B1	B2	B3	B4	B5	B2-B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	C1-C4	D
Climate change	kg CO2 eq	2,49E+05	3,81E+04	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	1,29E-02	7,04E-03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	4,66E-02	8,83E-03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Human toxicity, cancer effects	CTUh	2,32E+00	1,16E-03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Particulate matter	kg PM2.5 eq	2,45E+02	1,82E+01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	1,47E+04	2,85E+03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	2,05E+00	1,80E-02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Photochemical ozone formation	kg NMVO C eq	6,39E+02	1,51E+02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Acidification	molc H+ eq	1,23E+03	1,58E+02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Terrestrial eutrophication	molc N eq	2,99E+03	5,08E+02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Freshwater eutrophication	kg P eq	8,06E+01	3,11E+00	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Marine eutrophication	kg N eq	0,00E+00	4,61E+01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Freshwater ecotoxicity	CTUe	1,20E+06	2,15E+05	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Land use	kg C deficit	3,03E+06	1,41E+05	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc

Water resource depletion	m ³ water eq	1,08E+02	8,77E+01 ⁻	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	6,23E+00	2,90E+00	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc

Building LCA del B av Biriomsorgssenter lavkarbonbetong

Utslipp per mengdeenhet:

Material		Armeringsnett (kg)	Armeringss tål (kg)	Gulvbetong (m ³)	Lavkarbon A (m ³)	Limtre (m ³)	Glava glassull (kg)	Rockwool (kg)	Knauf isolasjon (kg)	Hunton Nativo (kg)	Stendere (C24) (m ³)
Impact category	Unit	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Climate change	kg CO2 eq	1,50289708	1,50289708	337,174505	238,983414	-921,740147	1,11600151	1,0497641	1,11600151	1,0497641	-1218,42443
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	1,0694E-07	1,0694E-07	8,9026E-06	8,8971E-06	2,7528E-05	1,771E-07	6,8996E-08	1,771E-07	6,8996E-08	6,529E-06
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	1,2714E-06	1,2714E-06	3,5137E-05	3,1684E-05	0,00010623	4,8546E-07	2,7364E-07	4,8546E-07	2,7364E-07	2,4839E-05
Human toxicity, cancer effects	CTUh	1,475E-06	1,475E-06	7,2856E-06	6,4673E-06	2,4402E-05	2,8882E-07	5,1186E-08	2,8882E-07	5,1186E-08	4,1773E-06
Particulate matter	kg PM2.5 eq	0,00139557	0,00139557	0,05629143	0,05333104	0,46267158	0,00088872	0,00103348	0,00088872	0,00103348	0,21358108
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	0,12903646	0,12903646	21,0119095	16,2307974	31,7282564	0,07878913	0,02499306	0,07878913	0,02499306	13,9727262
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	3,9599E-07	3,9599E-07	6,696E-05	5,2767E-05	0,00010512	3,1077E-07	1,056E-07	3,1077E-07	1,056E-07	4,7196E-05
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	0,00655724	0,00655724	0,63443488	0,51070194	1,38351729	0,00627421	0,00528315	0,00627421	0,00528315	0,70295754
Acidification	molc H+ eq	0,00776974	0,00776974	0,88196837	0,71548446	2,80247384	0,01137894	0,01081134	0,01137894	0,01081134	0,32902882
Terrestrial eutrophication	molc N eq	0,0172294	0,0172294	2,78657602	2,1445461	6,97223482	0,04309498	0,01843953	0,04309498	0,01843953	1,38112237
Freshwater eutrophication	kg P eq	0,00080667	0,00080667	0,05259146	0,04185668	0,19805997	0,00036747	0,00035851	0,00036747	0,00035851	0,01038031
Marine eutrophication											
Freshwater ecotoxicity	CTUe	26,7134891	26,7134891	815,589887	742,529309	2473,2955	20,9625526	7,51074813	20,9625526	7,51074813	363,726661
Land use	kg C deficit	1,71249569	1,71249569	436,36846	441,559039	8963,41839	1,44079839	2,18892808	1,44079839	2,18892808	4312,98735

Water resource depletion	m3 water eq	0,0014867 2	0,0014867 2	- 0,2642238 2	- 0,2932933 4	0,4774088 4	- 0,0057127 7	- 0,0090802 7	- 0,0057127 7	- 0,0090802 7	- 0,1606703 5
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	2,8737E-05	2,8737E-05	0,0104483 9	0,0123928 6	0,0174005 1	0,0001119 7	2,3644E-05	0,0001119 7	2,3644E-05	0,0096567 2

Total utslipp:

		Betong	Lavkarbon A	Kamstål	Limtre	Isolasjon	Stendere	SUM	Transport
Climate change	kg CO2 eq	48578,8564	100846,282	198711,078	-8782,19153	12604,1356	-5222,08588	346736,075	5226,40335
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	0,00128265	0,0037544	0,0141399	0,00026228	0,00126239	2,7983E-05	0,02072961	0,00096619
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	0,00506241	0,01337007	0,16810931	0,00101218	0,0040993	0,00010646	0,19175974	0,00121127
Human toxicity, cancer effects	CTUh	0,00104968	0,00272906	0,1950263	0,0002325	0,00159511	1,7904E-05	0,20065056	0,00015901
Particulate matter	kg PM2.5 eq	8,11026158	22,5046452	184,521094	4,40826021	11,5302829	0,91539426	231,989938	2,49236036
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	3027,31826	6849,07602	17061,0315	302,301713	518,516025	59,8861729	27818,1297	391,469598
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	0,00964729	0,02226644	0,05235669	0,00100161	0,00209824	0,00020228	0,08757254	0,00246766
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	91,4070331	215,506136	866,98928	13,1819297	66,1840209	3,01282915	1256,28123	20,667632
Acidification	molc H+ eq	127,070743	301,920316	1027,30524	26,701519	129,32842	1,41019559	1613,73643	21,6495377
Terrestrial eutrophication	molc N eq	401,479573	904,956113	2278,04919	66,4303295	319,664097	5,91939841	3976,4987	69,7843387
Freshwater eutrophication	kg P eq	7,57718277	17,662692	106,656774	1,88708351	4,24733711	0,04448933	138,075558	0,42666715
Marine eutrophication									
Freshwater ecotoxicity	CTUe	117507,176	313332,708	3532022,45	23565,1609	144465,634	1558,90823	4132452,04	29482,4736
Land use	kg C deficit	62870,3548	186329,196	226423,932	85402,0055	22574,4796	18485,1763	602085,145	19394,9222
Water resource depletion	m3 water eq	-38,0683908	-123,763997	196,572529	4,54867447	-92,5405395	-0,68862242	-53,9403463	-12,0404883
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	1,50536556	5,22954306	3,79959717	0,16578922	0,6471254	0,04138806	11,3888085	0,3980009

Indicator	Unit	A1-A3	A4	A5	A4-A5	B1	B2	B3	B4	B5	B2-B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	C1-C4	D
Climate change	kg CO2 eq	3,47E+05	5,23E+03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc

Ozone depletion	kg CFC-11 eq	2,07E-02	9,66E-04	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	1,92E-01	1,21E-03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Human toxicity, cancer effects	CTUh	2,01E-01	1,59E-04	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Particulate matter	kg PM2.5 eq	2,32E+02	2,49E+00	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	2,78E+04	3,91E+02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	8,76E-02	2,47E-03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	1,26E+03	2,07E+01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Acidification	molc H+ eq	1,61E+03	2,16E+01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Terrestrial eutrophication	molc N eq	3,98E+03	6,98E+01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Freshwater eutrophication	kg P eq	1,38E+02	4,27E-01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Marine eutrophication	kg N eq	0,00E+00	0,00E+00	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Freshwater ecotoxicity	CTUe	4,13E+06	2,95E+04	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Land use	kg C deficit	6,02E+05	1,94E+04	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Water resource depletion	m3 water eq	5,39E+01	1,20E+01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	1,14E+01	3,98E-01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc

Building LCA del A av Biriomsorgssenter lavkarbonbetong

Utslipp per mengdeenhet

Material		Armering snett (kg)	Armerings stål (kg)	Gulvbeto ng (m ³)	Lavkarbo n A (m ³)	Limtre (m ³)	Glava glassull (kg)	Rockwool (kg)	Knauf isolasjon (kg)	Hunton Nativo (kg)	Stendere (C24) (m ³)	Stålprofil (kg)
Impact category	Unit	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Climate change	kg CO2 eq	1,502897 075	1,502897 075	337,1745 05	238,9834 14	- 921,7401 47	1,116001 51	1,049764 1	1,116001 51	1,049764 1	- 1218,424 43	1,614953 98
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	1,06943E- 07	1,06943E- 07	8,9026E- 06	8,8971E- 06	2,7528E- 05	1,771E-07	6,8996E- 08	1,771E-07	6,8996E- 08	6,529E-06	9,7179E- 08
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	1,27145E- 06	1,27145E- 06	3,5137E- 05	3,1684E- 05	0,000106 23	4,8546E- 07	2,7364E- 07	4,8546E- 07	2,7364E- 07	2,4839E- 05	2,9722E- 06
Human toxicity, cancer effects	CTUh	1,47503E- 06	1,47503E- 06	7,2856E- 06	6,4673E- 06	2,4402E- 05	2,8882E- 07	5,1186E- 08	2,8882E- 07	5,1186E- 08	4,1773E- 06	2,0255E- 06
Particulate matter	kg PM2.5 eq	0,001395 575	0,001395 575	0,056291 43	0,053331 04	0,462671 58	0,000888 72	0,001033 48	0,000888 72	0,001033 48	0,213581 08	0,001993 86
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	0,129036 461	0,129036 461	21,01190 95	16,23079 74	31,72825 64	0,078789 13	0,024993 06	0,078789 13	0,024993 06	13,97272 62	0,084803 31
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	3,95986E- 07	3,95986E- 07	6,696E-05	5,2767E- 05	0,000105 12	3,1077E- 07	1,056E-07	3,1077E- 07	1,056E-07	4,7196E- 05	3,251E-07
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	0,006557 237	0,006557 237	0,634434 88	0,510701 94	1,383517 29	0,006274 21	0,005283 15	0,006274 21	0,005283 15	0,702957 54	0,007131 2
Acidification	molc H+ eq	0,007769 743	0,007769 743	0,881968 37	0,715484 46	2,802473 84	0,011378 9	0,010811 34	0,011378 9	0,010811 34	0,329028 82	0,009432 96
Terrestrial eutrophication	molc N eq	0,017229 404	0,017229 404	2,786576 02	2,144546 1	6,972234 82	0,043094 98	0,018439 53	0,043094 98	0,018439 53	1,381122 37	0,021322 07
Freshwater eutrophication	kg P eq	0,000806 669	0,000806 669	0,052591 46	0,041856 68	0,198059 97	0,000367 47	0,000358 51	0,000367 47	0,000358 51	0,010380 31	0,001669 25
Marine eutrophication												
Freshwater ecotoxicity	CTUe	26,71348 905	26,71348 905	815,5898 87	742,5293 09	2473,295 5	20,96255 26	7,510748 13	20,96255 26	7,510748 13	363,7266 61	73,16740 16

Land use	kg C deficit	1,712495 693	1,712495 693	436,3684 6	441,5590 39	8963,418 39	1,440798 39	2,188928 08	1,440798 39	2,188928 08	4312,987 35	2,309752 31
Water resource depletion	m3 water eq	0,001486 723	0,001486 723	- 0,264223 82	- 0,293293 34	0,477408 84	- 0,005712 77	- 0,009080 27	- 0,005712 77	- 0,009080 27	- 0,160670 35	- 0,003535 78
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	2,87372E- 05	2,87372E- 05	0,010448 39	0,012392 86	0,017400 51	0,000111 97	2,3644E- 05	0,000111 97	2,3644E- 05	0,009656 72	0,000104 7

Total utslipp

		A1-3				A4				
		kamstål (kg)	Gulvbetong (m³)	Lavkarbon A (m³)	Limtre (m³)	Isolasjon	Stendere (C24) (m³)	Stålprofil (kg)	SUM	
Climate change	kg CO2 eq	458920,813	137840,355	417757,17	- 34211,0741	30885,1836	- 6067,17582	524857,841	1529983,11	77552,4915
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	0,03265593	0,00363947	0,01555267	0,00102171	0,00275876	3,2511E-05	0,03158316	0,08724422	0,01433688
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	0,38824639	0,01436437	0,05538572	0,00394296	0,00941749	0,00012369	0,96595577	1,4374364	0,01797352
Human toxicity, cancer effects	CTUh	0,45041087	0,00297842	0,01130519	0,00090571	0,00315265	2,0801E-05	0,65827421	1,12704785	0,00235951
Particulate matter	kg PM2.5 eq	426,149217	23,0125083	93,2258155	17,1724012	28,930998	1,06353248	648,002865	1237,55734	36,9831302
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	39402,2442	8589,88157	28372,3957	1177,61794	1102,15754	69,5775498	27560,9612	106274,836	5808,85949
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	0,12091714	0,02737375	0,09223905	0,00390176	0,0045013	0,00023502	0,10565602	0,35482404	0,03661655
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	2002,30117	259,363411	892,737259	51,3502776	160,056165	3,50039516	2317,63092	5686,9396	306,678656
Acidification	molc H+ eq	2372,54893	360,557608	1250,70924	104,01591	317,276076	1,63840748	3065,69955	7472,44572	321,248759
Terrestrial eutrophication	molc N eq	5261,12682	1139,18052	3748,79368	258,779704	707,539943	6,87733442	6929,64266	18051,9407	1035,50166
Freshwater eutrophication	kg P eq	246,322518	21,4999207	73,167955	7,35114389	10,451706	0,05168904	542,505506	901,350439	6,33114177
Marine eutrophication										
Freshwater ecotoxicity	CTUe	8157162,79	333421,412	1297985,24	91798,2102	312142,995	1811,18628	23779305,6	33973627,5	437478,536
Land use	kg C deficit	522923,311	178391,849	771871,369	332683,969	58174,7999	21476,6316	750666,35	2636188,28	287793,428

Water resource depletion	m3 water eq	453,98186	-	-	17,7193857	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-178,66395
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	8,77512333	4,27140816	21,6634571	0,64583281	1,30565877	0,04808588	34,0273723	70,7369384	5,90577478										

Indicator	Unit	A1-A3	A4	A5	A4-A5	B1	B2	B3	B4	B5	B2-B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	C1-C4	D
Climate change	kg CO2 eq	1,53E+06	7,76E+04	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc			
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	8,72E-02	1,43E-02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc			
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	1,44E+00	1,80E-02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc			
Human toxicity, cancer effects	CTUh	1,13E+00	2,36E-03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc			
Particulate matter	kg PM2.5 eq	1,24E+03	3,70E+01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc			
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	1,06E+05	5,81E+03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc			
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	3,55E-01	3,66E-02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc			
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	5,69E+03	3,07E+02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc			
Acidification	molc H+ eq	7,47E+03	3,21E+02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc			
Terrestrial eutrophication	molc N eq	1,81E+04	1,04E+03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc			
Freshwater eutrophication	kg P eq	9,01E+02	6,33E+00	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc			
Marine eutrophication	kg N eq	0,00E+00	0,00E+00	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc			
Freshwater ecotoxicity	CTUe	3,40E+07	4,37E+05	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc			
Land use	kg C deficit	2,64E+06	2,88E+05	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc			
Water resource depletion	m3 water eq	-1,54E+03	-1,79E+02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc			
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	7,07E+01	5,91E+00	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc			

Building LCA del C av Biriomsorgssenter lavkarbonbetong

Utslipp per mengdeenhet:

Material		Armeringsnett (kg)	Armeringss tål (kg)	Gulvbetong (m ³)	Lavkarbon A (m ³)	Limtre (m ³)	Glava glassull (kg)	Rockwool (kg)	Knauf isolasjon (kg)	Hunton Nativo (kg)	Stendere (C24) (m ³)
Impact category	Unit	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Climate change	kg CO2 eq	1,50289708	1,50289708	337,174505	238,983414	-921,740147	1,11600151	1,0497641	1,11600151	1,0497641	-1218,42443
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	1,0694E-07	1,0694E-07	8,9026E-06	8,8971E-06	2,7528E-05	1,771E-07	6,8996E-08	1,771E-07	6,8996E-08	6,529E-06
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	1,2714E-06	1,2714E-06	3,5137E-05	3,1684E-05	0,00010623	4,8546E-07	2,7364E-07	4,8546E-07	2,7364E-07	2,4839E-05
Human toxicity, cancer effects	CTUh	1,475E-06	1,475E-06	7,2856E-06	6,4673E-06	2,4402E-05	2,8882E-07	5,1186E-08	2,8882E-07	5,1186E-08	4,1773E-06
Particulate matter	kg PM2.5 eq	0,00139557	0,00139557	0,05629143	0,05333104	0,46267158	0,00088872	0,00103348	0,00088872	0,00103348	0,21358108
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	0,12903646	0,12903646	21,0119095	16,2307974	31,7282564	0,07878913	0,02499306	0,07878913	0,02499306	13,9727262
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	3,9599E-07	3,9599E-07	6,696E-05	5,2767E-05	0,00010512	3,1077E-07	1,056E-07	3,1077E-07	1,056E-07	4,7196E-05
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	0,00655724	0,00655724	0,63443488	0,51070194	1,38351729	0,00627421	0,00528315	0,00627421	0,00528315	0,70295754
Acidification	molc H+ eq	0,00776974	0,00776974	0,88196837	0,71548446	2,80247384	0,01137894	0,01081134	0,01137894	0,01081134	0,32902882
Terrestrial eutrophication	molc N eq	0,0172294	0,0172294	2,78657602	2,1445461	6,97223482	0,04309498	0,01843953	0,04309498	0,01843953	1,38112237
Freshwater eutrophication	kg P eq	0,00080667	0,00080667	0,05259146	0,04185668	0,19805997	0,00036747	0,00035851	0,00036747	0,00035851	0,01038031
Marine eutrophication											
Freshwater ecotoxicity	CTUe	26,7134891	26,7134891	815,589887	742,529309	2473,2955	20,9625526	7,51074813	20,9625526	7,51074813	363,726661
Land use	kg C deficit	1,71249569	1,71249569	436,36846	441,559039	8963,41839	1,44079839	2,18892808	1,44079839	2,18892808	4312,98735

Water resource depletion	m3 water eq	0,0014867 2	0,0014867 2	- 0,2642238 2	- 0,2932933 4	0,4774088 4	- 0,0057127 7	- 0,0090802 7	- 0,0057127 7	- 0,0090802 7	- 0,1606703 5
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	2,8737E-05	2,8737E-05	0,0104483 9	0,0123928 6	0,0174005 1	0,0001119 7	2,3644E-05	0,0001119 7	2,3644E-05	0,0096567 2

Total utslipp:

		Limtre	Betong	Lavkarbon A	Kamstål	Isolasjon	Stendere	SUM	Transport
Climate change	kg CO2 eq	-14036,2995	56093,2479	116213,179	104116,933	16361,6614	-1519,51523	277229,206	10611,3606
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	0,00041919	0,00148106	0,0043265	0,00740876	0,00163873	8,1424E-06	0,01528238	0,00196169
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	0,00161774	0,00584549	0,0154074	0,08808279	0,00532138	3,0978E-05	0,11630577	0,00245928
Human toxicity, cancer effects	CTUh	0,0003716	0,00121205	0,00314492	0,10218625	0,00207064	5,2096E-06	0,10899067	0,00032285
Particulate matter	kg PM2.5 eq	7,04558315	9,36479258	25,9338897	96,6819288	14,9676734	0,26636014	154,260228	5,06033171
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	483,159285	3495,59719	7892,73417	8939,32176	673,09524	17,4255947	21501,3332	794,815249
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	0,00160084	0,01113957	0,02565939	0,02743288	0,00272376	5,8859E-05	0,0686153	0,00501017
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	21,0682621	105,546276	248,344833	454,268908	85,9147013	0,8766688	916,019649	41,96226
Acidification	molc H+ eq	42,676195	146,726605	347,926755	538,268281	167,883613	0,41033674	1243,89179	43,9558596
Terrestrial eutrophication	molc N eq	106,173499	463,582203	1042,85279	1193,60982	414,961875	1,72241826	3222,9026	141,685732
Freshwater eutrophication	kg P eq	3,016066	8,74925479	20,3541226	55,8840313	5,51354684	0,01294544	93,5299669	0,86627814
Marine eutrophication									12,8479945
Freshwater ecotoxicity	CTUe	37663,4528	135683,704	361078,16	1850643,39	187533,51	453,608931	2573055,83	59859,36
Land use	kg C deficit	136495,33	72595,4184	214721,929	118637,398	29304,3494	5378,7907	577133,215	39378,23
Water resource depletion	m3 water eq	7,27000282	-43,9569773	-142,623082	102,996416	-120,128586	-0,20037439	-196,642601	-24,4462501
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	0,26497568	1,73822214	6,02641774	1,99084221	0,84004545	0,01204304	10,8725463	0,80807598

Indicator	Unit	A1-A3	A4	A5	A4-A5	B1	B2	B3	B4	B5	B2-B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	C1-C4	D
Climate change	kg CO2 eq	2,77E+05	1,06E+04	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc

Ozone depletion	kg CFC-11 eq	1,53E-02	1,96E-03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	1,16E-01	2,46E-03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Human toxicity, cancer effects	CTUh	1,09E-01	3,23E-04	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Particulate matter	kg PM2.5 eq	1,54E+02	5,06E+00	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	2,15E+04	7,95E+02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	6,86E-02	5,01E-03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	9,16E+02	4,20E+01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Acidification	molc H+ eq	1,24E+03	4,40E+01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Terrestrial eutrophication	molc N eq	3,22E+03	1,42E+02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Freshwater eutrophication	kg P eq	9,35E+01	8,66E-01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Marine eutrophication	kg N eq	0,00E+00	1,28E+01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Freshwater ecotoxicity	CTUe	2,57E+06	5,99E+04	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Land use	kg C deficit	5,77E+05	3,94E+04	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Water resource depletion	m3 water eq	1,97E+02	2,44E+01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	1,09E+01	8,08E-01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc

Building LCA del B av Biriomsorgssenter massivtre

Utslipp per mengde enhet:

Material		Armeringsnett (kg)	Armeringsstål (kg)	Gulvbetong (m ³)	Lavkarbon A (m ³)	Massivtre (m ³)	Limtre (m ³)	Glavaglassull (kg)	Rockwool (kg)	Knautisolasjon (kg)	Huntton Nativ o (kg)	Stendere (C24) (m ³)	Gips Gyproc (kg)	Gips Norgips (kg)	Gips rehab Gyproc (kg)	Gips rehab Norgips (kg)	Woodify Natur (m ³)	Woodify Branpanel Natur (m ³)	Trinnlydsplate (kg)
Impact category	Unit	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Climate change	kg CO2 eq	1,50289708	1,50289708	337,174505	238,983414	-937,997042	-921,740147	1,11600151	1,0497641	1,11600151	1,0497641	-1218,42443	0,21567337	0,22093035	0,23641995	0,23666467	-652,430102	-652,441925	3,943398768
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	1,0694E-07	1,0694E-07	8,9026E-06	8,8971E-06	2,6026E-05	2,7528E-05	1,771E-07	6,8996E-08	1,771E-07	6,8996E-08	6,529E-06	2,0852E-08	1,8194E-08	2,3106E-08	1,9963E-08	4,4401E-05	4,4401E-05	1,20947E-07
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	1,2714E-06	1,2714E-06	3,5137E-05	3,1684E-05	8,5466E-05	0,00010623	4,8546E-07	2,7364E-07	4,8546E-07	2,7364E-07	2,4839E-05	6,6431E-08	6,4946E-08	7,7595E-08	7,4496E-08	0,00025641	0,0002564	2,79727E-07
Human toxicity, cancer effects	CTUh	1,475E-06	1,475E-06	7,2856E-06	6,4673E-06	2,1242E-05	2,4402E-05	2,8882E-07	5,1186E-08	2,8882E-07	5,1186E-08	4,1773E-06	1,0775E-08	1,0468E-08	1,2345E-08	1,1781E-08	1,6425E-05	1,6424E-05	1,4064E-07
Particulate matter	kg PM2.5 eq	0,00139557	0,00139557	0,05629143	0,05333104	0,25200358	0,46267158	0,00088872	0,00103348	0,00088872	0,00103348	0,21358108	0,00023011	0,0002381	0,00026178	0,0002638	2,44598659	2,4459828	0,001915212
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	0,12903646	0,12903646	21,0119095	16,2307974	28,6724047	31,7282564	0,07878913	0,02499306	0,07878913	0,02499306	13,9727262	0,04415313	0,01501878	0,04739512	0,01779132	125,516996	125,516181	0,122675471
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	3,9599E-07	3,9599E-07	6,696E-05	5,2767E-05	9,4371E-05	0,00010512	3,1077E-07	1,056E-07	3,1077E-07	1,056E-07	4,7196E-05	1,4414E-07	6,1897E-08	1,5545E-07	7,1427E-08	0,0004597	0,0004597	4,02832E-07

Photochemical ozone formation	kg NMV OC eq	0,006 55724	0,006 55724	0,63 4434	0,51 0701	1,17 8042	1,38 3517	0,00 6274	0,00 5283	0,00 6274	0,00 5283	0,70 2957	0,00 0843	0,00 0886	0,00 0951	0,00 0971	2,12 4515	2,12 4464	0,021 59605
Acidification	molc H+ eq	0,007 76974	0,007 76974	0,88 1968	0,71 5484	2,56 1779	2,80 2473	0,01 1378	0,01 0811	0,01 1378	0,01 0811	0,32 9028	0,00 1849	0,00 1803	0,00 2055	0,00 1970	2,25 1277	2,25 1218	0,017 24403
Terrestrial eutrophication	molc N eq	0,017 2294	0,017 2294	2,78 6576	2,14 4546	6,09 5402	6,97 2234	0,04 3094	0,01 8439	0,04 3094	0,01 8439	1,38 1122	0,00 3750	0,00 3449	0,00 4174	0,00 3784	8,38 2605	8,38 2490	0,030 94237
Freshwater eutrophication	kg P eq	0,000 80667	0,000 80667	0,05 2591	0,04 1856	0,18 4856	0,19 8059	0,00 0367	0,00 0358	0,00 0367	0,00 0358	0,01 0380	8,15 1E-	7,39 12E-	9,43 1E-	8,49 08E-	0,07 6461	0,07 6460	0,000 47595
Marine eutrophication																			
Freshwater ecotoxicity	CTUe	26,71 34891	26,71 34891	815, 5898	742, 5293	2218 ,254	2473 ,295	20,9 6255	7,51 0748	20,9 6255	7,51 0748	363, 7266	1,31 6807	1,29 0615	1,51 8102	1,45 9752	2662 ,382	2662 ,335	12,83 38134
Land use	kg C deficit	1,712 49569	1,712 49569	436, 3684	441, 5590	8495 ,075	8963 ,418	1,44 0798	2,18 8928	1,44 0798	2,18 8928	4312 ,987	0,55 6356	0,54 6742	0,67 7035	0,65 4653	6828 ,159	6828 ,153	1,194 18653
Water resource depletion	m3 water eq	0,001 48672	0,001 48672	- 0,26	- 0,29	0,69 3436	0,47 7408	- 0,00	- 0,00	- 0,00	- 0,00	- 0,16	- 9,09	- 0,00	- 0,00	- 0,00	- 0,44	- 0,44	0,008 06479
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	2,873 7E-05	2,873 7E-05	0,01 0448	0,01 2392	0,00 9859	0,01 7400	0,00 0111	2,36 44E-	0,00 0111	2,36 44E-	0,00 9656	5,33 05E-	5,50 03E-	6,19 96E-	6,19 54E-	0,01 7170	0,01 7170	1,462 35E-

Total utslipp

		Massivtr e	Limtre	Betong	Lavkarb on A	Gips	Gips rehab	Trinnlyd splate	Kamstål	Isolasjo n	Stender e	Klednin g	SUM (A1-3)	Transpo rt
Climate change	kg CO2 eq	- 254306, 264	- 8782,19 153	16760,9 446	11631,5 044	2827,08 027	137,904 3102	2856,70 092	4202,10 383	9602,16 575	- 5222,08 588	- 1552,56 31	- 221844, 70	30961,9 5

Ozone depletion	kg CFC-11 eq	0,00705596	0,00026228	0,00044255	0,00043303	0,00025283	1,25631E-05	8,7617E-05	0,00029901	0,00096172	2,7983E-05	0,00010566	0,01	0,01
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	0,02317114	0,00101218	0,00174666	0,00154209	0,00085069	4,43428E-05	0,00020264	0,00355497	0,00312296	0,00010646	0,00061015	0,04	0,01
Human toxicity, cancer effects	CTUh	0,00575909	0,0002325	0,00036217	0,00031477	0,00013755	7,03419E-06	0,00010188	0,00412418	0,0012152	1,7904E-05	3,9084E-05	0,01	0,00
Particulate matter	kg PM2.5 eq	68,3222724	4,40826021	2,79824713	2,59566217	3,03174585	0,153202695	1,38742946	3,90203104	8,78407623	0,91539426	5,82056973	102,12	14,77
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	7773,55555	302,301713	1044,50202	789,965243	383,147787	19,0796991	88,8693108	360,786254	395,019301	59,8861729	298,684844	11515,80	2319,12
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	0,02558564	0,00100161	0,00332856	0,00256819	0,00133415	6,63561E-05	0,00029182	0,00110718	0,00159849	0,00020228	0,00109393	0,04	0,01
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	319,386396	13,1819297	31,5377581	24,8562516	11,2034968	0,560582649	15,6447486	18,3340506	50,4207477	3,01282915	5,05553623	493,19	122,44
Acidification	molc H+ eq	694,540124	26,701519	43,8426476	34,8231725	23,6559664	1,173776964	12,4920262	21,7242205	98,5258307	1,41019559	5,35717715	964,25	128,25
Terrestrial eutrophication	molc N eq	1652,56286	66,4303295	138,520694	104,376689	46,6207296	2,321200019	22,41546	48,1734551	243,528613	5,91939841	19,9474927	2350,82	413,41
Freshwater eutrophication	kg P eq	50,1177249	1,88708351	2,61432134	2,03719637	1,0063832	0,052267105	0,34479114	2,25544967	3,2357344	0,04448933	0,18195029	63,78	2,53
Marine eutrophication														
Freshwater ecotoxicity	CTUe	601404,814	23565,1609	40542,9733	36139,4658	16883,4872	868,2029399	9297,1492	74690,9795	110057,763	1558,90823	6335,47277	921344,38	174658,33
Land use	kg C deficit	2303153,3	85402,0055	21691,8762	21491,014	7142,751	388,2481336	865,099871	4788,14207	17197,8391	18485,1763	16248,5781	2496854,03	114898,25
Water resource depletion	m3 water eq	188,001909	4,54867447	-13,1345659	-14,2748096	-2,35513385	-0,116273225	5,84235099	4,15688036	-70,4998447	-0,68862242	-1,06877198	100,41	-71,33
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	2,67296114	0,16578922	0,51938952	0,60317001	0,07013095	0,003613193	0,01059361	0,08034933	0,49299735	0,04138806	0,04086044	4,70	2,36

Indicator	Unit	A1-A3	A4	A5	A4-A5	B1	B2	B3	B4	B5	B2-B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	C1-C4	D
-----------	------	-------	----	----	-------	----	----	----	----	----	-------	----	----	----	----	----	----	-------	---

Climate change	kg CO2 eq	2,22E+05	3,10E+04	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	9,94E-03	5,72E-03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	3,60E-02	7,18E-03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Human toxicity, cancer effects	CTUh	1,23E-02	9,42E-04	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Particulate matter	kg PM2.5 eq	1,02E+02	1,48E+01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	1,15E+04	2,32E+03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	3,82E-02	1,46E-02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	4,93E+02	1,22E+02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Acidification	molc H+ eq	9,64E+02	1,28E+02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Terrestrial eutrophication	molc N eq	2,35E+03	4,13E+02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Freshwater eutrophication	kg P eq	6,38E+01	2,53E+00	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Marine eutrophication	kg N eq	0,00E+00	0,00E+00	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Freshwater ecotoxicity	CTUe	9,21E+05	1,75E+05	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Land use	kg C deficit	2,50E+06	1,15E+05	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Water resource depletion	m3 water eq	1,00E+02	7,13E+01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	4,70E+00	2,36E+00	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc

Building LCA del A av Biriomsorgssenter massivtre

Utslipp fra materialer per mengde enhet:

Material		Armeringsnett (kg)	Armeringsstål (kg)	Gulvbetong (m ³)	Lavkarbon A (m ³)	Massivtre (m ³)	Limtrøe (m ³)	Glavaglassull (kg)	Rockwool (kg)	Knautisolasjon (kg)	Hutton Nativo (kg)	Stendere (C24) (m ³)	Gips Gyproc (kg)	Gips Norgips (kg)	Gips bran Gyproc (kg)	Gips bran Norgips (kg)	Woodify Natur (m ³)	Woodify Branpanel Natur (m ³)	Stålp rofil (kg)	Trinnlydsplate (kg)
Impact category	Unit	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
Climate change	kg CO2 eq	1,502 8970 8	1,502 8970 8	337, 1745 05	238, 9834 14	- 937, 9970 42	- 921, 7401 47	1,11 6001 51	1,04 9764 1	1,11 6001 51	1,04 9764 1	- 1218 ,424 43	0,21 5673 37	0,22 0930 35	0,20 3139 33	0,21 8605 02	- 652, 4301 02	- 652, 4419 25	1,61 4953 98	3,943 3987 68
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	1,069 4E-07	1,069 4E-07	8,90 26E-06	8,89 71E-06	2,60 26E-05	2,75 28E-05	1,77 1E-07	6,89 96E-08	1,77 1E-07	6,89 96E-08	6,52 9E-06	2,08 52E-08	1,81 94E-08	1,95 37E-08	1,79 02E-08	4,44 01E-05	4,44 01E-05	9,71 79E-08	1,209 47E-07
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	1,271 4E-06	1,271 4E-06	3,51 37E-05	3,16 84E-05	8,54 66E-05	0,00 0106 23	4,85 46E-07	2,73 64E-07	4,85 46E-07	2,73 64E-07	2,48 39E-05	6,64 31E-08	6,49 46E-08	6,09 81E-08	6,50 02E-08	0,00 0256 41	0,00 0256 4	2,97 22E-06	2,797 27E-07
Human toxicity, cancer effects	CTUh	1,475 E-06	1,475 E-06	7,28 56E-06	6,46 73E-06	2,12 42E-05	2,44 02E-05	2,88 82E-07	5,11 86E-08	2,88 82E-07	5,11 86E-08	4,17 73E-06	1,07 75E-08	1,04 68E-08	9,96 72E-09	1,04 15E-08	1,64 25E-05	1,64 24E-05	2,02 55E-06	1,406 4E-07
Particulate matter	kg PM2.5 eq	0,001 3955 7	0,001 3955 7	0,05 6291 43	0,05 3331 04	0,25 2003 58	0,46 2671 58	0,00 0888 72	0,00 1033 48	0,00 0888 72	0,00 1033 48	0,21 3581 08	0,00 0230 11	0,00 0238 1	0,00 0212 57	0,00 0234 64	2,44 5986 59	2,44 5980 82	0,00 1993 86	0,001 9152 12
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	0,129 0364 6	0,129 0364 6	21,0 1190 95	16,2 3079 74	28,6 7240 47	31,7 2825 64	0,07 8789 13	0,02 4993 06	0,07 8789 13	0,02 4993 06	13,9 7272 62	0,04 4153 13	0,01 5018 78	0,04 2538 36	0,01 4887 28	125, 5169 96	125, 5161 81	0,08 4803 31	0,122 6754 71

Ionizing radiation E (interim)	CTUe	3,959 9E-07	3,959 9E-07	6,69 6E-05	5,27 67E-05	9,43 71E-05	0,00 0105 12	3,10 77E-07	1,05 6E-07	3,10 77E-07	1,05 6E-07	4,71 96E-05	1,44 14E-07	6,18 97E-08	1,38 33E-07	6,11 98E-08	0,00 0459 7	0,00 0459 7	3,25 1E-07	4,028 32E-07
Photochemical ozone formation	kg NMV OC eq	0,006 5572 4	0,006 5572 4	0,63 4434 88	0,51 0701 94	1,17 8042 14	1,38 3517 29	0,00 6274 21	0,00 5283 15	0,00 6274 21	0,00 5283 15	0,70 2957 54	0,00 0843 57	0,00 0886 65	0,00 0781 51	0,00 0876 4	2,12 4515 05	2,12 4464 66	0,00 7131 2	0,021 5960 59
Acidification	molc H+ eq	0,007 7697 4	0,007 7697 4	0,88 1968 37	0,71 5484 46	2,56 1779 53	2,80 2473 84	0,01 1378 9	0,01 0811 34	0,01 1378 9	0,01 0811 34	0,32 9028 82	0,00 1849 61	0,00 1803 73	0,00 1737 09	0,00 1788 1	2,25 1277 94	2,25 1218 27	0,00 9432 96	0,017 2440 31
Terrestrial eutrophication	molc N eq	0,017 2294	0,017 2294	2,78 6576 02	2,14 4546 1	6,09 5402 65	6,97 2234 82	0,04 3094 98	0,01 8439 53	0,04 3094 98	0,01 8439 53	1,38 1122 37	0,00 3750 85	0,00 3449 08	0,00 3509 28	0,00 3409 93	8,38 2605 15	8,38 2490 7	0,02 1322 07	0,030 9423 7
Freshwater eutrophication	kg P eq	0,000 8066 7	0,000 8066 7	0,05 2591 46	0,04 1856 68	0,18 4856 94	0,19 8059 97	0,00 0367 47	0,00 0358 51	0,00 0367 47	0,00 0358 51	0,01 0380 31	8,15 1E-05	7,39 12E-05	7,51 58E-05	7,32 91E-05	0,07 6461 9	0,07 6460 19	0,00 1669 25	0,000 4759 51
Marine eutrophication																				
Freshwater ecotoxicity	CTUe	26,71 3489 1	26,71 3489 1	815, 5898 87	742, 5293 09	2218 ,254 19	2473 ,295 5	20,9 6255 26	7,51 0748 13	20,9 6255 26	7,51 0748 13	363, 7266 61	1,31 6807 14	1,29 0615 59	1,21 4287 33	1,28 5183 75	2662 ,382 82	2662 ,335 44	73,1 6740 16	12,83 3813 43
Land use	kg C deficit	1,712 4956 9	1,712 4956 9	436, 3684 6	441, 5590 39	8495 ,075 76	8963 ,418 39	1,44 0798 39	2,18 8928 08	1,44 0798 39	2,18 8928 08	4312 ,987 35	0,55 6356 9	0,54 6742 9	0,50 0181 5	0,53 9486 88	6828 ,159 55	6828 ,153 51	2,30 9752 31	1,194 1865 3
Water resource depletion	m3 water eq	0,001 4867 2	0,001 4867 2	- 0,26 4223 82	- 0,29 3293 34	0,69 3436 46	0,47 7408 84	- 0,00 5712 77	- 0,00 9080 27	- 0,00 5712 77	- 0,00 9080 27	- 0,16 0670 35	- 9,09 53E-05	- 0,00 0272 76	- 5,39 61E-05	- 0,00 0260 62	- 0,44 9117 22	- 0,44 9149 48	- 0,00 3535 78	0,008 0647 99
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	2,873 7E-05	2,873 7E-05	0,01 0448 39	0,01 2392 86	0,00 9859 1	0,01 7400 51	0,00 0111 97	2,36 44E-05	0,00 0111 97	2,36 44E-05	0,00 9656 72	5,33 05E-06	5,50 03E-06	4,89 8E-06	5,68 24E-06	0,01 7170 88	0,01 7170 76	0,00 0104 7	1,462 35E-05

Total utslipp fra del A:

		Massivtre	Limtre	Betong	Lavkarbon A	Gips	Gipsbrann	Trinnlydsplate	Kamstål	Isolasjon	Stender	Stålprofil	Kledning	SUM (A1-3)	Transp ort
--	--	-----------	--------	--------	-------------	------	-----------	----------------	---------	-----------	---------	------------	----------	------------	------------

Climate change	kg CO2 eq	- 1029948,47	- 32587,1707	90371,58097	59895,3376	2294,991249	30457,91665	4069,68053	15305,0683	23757,4852	- 6067,175822	524857,841	- 11453,577	- 329046,49	163578,426
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	0,029	0,00097	0,0024	0,0022	0,000205243	0,00271	0,00012	0,0011	0,00237947	3,25111E-05	0,032	0,00078	0,07306535	0,03024022
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	0,093843867	0,003755797	0,009417642	0,007940849	0,000690579	0,009098687	0,00028868	0,01294807	0,00772676	0,000123689	0,96595577	0,00450119	1,11629159	0,03791083
Human toxicity, cancer effects	CTUh	0,023324489	0,000862718	0,001952726	0,001620865	0,000111664	0,001472178	0,00014514	0,01502126	0,00300661	2,08012E-05	0,65827421	0,00028833	0,70610099	0,00497682
Particulate matter	kg PM2.5 eq	276,7073788	16,3572757	15,08757546	13,36611814	2,461136409	32,29398172	1,97654385	14,2121314	21,7333845	1,063532477	648,002865	42,9392492	1086,20117	78,0070647
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	31483,14754	1121,719731	5631,741005	4067,851703	311,0349669	4164,184616	126,603979	1314,06993	977,348801	69,57754983	27560,9612	2203,4416	79031,6826	12252,3993
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	0,103622664	0,003716556	0,017946913	0,013224643	0,00108305	0,014458022	0,00041573	0,0040326	0,00395496	0,000235016	0,10565602	0,00807005	0,27641623	0,07723386
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	1293,525077	48,91282449	170,0451331	127,9949295	9,094869885	119,7125689	22,2876424	66,7770025	124,749999	3,500395164	2317,63092	37,2952155	4341,52658	646,86525
Acidification	molc H+ eq	2812,909621	99,07856768	236,3905775	179,318651	19,20364141	254,6302742	17,7962472	79,124813	243,770627	1,638407485	3065,69955	39,5204156	7049,0814	677,597396
Terrestrial eutrophication	molc N eq	6692,932209	246,4961598	746,875214	537,4779395	37,84617205	499,8995332	31,9332557	175,459259	602,53359	6,877334415	6929,64266	147,155212	16655,1285	2184,143
Freshwater eutrophication	kg P eq	202,978382	7,002205785	14,09588527	10,49035105	0,816970306	10,72502609	0,49119241	8,21488777	8,0057889	0,051689038	542,505506	1,34226675	806,720152	13,3540288
Marine eutrophication															
Freshwater ecotoxicity	CTUe	2435708,648	87440,80766	218599,4092	186096,7793	13705,82074	180520,9109	13244,7981	272042,432	272302,7	1811,186279	23779305,6	46737,5314	27507516,7	922756,302
Land use	kg C deficit	9327844,191	316892,3979	116958,154	110665,955	5798,403113	75083,04298	1232,42866	17439,5599	42550,5471	21476,63162	750666,35	119868,349	10906476	607031,38
Water resource depletion	m3 water eq	761,413717	16,87829638	- 70,8188896	- 73,5067893	- 1,911870568	- 22,6077336	8,3230631	15,1403536	- 174,429296	- 0,800062155	- 1149,12238	- 7,88468997	- 699,326285	- 376,848857
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	10,8255773	0,615176942	2,800441925	3,105967227	0,056931497	0,763884771	0,01509175	0,2926515	1,21976411	0,048085883	34,0273723	0,30143337	54,072379	12,4568189

Indicator	Unit	A1-A3	A4	A5	A4-A5	B1	B2	B3	B4	B5	B2-B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	C1-C4	D
Climate change	kg CO2 eq	3,29E+05	1,64E+05	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	7,31E-02	3,02E-02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	1,12E+00	3,79E-02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Human toxicity, cancer effects	CTUh	7,06E-01	4,98E-03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Particulate matter	kg PM2.5 eq	1,09E+03	7,80E+01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	7,90E+04	1,23E+04	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	2,76E-01	7,72E-02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	4,34E+03	6,47E+02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Acidification	molc H+ eq	7,05E+03	6,78E+02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Terrestrial eutrophication	molc N eq	1,67E+04	2,18E+03	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Freshwater eutrophication	kg P eq	8,07E+02	1,34E+01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Marine eutrophication	kg N eq	0,00E+00	0,00E+00	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Freshwater ecotoxicity	CTUe	2,75E+07	9,23E+05	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Land use	kg C deficit	1,09E+07	6,07E+05	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Water resource depletion	m3 water eq	6,99E+02	3,77E+02	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	5,41E+01	1,25E+01	mnc		mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc	mnc

Resultater last

Laster på yttervegg som utsettes for vindlast

Laster		
Egenlast på konstruksjon	184,9	KN/m
Snølast	9,56	KN/m
Vindlast	1,3	KN/m ²

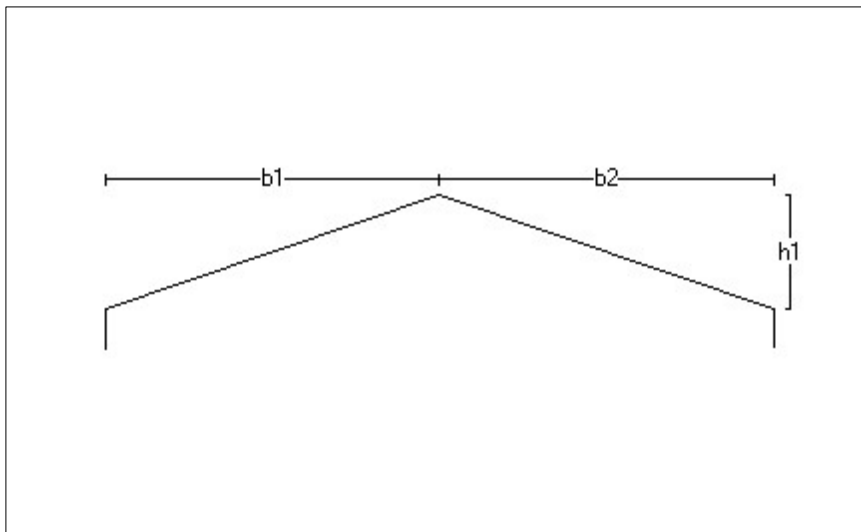
Beregning til vindlast		
Lastbredde	2,655	m
kr (terrengruhetsskategor 3)	0,22	
z0	0,3	m
z-høyde	140	m
kw	2,44	
vb,0 (Gjøvik)	22	m/s
qp	1,2	KN/m ²
h/d	0,50	
Cpe,10 (D)	0,73	
Cpe,10 (E)	-0,37	

Snølast på bygg B

Tittel Snølast på bygg B		Side 1	
Prosjekt	Ordre	Sign	Dato 17-03-2020

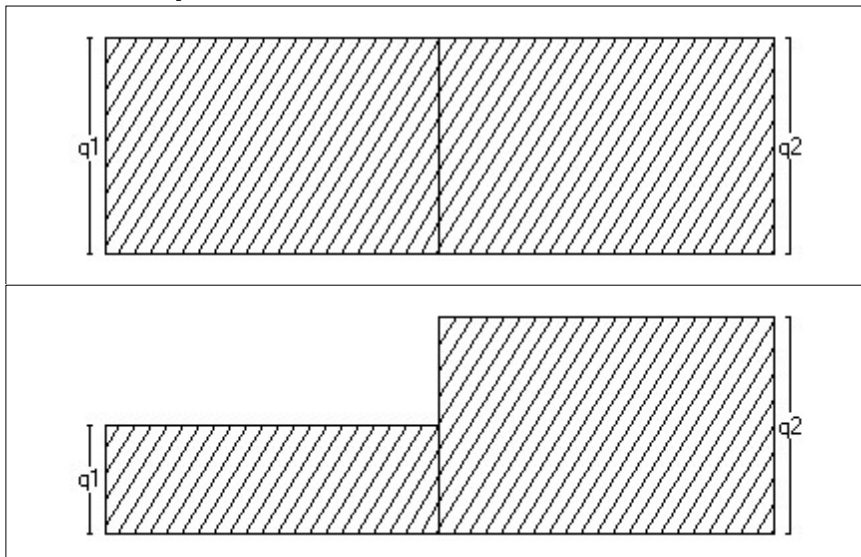
Dataprogram: LastBeregning versjon 6.2.5 Laget av Sletten Byggdata AS
Standard NS-EN 1991-1-3: Snølast

1. Geometri



b1	8421	mm
b2	8421	mm
h1	2886	mm

2. Snølast på tak



Last nr.:1		
q1	3,60	kN/m ²
q2	3,60	kN/m ²

Last nr.:2		
q1	1,80	kN/m ²
q2	3,60	kN/m ²

3. Snølastdata

Fylke	Oppland
Kommune	Gjøvik
Sted	Biri
Byggets plassering (moh)	
Eksponeeringskoeffisient C_e	1
Termisk koeffisient C_t	1
Snølast, S:	4,5 kN/m ²

Innervegger (alle)			
Type	Symbol	Materialer i sjikt	Tot. tykkelse
IV-01-01			
		Betong 200	200
IV-01-02a			
		Betong 200; Stenderverk stål 70mm - Uisolert; OSB-plate 12; Gips 13	298
IV-01-02b			
		Betong 200; Stenderverk stål 70mm - Uisolert; OSB-plate 12; Gips 13; Veggvinyl	298
IV-02-01a			
		Sandsparkel; Betong 220; Sandsparkel	230
IV-02-01b			
		Sandsparkel; Betong 220; Sandsparkel; Veggvinyl	233
IV-02-02			
		Sandsparkel; Betong 220; Sandsparkel; Stenderverk stål 50mm - 50mm isolasjon; Finer 18; Gips rehab 6; Veggvinyl	307
IV-03-01			
		Betong 250	250
IV-10-01a_maks 24dB_EI60			
		Massivtre 100mm	100
IV-10-01b			
		Massivtre 100mm ; Gips 13	113
IV-10-01c_maks 24dB_EI60			
		Massivtre 100mm; Gips rehab 6; Veggvinyl	108
IV-10-01d_maks 24dB_EI60			
		Gips 13; Massivtre 100mm ; Gips 13	126
IV-10-01e_maks 24dB_EI60			
		Gips 13; Massivtre 100mm; Gips 13; Veggvinyl	128
IV-10-01f_maks 24dB_EI60			
		Gips 13; Massivtre 100mm; Fibro veggpanel	123
IV-10-02a_maks 44dB_EI60			
		Massivtre 100mm ; Stenderverk stål 50mm akustikkprofil - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	173
IV-10-02b_maks 44dB_EI60			
		Massivtre 100mm; Stenderverk stål 50mm akustikkprofil - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips brann 15; Gips brann 15	192
IV-10-02c_maks 44dB_EI60			
		Gips 13; Massivtre 100mm ; Stenderverk stål 50mm akustikkprofil - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	187
IV-10-02d_maks 37dB_EI60			
		Massivtre 100mm ; Stenderverk stål 50mm - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	175

NB! Alle innervegger med brannkrav EI60 skal bygges med 100mm stålprofiler og Rockwool stålstenderplate.

 Topic Architecture BØLGEBLIKK	 T: 416 77 647 E: kb@topicark.no A: Skippergata 9, 0152 Oslo	Prosjekt: Biri Omsorgssenter	Tegn.nr: A-20-68-X-X-06		Tiltakshaver: Gjøvik kommune		Prosjektnr: 1803	Revisjon: D
		Tegning: Skjema innervegger	Prosjektfase: Arbeidstegning	Dato: 16.10.19	Mål: A4	Tegnet av: KB(T)	Kontroll: CB(T)	Ansvarlig: KB(T)

Innervegger (alle)			
Type	Symbol	Materialer i sjikt	Tot. tykkelse
IV-10-02e_maks 37dB_EI60			
		Gips 13; Massivtre 100mm ; Stenderverk stål 50mm - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	187
IV-10-03a_maks 48dB_EI60			
		Massivtre 100mm ; Stenderverk stål frittstående 70mm - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	195
IV-10-03b_maks 48dB_EI60			
		Massivtre 100mm ; Stenderverk stål frittstående 70mm - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13; Fibo veggpanel	205
IV-10-03c_maks 48dB_EI60			
		Gips 13; Massivtre 100mm ; Stenderverk stål frittstående 70mm - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	207
IV-10-03d_maks 48dB_EI60			
		Massivtre 100mm; Stenderverk stål frittstående 70mm - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13; Veggvinyl	197
IV-10-04a_maks 60dB_EI60			
		Massivtre; Gips 13; Gips 13; Gips 13; Lufting 20; Isolasjon 200; Gips 13; Massivtre 100mm	392
IV-10-04b_maks 60dB_EI60			
		Veggvinyl; Gips rehab 6; Finer 18; Gips 13; Gips 13; Lufting 20; Isolasjon 200; Gips 13; Massivtre 100mm	386
IV-10-04c_maks 60dB_EI60			
		Gips 13; OSB-plate 12; Gips 13; Gips 13; Lufting 20; Isolasjon 200; Gips 13; Massivtre 100mm	386
IV-10-05a_maks 52dB_EI60			
		Isolasjon 100; Massivtre 100mm	200
IV-10-05b_maks 52dB_EI60			
		Isolasjon 100; Massivtre 100mm; Gips rehab 6; Veggvinyl	208
IV-10-05c_maks 52dB_EI60			
		Isolasjon 100; Massivtre 100mm; Gips 13	213
IV-10-06			
		Massivtre 100mm; Isolasjon 50; Duk; Gustafs panel	165
IV-11-01a_maks 24dB_EI60			
		Massivtre 120mm; Gips 13	133
IV-11-01b_maks 24dB_EI60			
		Massivtre 120mm; Fibo veggpanel	130
IV-11-01c_maks 24dB_EI60			
		Gips 13; Massivtre 120mm; Gips 13	146
IV-11-01d_maks 24dB_EI60			
		Gips 13; Massivtre 120mm; Fibo veggpanel	143
IV-11-02a_maks 37dB_EI60			
		Massivtre 120mm; Stenderverk stål 50mm - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips brann 15; Gips brann 15	212

NB! Alle innervegger med brannkrav EI60 skal bygges med 100mm stålprofiler og Rockwool stålstenderplate.

 Topic Architecture BØLGEBLIKK	 T: 416 77 647 E: kb@topicark.no A: Skippergata 9, 0152 Oslo	Prosjekt: Biri Omsorgssenter	Tegn.nr: A-20-68-X-X-06	Tiltakshaver: Gjøvik kommune	Prosjektnr: 1803	Revisjon: D
		Tegning: Skjema innervegger	Prosjektfase Arbeidstegning	Dato: 16.10.19	Mål: A4	Tegnet av: KB(T)


Innervegger (alle)			
Type	Symbol	Materialer i sjikt	Tot. tykkelse
IV-11-02b_maks EI60			
		Massivtre 120mm; Stenderverk stål 50mm - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Fibo veggpanel	192
IV-11-02d_maks 37dB_EI60			
		Gips 13; Massivtre 120mm; Stenderverk stål 50mm - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13; Fibo veggpanel	218
IV-11-02e_maks 44dB_EI60			
		Fibo veggpanel; Massivtre 120mm; Stenderverk stål 50mm akustikkprofil - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13; Fibo veggpanel	215
IV-11-02f_maks 44dB_EI60			
		Fibo veggpanel; Massivtre 120mm; Stenderverk stål 50mm akustikkprofil - 50mm isolasjon; Gips 13; Gips 13	205
IV-11-02g_maks 44dB_EI60			
		Gips 13; Massivtre 120mm; Utlekking - Vertikalt; Gips 13; Isolasjon 50; Duk; Gustafs panel	240
IV-11-02h_maks EI60			
		Gips brann 15; Gips brann 15; Massivtre 120mm; Stenderverk stål 50mm - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Fibo veggpanel	222
IV-11-02i_maks 37dB_EI60			
		Massivtre 120mm; Stenderverk stål 50mm - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13; Fibo veggpanel	205
IV-11-03a_maks 48dB_EI60			
		Massivtre 120mm; Stenderverk stål frittstående 70mm - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	215
IV-11-03b_maks 48dB_EI60			
		Massivtre 120mm; Stenderverk stål frittstående 70mm - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	215
IV-11-03c_maks 48dB_EI60			
		Gips 13; Massivtre 120mm; Stenderverk stål frittstående 70mm - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	228
IV-11-03d_maks 48dB_EI60			
		Massivtre 120mm; Stenderverk stål frittstående 70mm - 50mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips brann 15; Gips brann 15	232
IV-11-04a_maks EI60			
		Massivtre 120mm; Gips brann 15; Gips brann 15	150
IV-11-04b_maks EI60			
		Massivtre 120mm; Gips brann 15; Gips brann 15; Fibo veggpanel	160
IV-11-04c_maks EI60			
		Massivtre 120mm; Gips brann 15; Gips brann 15; Massivtre 20mm	170
IV-11-04d_maks EI60			
		Fibo veggpanel; Massivtre 120mm; Gips brann 15; Gips brann 15; Fibo veggpanel	170
IV-12a_maks EI60			
		Gips 13; Massivtre 180mm; Gips 13	205
IV-13a			
		Gips 13; Massivtre 170mm; Gips 13	195

NB! Alle innervegger med brannkrav EI60 skal bygges med 100mm stålprofiler og Rockwool stålstenderplate.

 Topic Architecture BØLGEBLIKK	 T: 416 77 647 E: kb@topicark.no A: Skippergata 9, 0152 Oslo	Prosjekt: Biri Omsorgssenter	Tegn.nr: A-20-68-X-X-06		Tiltakshaver: Gjøvik kommune		Prosjektnr: 1803	Revisjon: D
		Tegning: Skjema innervegger	Prosjektfase: Arbeidstegning	Dato: 16.10.19	Mål: A4	Tegnet av: KB(T)	Kontroll: CB(T)	Ansvarlig: KB(T)

Innervegger (alle)			
Type	Symbol	Materialer i sjikt	Tot. tykkelse
IV-13b			
		Massivtre 170mm; Gips 13	183
IV-14			
		Massivtre 210mm; Fibo veggpanel	220
IV-20a			
		Gips 13; OSB-plate 12; Stenderverk stål 50mm - Uisolert	75
IV-20b			
		Fibo veggpanel; OSB-plate 12; Stenderverk stål 50mm - Uisolert	72
IV-21a			
		Gips 13; Stenderverk stål 70mm - Uisolert; Gips 13	95
IV-22-01a			
		Gips 13; Stenderverk stål 95mm - Uisolert ; Gips 13	120
IV-22-01b_maks 30dB			
		Gips 13; Stenderverk stål 95mm - Uisolert ; OSB-plate 12; Gips 13	132
IV-22-01c_maks 30dB			
		Gips 13; OSB-plate 12; Stenderverk stål 95mm - Uisolert ; OSB-plate 12; Gips 13	144
IV-22-01d			
		Fibo veggpanel; OSB-plate 12; Stenderverk stål 95mm - Uisolert ; OSB-plate 12; Gips 13	142
IV-22-01e			
		Fibo veggpanel; OSB-plate 12; Stenderverk stål 95mm - Uisolert ; OSB-plate 12; Fibo veggpanel	139
IV-22-01g			
		Veggvinyl; Gips 13; Finer 18; Stenderverk stål 95mm - Uisolert; OSB-plate 12; Gips 13	153
IV-22-01h			
		Veggvinyl; Gips 13; OSB-plate 12; Stenderverk stål 95mm - Uisolert ; OSB-plate 12; Gips 13	147
IV-22-01i			
		Veggvinyl; Gips rehab 6; OSB-plate 12; Stenderverk stål 95mm - Uisolert; OSB-plate 12; Gips 13	140
IV-22-02			
		Massivtre 20mm; Stenderverk stål 95mm - Uisolert; Finer 15; Fibo veggpanel	140
IV-23a			
		Stenderverk stål 170mm - Uisolert; OSB-plate 12; Gips 13; Veggvinyl	197
IV-23b			
		Stenderverk stål 170mm - Uisolert; OSB-plate 12; Fibo veggpanel	192
IV-24a_maks 30dB_EI30			
		Gips 13; OSB-plate 12; Bindingsverk 148 bærende - Isolert; Gips 13; Gips 13	198

NB! Alle innervegger med brannkrav EI60 skal bygges med 100mm stålprofiler og Rockwool stålstenderplate.

 <p>Topic Architecture BØLGEBLIKK</p>	<p>BETONMAST</p> <p>T: 416 77 647 E: kb@topicark.no A: Skippergata 9, 0152 Oslo</p>	Prosjekt: Biri Omsorgssenter	Tegnr.: A-20-68-X-X-06	Tiltakshaver: Gjøvik kommune	Prosjektnr.: 1803	Revisjon: D
		Tegning: Skjema innervegger	Prosjektfase: Arbeidstegning	Dato: 16.10.19	Mål: A4	Tegnet av: KB(T)

Innervegger (alle)			
Type	Symbol	Materialer i sjikt	Tot. tykkelse
IV-24b_maks 30dB_EI60			
		Veggvinyl; Gips 13; OSB-plate 12; Bindingsverk 148 bærende - Uisolert; OSB-plate 12; Gips 13	200
IV-30-01a_maks 30dB_EI60			
		Gips 13; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	132
IV-30-01b_maks 30dB_EI60			
		Gips 13; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13; Fibo veggpanel	142
IV-30-01c			
		Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; Gips 13; Gips 13	121
IV-30-01d_EI60			
		Gips brann 15; Gips brann 15; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	150
IV-30-02_maks 35dB_EI60			
		Gips 13; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	132
IV-30-03a_maks 48dB_EI60			
		Gips 13; OSB-plate 12; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	144
IV-30-03b_maks 48dB_EI60			
		Fibo veggpanel; Gips 13; OSB-plate 12; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	155
IV-30-03c_maks EI60			
		Fibo veggpanel; OSB-plate 12; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Fibo veggpanel	139
IV-30-03d_maks EI60			
		Fibo veggpanel; OSB-plate 12; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	142
IV-30-03e_maks 48dB_EI60			
		Fibo veggpanel; Gips 13; OSB-plate 12; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13; Fibo veggpanel	165
IV-30-03f_maks 34dB_EI60			
		Fibo veggpanel; Ultraboard 13; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	143
IV-30-03g_maks 34dB_EI60			
		Gips 13; OSB-plate 12; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; Gips 13; Isolasjon 50; Duk; Gustafs panel	197
IV-30-03i_maks 48dB_EI60			
		Veggvinyl; Gips 13; OSB-plate 12; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	147
IV-30-03j_maks 48dB_EI60			
		Veggvinyl; Gips 13; OSB-plate 12; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13; Veggvinyl	149
IV-30-03k_maks 48dB_EI60			
		Gips 13; Gips 13; OSB-plate 12; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	157
IV-30-04_maks 48dB_EI60			
		Gips 13; Gips 13; Stenderverk stål 98mm - 98mm isolasjon; Gips 13; Gips 13	148

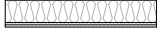




NB! Alle innervegger med brannkrav EI60 skal bygges med 100mm stålprofiler og Rockwool stålstenderplate.

 Topic Architecture BØLGEBLIKK	 T: 416 77 647 E: kb@topicark.no A: Skippergata 9, 0152 Oslo	Prosjekt: Biri Omsorgssenter	Tegn.nr: A-20-68-X-X-06		Tiltakshaver: Gjøvik kommune		Prosjektnr: 1803	Revisjon: D
		Tegning: Skjema innervegger	Prosjektfase: Arbeidstegning	Dato: 16.10.19	Mål: A4	Tegnet av: KB(T)	Kontroll: CB(T)	Ansvarlig: KB(T)



Innervegger (alle)			
Type	Symbol	Materialer i sjikt	Tot. tykkelse
IV-30-05a_maks 48dB_EI60			
		Massivtre 20mm; Gips 13; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	153
IV-30-05b_maks 48dB_EI60			
		Massivtre 20mm; Gips 13; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13; Fibo veggpanel	163
IV-30-05c_maks 48dB_EI60			
		Massivtre 20mm; Gips 13; Stenderverk stål 95mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13; Fibo veggpanel	163
IV-31a_maks EI60			
		Veggvinyl; Gips rehab 6; OSB-plate 12; Stenderverk stål 120mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips rehab 6; Veggvinyl	162
IV-31b_maks 52dB_EI160			
		Veggvinyl; Gips 13; Finer 18; Stenderverk stål 120mm forskutte/separate stendere - 95mm isolasjon; Ultraboard 13; Gips 13	179
IV-32a_maks 34dB_EI160			
		Veggvinyl; Gips 13; OSB-plate 12; Stenderverk stål 148mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	200
IV-32b_maks 52dB_EI160			
		Veggvinyl; Gips 13; Finer 18; Bindingsverk 148mm forskutte/separate stendere - 95mm isolasjon; Ultraboard 13; Gips 13; Gips 13	219
IV-32c_maks 48dB_EI160			
		Gips 13; Ultraboard 15; Bindingsverk 148 bærende - Isolert; Ultraboard 15; Gips 13	204
IV-32d_maks 48dB_EI160			
		Gips 13; OSB-plate 12; Stenderverk stål 148mm - 95mm isolasjon; Gips 13; Isolasjon 50; Duk; Gustafs panel	250
IV-32e_maks 48dB			
		Gips 13; Ultraboard 13; Bindingsverk 148 forskutt stender, 198 svill isolert; Ultraboard 13; Gips 13	254
IV-33a_maks 48dB_EI60			
		Ultraboard 15; Ultraboard 15; Bindingsverk 98 bærende - Isolert; Ultraboard 15; Ultraboard 15	158
IV-33c_maks 48dB_EI60			
		Massivtre 20mm; Ultraboard 13; Bindingsverk 98 bærende - Isolert cc300; Akustikkprofil 25mm; Ultraboard 13; Gips 13	181
IV-33d_maks 48dB_EI60			
		Veggvinyl; Gips 13; OSB-plate 12; Bindingsverk 98 bærende - Isolert; Ultraboard 15; Ultraboard 15	155
IV-33e_maks 48dB_EI60			
		Gips 13; Ultraboard 13; Bindingsverk 98 bærende - Isolert; Akustikkprofil 25mm; Ultraboard 13; Gips 13	174
IV-34_maks 48dB_EI60			
		Massivtre 20mm; Gips 13; Stenderverk stål 220mm - 95mm isolasjon; OSB-plate 12; Gips 13	267
IV-35_maks 48dB_EI60			
		Gips 13; Gips 13; Stenderverk stål 2x95mm 10mm mellomrom - 140mm isolasjon; Gips 13; Gips 13	250
IV-36_maks 48dB_EI60			
		Gips 13; Gips 13; Gips 13; Stenderverk stål 210mm separate stendere - 200mm isolasjon; Gips 13; Gips 13; Gips 13	285

NB! Alle innervegger med brannkrav EI60 skal bygges med 100mm stålprofiler og Rockwool stålstenderplate.



 Topic Architecture BØLGEBLIKK	 T: 416 77 647 E: kb@topicark.no A: Skippergata 9, 0152 Oslo	Prosjekt: Biri Omsorgssenter	Tegn.nr: A-20-68-X-X-06		Tiltakshaver: Gjøvik kommune		Prosjektnr: 1803	Revisjon: D
		Tegning: Skjema innervegger	Prosjektfase: Arbeidstegning	Dato: 16.10.19	Mål: A4	Tegnet av: KB(T)	Kontroll: CB(T)	Ansvarlig: KB(T)

Innervegger (alle)			
Type	Symbol	Materialer i sjikt	Tot. tykkelse
IV-37a_maks 30dB_EI60			
		Bindingsverk 148 bærende - Isolert; Gips brann 15; Gips brann 15	178
IV-37b_maks 48dB_EI60			
		Gips 13; OSB-plate 12; Bindingsverk 148 bærende - Isolert; OSB-plate 12; Gips 13	198
IV-41			
		Nettingvegg	20
IV-heis			
		Massivtre 180mm; Gips 13	193
Massivtre			
		Massivtre	20

NB! Alle innervegger med brannkrav EI60 skal bygges med 100mm stålprofiler og Rockwool stålstenderplate.

 Topic Architecture BØLGEBLIKK	 T: 416 77 647 E: kb@topicark.no A: Skippergata 9, 0152 Oslo	Prosjekt: Biri Omsorgssenter	Tegn.nr: A-20-68-X-X-06		Tiltakshaver: Gjøvik kommune		Prosjektnr: 1803	Revisjon: D
		Tegning: Skjema innervegger	Prosjektfase: Arbeidstegning	Dato: 16.10.19	Mål: A4	Tegnet av: KB(T)	Kontroll: CB(T)	Ansvarlig: KB(T)

Yttervegger (alle)			
Type	Symbol	Materialer i sjikt	Tot. tykkelse
YV-01-01a			
		Stående skråstilt kledning brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påforing 48; OSB-plate 12; Gips 13	428
YV-01-01b			
		Stående skråstilt kledning brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Uisolert; Finer 18	373
YV-01-02a			
		Stående skråstilt kledning brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Massivtre 100mm	455
YV-01-02b			
		Stående skråstilt kledning brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Massivtre 100mm; Gips rehab 6; Veggvinyl	464
YV-01-03a			
		Stående skråstilt kledning brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Stenderverk stål 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påforing stål 48; Gips 13; Gips 13	428
YV-01-04a			
		Stående skråstilt kledning brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Stenderverk stål 100 - Isolert	257
YV-02-01a			
		Stående dobbelfals; Lekt 48; Sløyfe 30; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påforing 48; OSB-plate 12; Gips 13	377
YV-02-01b			
		Stående dobbelfals; Lekt 48; Sløyfe 30; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Uisolert; Finer 18	322
YV-02-01c			
		Stående dobbelfals; Lekt 48; Sløyfe 30; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påforing 48; OSB-plate 12; Fibo veggpanel	374
YV-02-01d			
		Stående dobbelfals; Lekt 48; Sløyfe 30; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påforing 48; Massivtre	372
YV-02-01e			
		Stående dobbelfals; Lekt 48; Sløyfe 30; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påforing 48; OSB-plate 12; Fibo veggpanel	374
YV-02-01f			
		Stående dobbelfals; Lekt 48; Sløyfe 30; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Lufting 20; Stenderverk stål 70mm - 70mm isolasjon; Gips 13; Gips 13	420
YV-02-02a			
		Stående dobbelfals; Lekt 48; Sløyfe 30; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Massivtre 120mm	424

 <p>Topic Architecture BØLGEBLIKK</p>	 <p>T: 416 77 647 E: kb@topicark.no A: Skippergata 9, 0152 Oslo</p>	Prosjekt: Biri Omsorgssenter	Tegnr.: A-20-68-X-X-07	Tiltakshaver: Gjøvik kommune	Prosjektnr.: 1803	Revisjon: A
		Tegning: Skjema yttervegger	Prosjektfase: Arbeidstegning	Dato: 16.10.19	Mål: A4	Tegnet av: KB(T)

Yttervegger (alle)			
Type	Symbol	Materialer i sjikt	Tot. tykkelse
YV-02-02b			
		Stående dobbelfals; Lekt 48; Sløyfe 30; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Massivtre 120mm; Fibo veggpanel	434
YV-02-02c			
		Stående dobbelfals; Lekt 48; Sløyfe 30; Vindsperre; Bindingsverk 148 - Isolert; Dampsperre; Massivtre 120mm	374
YV-03-01a			
		Stående tømmermannspanel brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påføring 48; OSB-plate 12; Gips 13	396
YV-03-01b			
		Stående tømmermannspanel brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Uisolert; Finer 18	341
YV-03-02a			
		Stående tømmermannspanel brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Massivtre 100mm	423
YV-03-02b			
		Stående tømmermannspanel brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Massivtre 100mm; Gips rehab 6; Veggvinyl	431
YV-04-01a			
		Stående glatt låvepanel brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påføring 48; OSB-plate 12; Gips 13	377
YV-04-01b			
		Stående glatt låvepanel brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Uisolert; Finer 18	322
YV-04-01c			
		Stående glatt låvepanel brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Isolert påføring 48; Finer 18; Gips rehab 6; Veggvinyl	378
YV-04-01d			
		Stående glatt låvepanel brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påføring 48; Utleking - Horisontalt; Massivtre 20mm	395
YV-04-01e			
		Stående glatt låvepanel brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påføring 48; Utleking - Horisontalt; Massivtre 20mm	445
YV-04-01f			
		Stående glatt låvepanel brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påføring 48; Utleking - Horisontalt; Massivtre 20mm	404
YV-04-01g			
		Stående glatt låvepanel brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påføring 48; OSB-plate 12; Gips 13; Gips 13	389


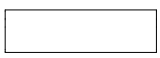
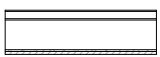
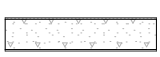
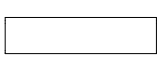
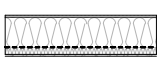
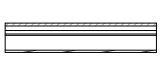
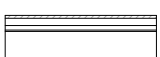

 Topic Architecture BØLGEBLIKK	 T: 416 77 647 E: kb@topicark.no A: Skippergata 9, 0152 Oslo	Prosjekt: Biri Omsorgssenter	Tegn.nr: A-20-68-X-X-07	Tiltakshaver: Gjøvik kommune	Prosjektnr: 1803	Revisjon: A
		Tegning: Skjema yttervegger	Prosjektfase: Arbeidstegning	Dato: 16.10.19	Mål: A4	Tegnet av: KB(T)

Yttervegger (alle)			
Type	Symbol	Materialer i sjikt	Tot. tykkelse
YV-04-02a			
		Stående glatt låvepanel brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Massivtre 100mm	404
YV-04-03a			
		Stående glatt låvepanel brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.	97
YV-04-04a			
		Stående glatt låvepanel brannimpr.; Lekt 36 brannimpr.; Sløyfe 18 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påføring 48; OSB-plate 12; Gips 13	353
YV-04-04b			
		Stående glatt låvepanel brannimpr.; Lekt 36 brannimpr.; Sløyfe 18 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Isolert påføring 48; Finer 18; Gips rehab 6; Veggvinyl	354
YV-04-05a			
		Stående glatt låvepanel brannimpr.; Lekt 36 brannimpr.; Sløyfe 18 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Massivtre 100mm	380
YV-04-05b			
		Stående glatt låvepanel brannimpr.; Lekt 36 brannimpr.; Sløyfe 18 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Massivtre 100mm; Gips rehab 6; Veggvinyl	388
YV-04-05c			
		Stående glatt låvepanel brannimpr.; Lekt 36 brannimpr.; Sløyfe 18 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Massivtre 120mm; Gips 13	413
YV-04-06a			
		Stående glatt låvepanel brannimpr.; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Stenderverk stål 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påføring stål 48; Utlekking - Horisontalt; Massivtre 20mm	404
YV-05a			
		Stående glatt låvepanel; Lekt 48; Sløyfe 30; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påføring 48; OSB-plate 12; Gips 13	377
YV-05b			
		Stående glatt låvepanel; Lekt 48; Sløyfe 30; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påføring 48; OSB-plate 12; Gips 13; Gips 13	389
YV-05c			
		Stående glatt låvepanel; Lekt 48; Sløyfe 30; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påføring 48; OSB-plate 12; Gips 13	402
YV-06-01a			
		Båndteking kobber; Finer 18; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Isolert påføring 48; OSB-plate 12; Gips 13	395
YV-06-01b			
		Båndteking kobber; Finer 18; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Uisolert; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Finer 18; Båndteking kobber	437

 Topic Architecture BØLGEBLIKK	 T: 416 77 647 E: kb@topicark.no A: Skippergata 9, 0152 Oslo	Prosjekt: Biri Omsorgssenter	Tegn.nr: A-20-68-X-X-07	Tiltakshaver: Gjøvik kommune	Prosjektnr: 1803	Revisjon: A
		Tegning: Skjema yttervegger	Prosjektfase Arbeidstegning	Dato: 16.10.19	Mål: A4	Tegnet av: KB(T)

Yttervegger (alle)			
Type	Symbol	Materialer i sjikt	Tot. tykkelse
YV-06-02			
		Båndtekkning kobber; Finer 18; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Massivtre 100mm	422
YV-06-03			
		Båndtekkning kobber; Finer 18; Lekt 48 brannimpr.; Sløyfe 30 brannimpr.; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Massivtre 120mm	442
YV-07			
		Stående dobbelfals; Lekt 48; Sløyfe 30; Vindsperre; Bindingsverk 48 - Isolert; Bindingsverk 198 - Uisolert; OSB-plate 12; Gips 13	279
YV-08-01			
		Stående dobbelfals; Lekt 48; Sløyfe 36; Isolasjon - RedAir Flex; Betong	454
YV-08-02			
		Stående glatt låvepanel; Lekt 48; Lekt; Isolasjon - Myk; Betong	456
YV-09a			
		Isolasjon - Trykkfast; Betong	350
YV-09c			
		Gips 13; Lekt; Isolasjon - Myk; Betong	390
YV-09e			
		Fibo veggpanel; Finer 15; Lekt; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Betong	411
YV-10			
		Platekledning - fibersement; Utlekking - Vertikalt; Isolasjon - Trykkfast; Betong	338
YV-10a			
		Isolasjon - Trykkfast; Betong	400
YV-10b			
		Isolasjon - Trykkfast; Betong	300
YV-10d			
		Platekledning - fibersement; Utlekking - Vertikalt; Isolasjon - Myk; Finer 15; Taktekning	218
YV-10e			
		Platekledning - fibersement; Utlekking - Vertikalt; Isolasjon - Myk; Isolasjon - Myk; Finer 15; Taktekning	341

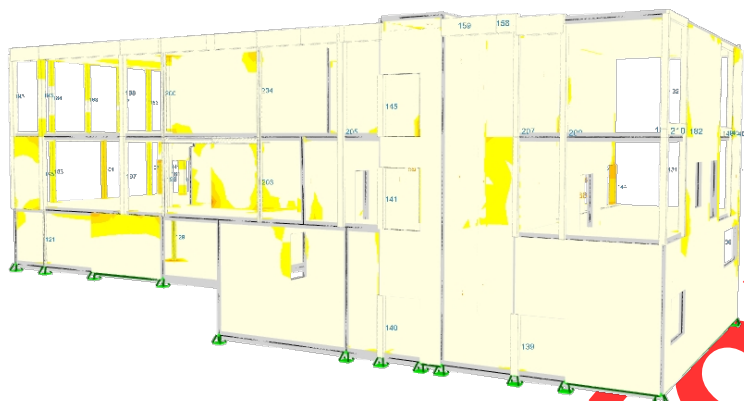
 Topic Architecture BØLGEBLIKK	 T: 416 77 647 E: kb@topicark.no A: Skippergata 9, 0152 Oslo	Prosjekt: Biri Omsorgssenter	Tegn.nr: A-20-68-X-X-07	Tiltakshaver: Gjøvik kommune	Prosjektnr: 1803	Revisjon: A
		Tegning: Skjema yttervegger	Prosjektfase Arbeidstegning	Dato: 16.10.19	Mål: A4	Tegnet av: KB(T)

Yttervegger (alle)			
Type	Symbol	Materialer i sjikt	Tot. tykkelse
YV-13a			
		Platekledning - fibersement; Utlekking - Vertikalt; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Bindingsverk 198 - Uisolert; Finer 15; Fibo veggpanel	286
YV-13c			
		Platekledning - fibersement; Utlekking - Vertikalt; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Finer 18; Taktekning	281
YV-13e			
		Platekledning - fibersement; Utlekking - Vertikalt; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Uisolert; Bindingsverk 198 - Uisolert; OSB-plate 12; Stående dobbelfals	292
YV-14			
		Puss; Betong; Puss	220
YV-16			
		Stående dobbelfals; Isolasjon - Trykkfast; Bindingsverk 198 - Uisolert; Finer 15; Taktekning	239
YV-20			
		Gipsplate - Vegg; Bindingsverk 198 - Isolert; Dampsperre; Stenderverk tre - Isolert; OSB-plate 12; Gips 13	284
YV-21			
		Stående dobbelfals; Lekt 48; Sløyfe 30; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Uisolert; Finer 18	194
YV-22			
		Stående dobbelfals; Lekt 48; Sløyfe 30; Vindsperre; Bindingsverk 198 - Uisolert; Massivtre 20mm	324
YV-23			
		Stående dobbelfals; Isolasjon - Trykkfast	39

Biriomsorgssenter del A1

Beregning utført: 30.03.2020 19:11:01

Focus Konstruksjon 2020



Studentversjon

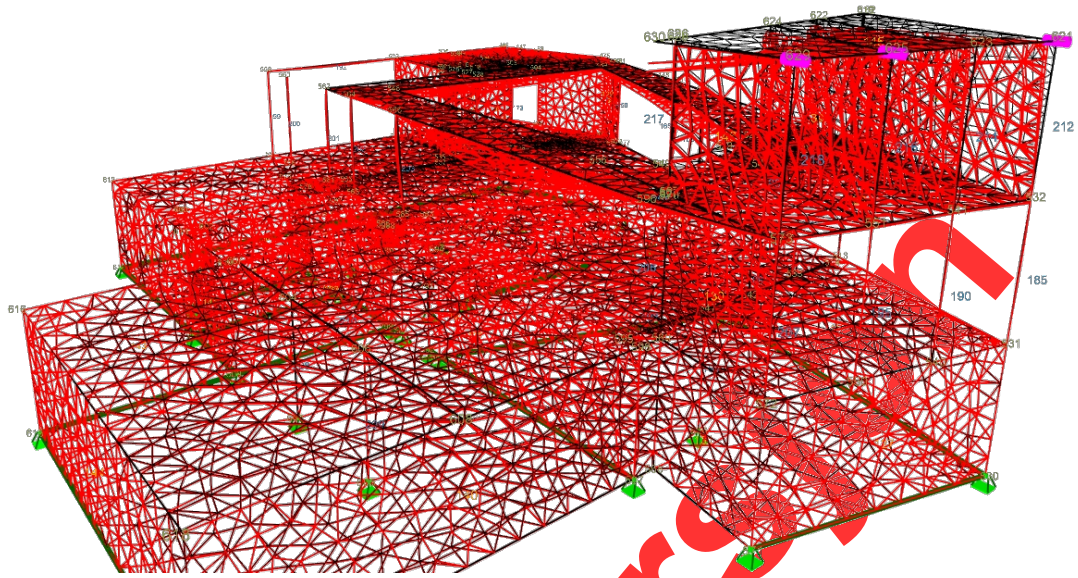
Største kapasitetsutnyttelse: 109,03 % (EN 1992-1-1 6.1; MN-diagram, bøyning om x-aksen)

Focus Konstruksjon 2020 Versjon 20.3.0.0 Focus Software	Biriomsorgssenter del A1	FIL C:\Users\Rahaf Najil\OneDrive - NTNU\Bacheloroppgave\Focus-modeller\Bygg A del 1.fkon	
	Kapasitetskart / Brudd: 1,20·<kt> + 1,20·Egenlast + 1,50·Snølast	DATO 30.03.2020 - 19:11:14	SIGN

Biriomsorgssenter del A2

Beregning utført: 31.03.2020 13:04:47

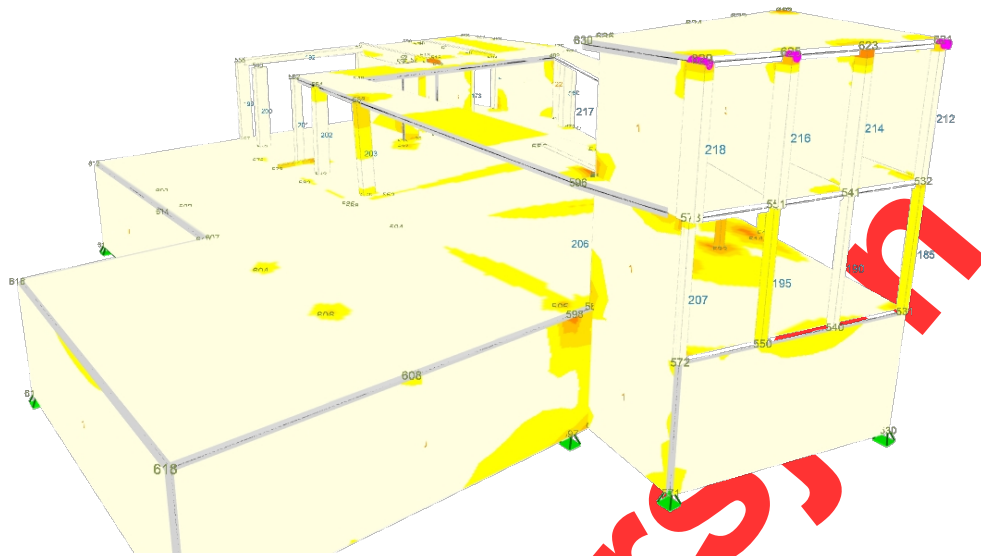
Focus Konstruksjon 2020



Studentversjon

Største forskyvning: 25,5 mm

Focus Konstruksjon 2020 Versjon 20.3.0.0 Focus Software	Biriomsorgssenter del A2	FIL C:\Users\Rahaf Najil\OneDrive - NTNU\Bacheloppgave\Focus-modeller\Bygg A del 2 (kafee)-ka.fkon	
	Forskyvning / <Alle komb. Brudd>	DATO 31.03.2020 - 13:04:51	SIGN



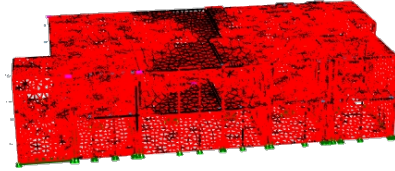
Største kapasitetsutnyttelse: 101,55 % (EN 1992-1-1 6.1; MN-diagram, bøyning om y-aksen)

Focus Konstruksjon 2020 Versjon 20.3.0.0 Focus Software	Biriomsorgssenter del A2	FIL C:\Users\Rahaf Najil\OneDrive - NTNU\Bacheloppgave\Focus-modeller\Bygg A del 2 (kafee)-ka.fkon	
	Kapasitetskart / <Alle komb. Brudd>	DATO 31.03.2020 - 13:05:00	SIGN

Biriomsorgssenter del B

Beregning utført: 21.03.2020 06:35:13

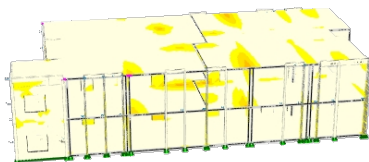
Focus Konstruksjon 2020



Studentversjon

Største forskyvning: 32,1 mm

Focus Konstruksjon 2020 Versjon 20.3.0.0 Focus Software	Biriomsorgssenter del B	FIL C:\Users\Rahaf Najil\Desktop\NTNU\Bacheloroppgave\Bygg B Endelig.fkon	
	Forskyvning / <Alle komb. Brudd>	DATO 21.03.2020 - 06:35:17	SIGN



Studentversjon

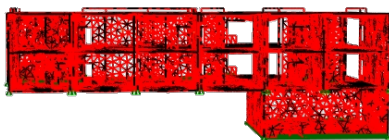
Største kapasitetsutnyttelse: 99,69 % (EN 1992-1-1 6.1; MN-diagram, bøyning om x-aksen)

Focus Konstruksjon 2020 Versjon 20.3.0.0 Focus Software	Biriomsorgssenter del B	FIL C:\Users\Rahaf Najil\Desktop\NTNU\Bacheloroppgave\Bygg B Endelig.fkon	
	Kapasitetskart / <Alle komb. Brudd>	DATO 21.03.2020 - 06:35:30	SIGN

Biriomsorgssenter del C

Beregning utført: 28.03.2020 06:38:02

Focus Konstruksjon 2020



Studentversjon

Største forskyvning: 21,0 mm

Focus Konstruksjon 2020 Versjon 20.3.0.0 Focus Software	Biriomsorgssenter del C	FIL C:\Users\Rahaf Najil\OneDrive - NTNU\Bacheloppgave\Focus-modeller\Biriomsorgssenter del C.fkon	
	Forskyvning / Brudd: 1,35·<kt> + 1,35·Egenlast + 1,50·Nyttelast	DATO 28.03.2020 - 06:38:11	SIGN



Studentversjon

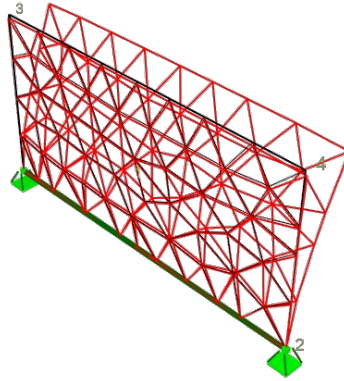
Største kapasitetsutnyttelse: 99,57 % (EN 1992-1-1 6.1; MN-diagram, bøyning om y-aksen)

Focus Konstruksjon 2020 Versjon 20.3.0.0 Focus Software	Biriomsorgssenter del C	FIL C:\Users\Rahaf Najil\OneDrive - NTNU\Bacheloppgave\Focus-modeller\Biriomsorgssenter del C.fkon	
	Kapasitetskart / Brudd: 1,35·<kt> + 1,35·Egenlast + 1,50·Nyttelast	DATO 28.03.2020 - 06:38:38	SIGN

Hardest belastet yttervegg for vindlast

Beregning utført: 17.05.2020 00:18:00

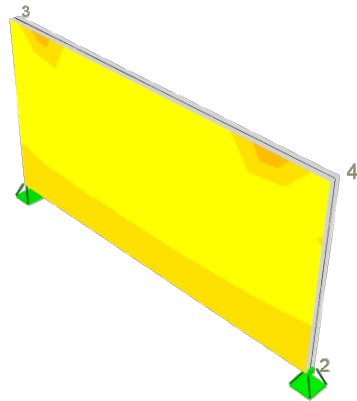
Focus Konstruksjon 2020



Studentversjon

Største forskyvning: 1,8 mm

Focus Konstruksjon 2020 Versjon 20.3.0.0 Focus Software	Hardest belastet yttervegg for vindlast	FIL	
	Forskyvning / <Alle komb. Brudd>	DATO 17.05.2020 - 00:18:02	SIGN



Studentversjon

Største kapasitetsutnyttelse: 78,14 % (EN 1992-1-1 6.1; MN-diagram, bøyning om x-aksen)

Focus Konstruksjon 2020 Versjon 20.3.0.0 Focus Software	Hardest belastet yttervegg for vindlast	FIL	
	Kapasitetskart / <Alle komb. Brudd>	DATO 17.05.2020 - 00:18:03	SIGN

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804

Eier av deklarasjonen:	Unicon AS
Programoperatør:	Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
Utgiver:	Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
Deklarasjonsnummer:	Viser til NEPD 158N
Publiseringsnummer:	Ikke tildelt
ECO Platform registreringsnummer:	Ikke tildelt
Godkjent dato:	
Gyldig til:	

GULVB35M45 Gjøvik UN55A-B111

Unicon AS



www.epd-norge.no



Generell informasjon

Produkt:

GULVB35M45 Gjøvik UN55A-B111

Programoperatør:

Næringslivets stiftelse for Miljødeklarasjoner
Pb. 5250 Majorstuen, 0303 Oslo
Phone: +47 23 08 80 00
e-post: post@epd-norge.no

Deklarasjonsnummer:

Viser til NEPD 158N

ECO Platform registreringsnummer:**Deklarasjonen er basert på PCR:**

EN 15804:2012+A1:2013 tjener som kjerne-PCR
PCR for Precast Concrete Products, NPCR 20.2011.

Erklæringen om ansvar:

Eieren av deklarasjonen skal være ansvarlig for den underliggende informasjon og bevis. EPD Norge skal ikke være ansvarlig med hensyn til produsent informasjon, livsløpsvurdering data og bevis.

Deklarert enhet:

1 m3 GULVB35M45 Gjøvik UN55A-B111

Deklarert enhet med opsjon:

A1,A2,A3

Funksjonell enhet:**Verifikasjon:**

Uavhengig verifikasjon av data, annen miljøinformasjon og EPD er foretatt etter ISO 14025:2010, kapittel 8.1.3 og 8.1.4

Ekstern

Tredjeparts verifikator:

Sign



Seniorforsker Anne Rønning

(Uavhengig verifikator godkjent av EPD Norge)

Eier av deklarasjonen:

Unicon AS
Kontaktperson: Berit Gudding Petersen
Telefon: 97171734
e-post: bgpe@unicon.no

Produsent:

Unicon AS

Produksjonssted:

Unicon Gjøvik

Kvalitet/Miljøsystem:

NS-EN 14001 No. S-024

Org. no.:

No 942822979

Godkjent dato:**Gyldig til:****Årstall for studien:**

2018

Sammenlignbarhet:

EPD av byggevarer er nødvendigvis ikke sammenlignbare hvis de ikke samsvarer med NS-EN 15804 og ses i en bygningskontekst.

Miljødeklarasjonen er utarbeidet av:

Deklarasjonen er utviklet ved bruk av eEPD v3.0 fra LCA.no
Godkjenning:
Bedriftsspesifikke data er

Samlet og registrert av: Kristian Viberg

Kontrollert av:

Godkjent:

Sign

(Daglig leder av EPD-Norge)

Produkt

Produktbeskrivelse:

B35 M45 D-Max 16mm
UB53A-B000
Konsistens 200 mm

Produktspesifikasjon:

1m3 ferdigbetong styrkeklasse B35 og bestandighetsklasse M45

Materials	Percent
Cement	12,55
Aggregate	74,91
Water	7,80
Chemicals	0,09
SCM	4,64

Tekniske data:

Prosjektspesifik EPD utarbeidet etter retningslinjer gitt av EPD Norge.
Godkjent dato og Gyldig til dato fylles ikke ut for Prosjektspesifikke EPD'er.

Markedsområde:

Levetid, produkt:

Levetid, bygg:

LCA: Beregningsregler

Deklarert enhet:

1 m3 GULVB35M45 Gjøvik UN55A-B111

Cut-off kriterier:

Alle viktige råmaterialer og all viktig energibruk er inkludert.
Produksjonsprosessen for råmaterialene og energistrømmer som inngår med veldig små mengder (mindre enn 1%) er ikke inkludert. Disse cut-off kriteriene gjelder ikke for farlige materialer og stoffer.

Alle viktige råmaterialer og all viktig energibruk er inkludert.
Produksjonsprosessen for råmaterialene og energistrømmer som inngår med veldig små mengder (<1%) er ikke inkludert.

Allokering:

Allokering er gjort iht. bestemmelser i EN 15804. Inngående energi og vann, samt produksjon av avfall i egen produksjon er allokert likt mellom alle produktene gjennom masseallokering. Miljøpåvirkning og ressursforbruk for primærproduksjonen av resirkulerte materialer er allokert til det opprinnelige produktsystemet. Bearbeidingsprosessen og transport av materialet til produksjonssted er allokert til analysen i denne EPDen.

Allokering er gjort iht bestemmelser i EN 15804
Inngående energi og vann, samt produksjon av avfall i egen produksjon er allokert likt mellom alle produktene gjennom masseallokering. Påvirkning for primærproduksjonen av resirkulerte materialer er allokert til hovedproduktet der materialet ble brukt. Resirkuleringsprosessen og transport av materialet er allokert til denne analysen.

Datakvalitet:

Spesifikke data for produktsammensetningen er fremskaffet av produsenten. De representerer produksjonen av det deklarete produktet og ble samlet inn for EPD- utvikling i det oppgitte året for studien. Bakgrunnsdata er basert på registrerte EPDer i henhold til EN 15804, Østfoldforskning sine databaser, ecoinvent og andre LCA databaser. Datakvaliteten for råmaterialene i A1 er presentert i tabellen nedenfor.

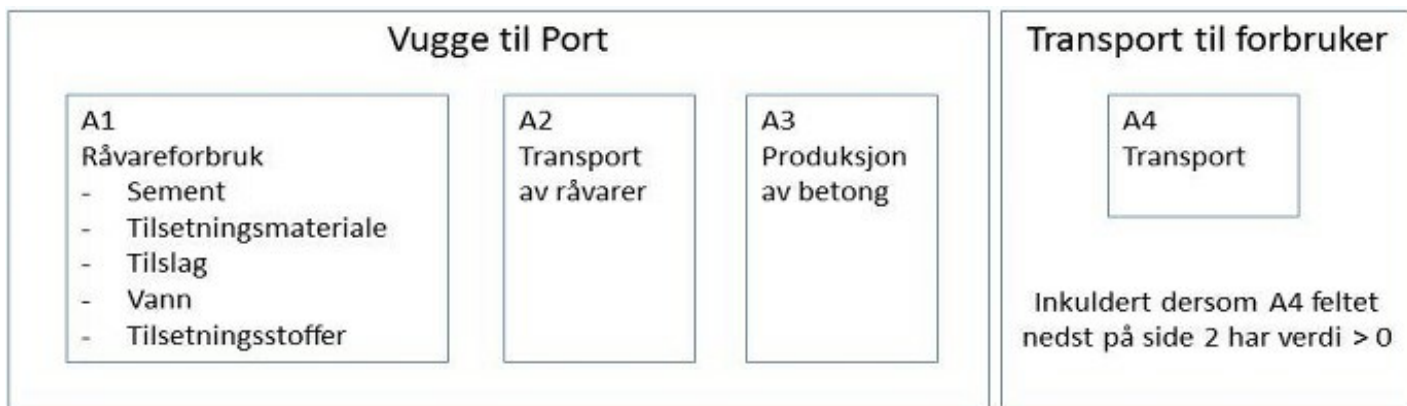
Energiforbruk på fabrikk er gjennomsnitt 2018.

Materials	Source	Data quality	Year
SCM	0	Waste	0
Aggregate	Modified Ecolnvent	Database	2012
SCM	TI, Denmark	EPD	2013
Chemicals	EPD-EFC-20150091-IAG1-EN	EPD	2015
Cement	NEPD-1426-468	EPD	2015
Aggregate	Østfoldforskning	Database	2016
Water	ecoinvent 3.4	Database	2017

Systemgrenser:

Alle prosesser fra råvareuttak til produktet ut fra fabrikkporten er inkludert i analysen.

Flytskjemaet nedenfor illustrerer systemgrensene for analysen:



Teknisk tilleggsinformasjon

Registrert EPD for Unicon: NEPD158N

Prosjektspesifik EPD utarbeidet etter retningslinjer gitt av EPD Norge. Godkjent dato og Gyldig til dato fylles ikke ut for Prosjektspesifikke EPD'er.

LCA: Scenarier og annen teknisk informasjon

Følgende informasjonen beskriver scenariene for modulene i EPDen.

Transport fra produksjonssted til bruker (A4)						
Type	Kapasitetsutnyttelse inkl retur %	Kjøretøytype	Distanse km	Brennstoff/Energi forbruk	Enhet	Verdi (l/t)
Bil					l/tkm	
Jernbane					l/tkm	
Båt					l/tkm	
Annet					l/tkm	

Byggefase (A3)			Monterte produkter i bruk (B1)		
.	Enhet	Verdi	.	Unit	Value
Hjelpemateri...	kg				
Vannforbruk	m ³				
Elektrisitetsforbruk	kWh				
Andre energikilder	MJ				
Materialtap	kg				
Materialer fra avfallsbehandling					
Støv i luften					
VOC utslipp					

Vedlikehold (B2)/Reparasjon (B3)			Utskifting (B4)/Renovering (B5)		
.	Enhet	Verdi	.	Enhet	Verdi
Vedlikeholdsfrekvens*	-			stk	
Hjelpematerialer	kg		Elekt...	kWh	
Andre ressurser	kg		Utskifting av...	0	
Vannforbruk	m ³				
Elektrisitetsforbruk	kWh				
Andre energikilder	MJ				
Materialtap	kg				
VOC utslipp	kg				

Driftsenergi (B6) og vannbruk (B7)			Sluttfase (C1,C3,C4)		
.	Enhet	Verdi	.	Enhet	Verdi
Vannforbruk	m ³		Farlig avfall	kg	
Elektrisitetsforbruk	kWh		Blandet avfall	kg	
Andre energikilder	MJ		Gjenbruk	kg	
Utstyrets varmeeffekt	kW		Resirkulering	kg	
			Energigjenvinning	kg	
			Til deponi	kg	

Transport avfallsbehandling (C2)						
Type	Kapasitetsutnyttelse inkl retur %	Kjøretøytype	Distanse km	Brennstoff/Energi forbruk	Enhet	Verdi (l/t)
Bil					l/tkm	
Jernbane					l/tkm	
Båt					l/tkm	
Annet					l/tkm	

Scenarier etter A1-A3 er ikke inkludert

LCA: Resultater

Systemgrenser (X=inkludert, MND=modul ikke deklarerert, MNR=modul ikke relevant)

Product stage			Construction installation stage		User stage							End of life stage				Beyond the system boundaries
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjons/ installasjonsfase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftinger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruk/gjenvinning/ resirkulering- potensiale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR

Miljøpåvirkning (Environmental impact)

Parameter	Unit	A1	A2	A3
GWP	kg CO ₂ -eq	2,70E+02	1,54E+01	3,17E+00
ODP	kg CFC11 -eq	6,37E-06	2,95E-06	5,44E-07
POCP	kg C ₂ H ₄ -eq	2,03E-02	2,58E-03	4,53E-04
AP	kg SO ₂ -eq	4,78E-01	5,32E-02	8,86E-03
EP	kg PO ₄ ³⁻ -eq	1,53E-01	9,17E-03	1,21E-03
ADPM	kg Sb -eq	1,11E-04	3,45E-05	6,39E-06
ADPE	MJ	1,36E+03	2,38E+02	4,29E+01

GWP Global warming potential; ODP Depletion potential of the stratospheric ozone layer; POCP Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; AP Acidification potential of land and water; EP Eutrophication potential; ADPM Abiotic depletion potential for non fossil resources; ADPE Abiotic depletion potential for fossil resources

Leseeksempel 9,0 E-03 = 9,0*10⁻³ = 0,009

*INA Indicator Not Assessed

Ressursbruk (Resource use)

Parameter	Unit	A1	A2	A3
RPEE	MJ	1,01E+02	1,43E+01	4,70E+01
RPEM	MJ	2,54E-02	7,10E-03	0,00E+00
TPE	MJ	1,01E+02	1,43E+01	4,70E+01
NRPE	MJ	1,37E+03	2,46E+02	4,63E+01
NRPM	MJ	1,09E+01	0,00E+00	0,00E+00
TRPE	MJ	1,38E+03	2,46E+02	4,63E+01
SM	kg	1,79E+02	0,00E+00	0,00E+00
RSF	MJ	1,91E+02	0,00E+00	8,10E-03
NRSF	MJ	2,13E+02	0,00E+00	0,00E+00
W	m ³	3,56E+00	6,02E-02	2,49E-01

RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier; RPEM Renewable primary energy resources used as raw materials; TPE Total use of renewable primary energy resources; NRPE Non renewable primary energy resources used as energy carrier; NRPM Non renewable primary energy resources used as materials; TRPE Total use of non renewable primary energy resources; SM Use of secondary materials; RSF Use of renewable secondary fuels; NRSF Use of non renewable secondary fuels; W Use of net fresh water

Leseeksempel 9,0 E-03 = $9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Livsløpets slutt - Avfall (End of life - Waste)

Parameter	Unit	A1	A2	A3
HW	kg	6,72E-03	1,37E-04	2,22E-05
NHW	kg	1,25E+01	2,16E+01	5,94E-01
RW	kg	INA*	INA*	INA*

HW Hazardous waste disposed; NHW Non hazardous waste disposed; RW Radioactive waste disposed

Leseeksempel 9,0 E-03 = $9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Livsløpets slutt - Utgangsfaktorer (End of life - Output flow)

Parameter	Unit	A1	A2	A3
CR	kg	0,00E+00	0,00E+00	7,10E+01
MR	kg	3,92E-01	0,00E+00	0,00E+00
MER	kg	1,81E-01	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ	INA*	INA*	INA*
ETE	MJ	INA*	INA*	INA*

CR Components for reuse; MR Materials for recycling; MER Materials for energy recovery; EEE Exported electric energy; ETE Exported thermal energy

Leseeksempel 9,0 E-03 = $9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Norske tilleggskrav

Klimagassutslipp fra bruk av elektrisitet i produksjonsfasen

Nasjonal produksjonsmiks fra import, lavspenning (inkludert produksjon av overføringslinjer, i tillegg til direkte utslipp og tap i nett) er brukt for anvendt elektrisitet i produksjonsprosessen (A3). Bakgrunnsdata er presentert i tabellen under. Karakteriseringsfaktorer fra EN15804:2012+A1:2013 er benyttet.

Elektrisitetsmiks	Datakilde	Mengde	Enhet
El-mix, Norway (kWh)	ecoinvent 3.4	31,04	g CO2-ekv/kWh

Farlige stoffer

Produktet inneholder stoffer som er under 0,1 vekt% på REACH Kandidatliste og den norske prioritetslisten.

Inneklima

Produktet har ingen påvirkning på inneklima.

Bibliografi

NS-EN ISO 14025:2010 Miljømerker og deklarasjoner - Miljødeklarasjoner type III - Prinsipper og prosedyrer.

NS-EN ISO 14044:2006 Miljøstyring - Livsløpsvurderinger - Krav og retningslinjer

NS-EN 15804:2012+A1:2013 Bærekraftig byggverk - Miljødeklarasjoner - Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer




ISO 21930:2017 Sustainability in buildings and civil engineering works -

Core rules for environmental product declarations of construction products and services.

ecoinvent v3, Alloc Rec, Swiss Centre of Life Cycle Inventories.

Iversen et al., (2017) EPD generator v2.0 - Background information for system verification, OR 10.17, Østfoldforskning, Fredrikstad.

- PCR for Precast Concrete Products, NPCR 20.2011, www.epd-norge.no
- Vold M. og Edvardsen T. (2014); EPD-generator for betongindustrien, Bakgrunnsinformasjon for verifisering, OR 04.14 Østfoldforskning, Fredrikstad, Januar 2014.
- Vold M. og Edvardsen T. (2014); EPD-generator for betongindustrien, Brukerveileding, OR 05.14 Østfoldforskning, Fredrikstad, Januar 2014.

	Programoperatør og utgiver Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner Pb. 5250 Majorstuen 0303 Oslo Norway	Telefon: +47 23 08 82 92 e-post: post@epd-norge.no web: www.epd-norge.no
	Eier av deklarasjon Unicon AS Prof. Birkelandsvei 27B 1081 Oslo	Telefon: 97171734 Fax: e-post: bgpe@unicon.no web:
	Forfatter av livsløpsrapporten Østfoldforskning AS Stadion 4 1671 Kråkerøy	Telefon: +47 69 35 11 00 Fax: +47 69 34 24 94 e-post: web: www.ostfoldforskning.no
	Utvikler av EPD-generator LCA.no AS Dokka 1C 1671 Kråkerøy	Telefon: +47 916 50 916 e-post: post@lca.no web: www.lca.no

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

In accordance with ISO 14025 and EN 15804:2012+A1:2013 for:

Blowing wool insulation λ 0.034 - 0.036 W/mK



From

KNAUFINSULATION



Program:	The International EPD® System www.environdec.com
Programme operator:	EPD International AB
EPD registration number:	S-P-01757
Publication date:	2020-01-22
Validity date:	2024-12-22

Programme-related information and verification

EPD programme:	The International EPD® System
EPD programme operator:	EPD International AB Box 210 60 SE-100 31 Stockholm - Sweden www.environdec.com info@environdec.com
EPD registration number:	S-P-01757
Published:	2020-01-22
Valid until:	2024-12-22
EPD owner:	Knauf Insulation (Headquarters) Rue de Maestricht 95 4600 Visé Belgium
EPD developer:	Knauf Insulation (Northern Europe) Stafford Road St Helens Merseyside WA10 3N - UK
Product Category Rules:	CEN standard EN 15804+A1 serves as the Core Product Category Rules (PCR) PCR 2012:01. Construction products and construction services. Version 2.3 Sub-PCR-I Thermal insulation products (EN 16783). Version 2018-11-22
PCR review conducted by:	The Technical Committee of the International EPD® System
Independent third-party verification of the declaration and data, according to ISO 14025:2006:	<input type="checkbox"/> internal certification <input checked="" type="checkbox"/> external verification
Third-party Verifier:	Ugo Pretato Studio Fieschi & Soci S.r.l. Italy 
Procedure for follow-up of data during EPD validity involves third-party Verifier:	<input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
LCA conducted by:	EuGeos Limited, UK +44 (0)1625 434423 www.eugeos.co.uk 
Product group classification:	UN CPC 37
Reference year for manufacturing data:	2018
Geographical application scope:	Europe

The EPD owner has the sole ownership, liability and responsibility for the EPD.
EPDs within the same product category but from different programmes may not be comparable.
EPDs of construction products may not be comparable if they do not comply with EN 15804.

About the company

Knauf Insulation has more than 40 years of experience in the insulation industry and is one of the most respected names in insulation worldwide.

At Knauf Insulation, we are committed to helping our customers meet the increasing demand for energy efficiency and sustainability in homes, non-residential buildings and industrial applications.

As the only manufacturer of both Glass and Rock Mineral Wool, we are uniquely placed to provide the best insulation solution for each application. We offer a wide range of insulation solutions for all applications in commercial and residential buildings, for both new build and refurbishment projects, in addition to solutions for HVAC, industrial applications and fire protection, green roofs and bespoke applications.

COMPANY CERTIFICATIONS

All Knauf Insulation sites, including the manufacturing facilities for products covered by this EPD, are ISO 9001, ISO 14001, ISO 5001 and OHSAS 18001 certified under the scope "Design, Development and Production of Insulation Materials and Systems".

PRODUCTION SITES

Data used for the product LCA were collected from Knauf Insulation (Northern Europe)'s two-glass insulation manufacturing facilities in the UK:

Knauf Insulation, Stafford Road, St Helens, Merseyside
Knauf Insulation, Cwmbran, Torfaen, Wales

About glass mineral wool production

Glass mineral wool insulation is available in two forms:

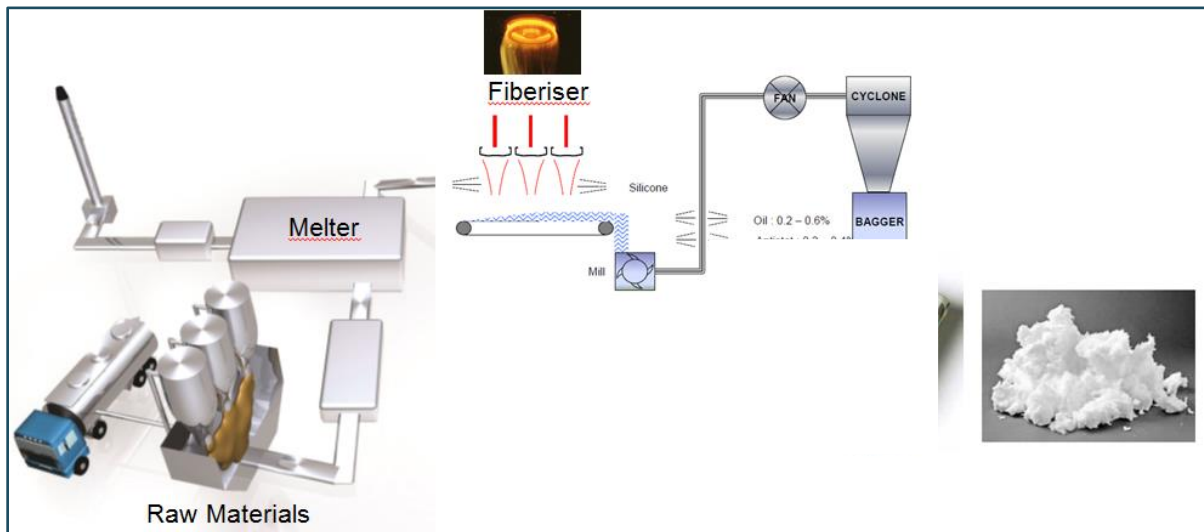
Glass Mineral Wool (GMW) products contain binder and are manufactured in the form of slabs and rolls.

Blowing wool products contain no binder for loose-fill applications.

In the manufacturing process, recovered waste glass is melted together with other raw materials needed to achieve glass of the target composition. As molten glass leaves the furnace, it is cooled and formed into glass fibres. This is transformed directly into the blowing wool product. For mineral wool products, binder is then applied as a solution prior to the forming and oven-curing of the final product

Both GMW and blowing wool are produced at Knauf Insulation (Northern Europe)'s glass insulation manufacturing facilities in the UK.

This EPD concerns blowing wool products compliant with the requirements of EN 14064. These are manufactured in the form of flocks of unbound glass mineral wool; the production process for blowing wool is shown in the figure below.



Product information

PRODUCT DESCRIPTION

Blowing wool comprises over 99% inert material. This inert content comprises recycled glass (external cullet, up to 80% of the composition) with other mineral raw materials - mainly sand and dolomite. The remaining fraction ($\leq 1\%$) comprises anti-static, water repellent and dust-suppressing additives.

Glass blowing wool is used for thermal insulation in buildings. The principal performance characteristic of thermal insulation is its thermal conductivity (Lambda, λ).

The product is mainly marketed in the Northern Europe, particularly the UK and Scandinavia.

RECYCLED MATERIAL

The external cullet content applied in the LCA for this EPD was taken from 2018 usage data for Cwmbran and St Helens factories.

PACKAGING AND TRANSPORTATION

All glass insulation products are compressed when packed to optimise their transport to customers.

USE AND MAINTENANCE

The product does not require maintenance or replacement.

In normal conditions of use, the product is not visible in either internal or external areas, and will not be in contact with water.

END-OF-LIFE

The product may be disposed of as a non-hazardous material, EWC code 17 06 04.

UN CPC

Under the UN CPC classification system v2.1, Knauf Insulation (NE) mineral wool insulation products are classified CPC 37990.

PRODUCT RANGE

Knauf Insulation Northern Europe's glass blowing wool products have been divided into a number of groups; each group encompasses products with thermal conductivity (λ) within a specified range.

This EPD is for products with thermal conductivity in the range 0.034 - 0.036 W/mK. The products to which it applies are listed in the following table.

THERMAL CONDUCTIVITY	Λ 0.034 – 0.036 W/mK
DENSITY RANGE	23 - 25 kg/m ³
PRODUCTS	SUPAFIL® 34 SUPAFIL® FRAME (0.034 - 0.036 W/mK) SUPAFIL® CARBON PLUS (0.034 W/mK)

TECHNICAL CHARACTERISTICS

The products are intended for use as thermal insulation in buildings. They comply with BS EN 14064 and the CE mark.

Key technical properties are shown in the table below; consult the relevant product Technical Data Sheet for a comprehensive specification.

PARAMETER	VALUE
THERMAL CONDUCTIVITY (EN 12667) AT 10°C	Λ 0.034 - 0.036 W/mK
GROSS DRY DENSITY RANGE (EN 1602)	23 - 25 kg/m ³
WATER VAPOUR DIFFUSION RESISTANCE FACTOR (BS EN 13162)	1
WATER ABSORPTION WP (BS EN 29767)	<1 kg/m ²
REACTION TO FIRE (BS EN 13501-1:2002)	EUROCLASS A1

REFERENCE SERVICE LIFE

The expected lifetime of the product is as long as the lifetime of the building equipment in which it is installed (at least 50 years).

RESIDUAL RISKS AND EMERGENCIES

There are no residual risks associated with the normal day-to-day use of insulation products. Care must be taken to install the products in accordance with Knauf Insulation (NE)'s guidance.

The product is classified as non-hazardous. The International Agency for Research on Cancer (IARC) classifies mineral wool fibres in group 3: "*not classified as to their carcinogenicity to humans*". These fibres are exempt from carcinogenic classification under European Regulation 1272/2008, having bio-persistence below the values defined in its note "Q". This exemption is certified by the European Certification Board (EUCEB, www.euceb.org).

CONTENT DECLARATION

No substance included in the Candidate List of Substances of Very High Concern for authorisation under the REACH Regulations is present in these insulation products, either above the threshold for registration with the European Chemicals Agency or above 0.1% (wt/wt).

FURTHER PRODUCT INFORMATION

Detailed product information and datasheets can be found

- on our website: <https://www.knaufinsulation.co.uk/>
- or by contacting Customer Service by telephone: 01744 766 766
- or by email: technical.uk@knaufinsulation.com

LCA information

This section of the EPD records key features of the LCA on which it is based.

DECLARED UNIT

The declared unit is 1m² at 100mm thickness.

The applicable thermal conductivity is 0.034 - 0.036 W/mK.

Indicator values are declared for product with density 24 kg/m³. If indicator values for other densities are required, they may be obtained by linear extrapolation of these values.

SCOPE AND SYSTEM BOUNDARIES

The system boundary of the EPD is defined using the modular approach set out in EN 15804 as shown in the table below.

This a cradle-to-gate with options EPD.

PRODUCT STAGE			CONSTRUCTION PROCESS STAGE		USE STAGE							END OF LIFE STAGE				BEYOND BOUNDARIES
RAW MATERIAL SUPPLY	TRANSPORT	MANUFACTURING	TRANSPORT TO THE SITE	ASSEMBLY	USE	MAINTENANCE	REPAIR	REPLACEMENT	REFURBISHMENT	OPERATIONAL ENERGY USE	OPERATIONAL WATER USE	DE-CONSTRUCTION DEMOLITION	TRANSPORT	WASTE DISPOSAL	DISPOSAL	REUSE- RECOVERY- RECYCLING- POTENTIAL
A	A	A	A	A	B1	B2	B3	B4	B5	B	B	C	C	C	C	D
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
X	X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	M	M	M	X	MND	X	MND
										N	N	N				
										D	D	D				

Modules declared in the EPD: X: included in LCA; MND: module not declared or NR for not relevant

PRODUCT STAGE

This stage includes the extraction and manufacture of raw materials, intermediate products and energy, as well as waste processing up to the end-of-waste state (i.e. no longer considered a waste material) or disposal of final residues arising during the product stage.

All upstream resource extraction and manufacturing processes are included in the system. All energy used in factories and factory support offices is included but energy used in head offices and sales offices etc. is not. Maintenance of equipment is also excluded.

Modules A1, A2 and A3 are declared as one aggregated module: A1 – A3. Details of the product and packaging applied in the LCA are provided in the table below

PRODUCT PARAMETERS	VALUE
DECLARED DENSITY	24 KG/M ³
GLASS MINERAL WOOL WEIGHT (WITHOUT FACING WEIGHT)	2.4 KG
SURFACE	1 M ²
THICKNESS	100 MM
VOLUME	0.1 M ³
FACING	NA
PACKAGING PLASTIC SHEET	0.019 KG
PACKAGING WOODEN PALLET	0.010KG

CONSTRUCTION STAGE

Module A4 covers transport of product from the place of manufacture to the construction site. It includes the transport distance and the relevant transport mode.

Module A5 covers installation of the product in the building. Blowing wool is blown into place using compressed air; therefore, for blowing wool products, A5 includes energy use as well as product wastage at 2% and management of product packaging after use.

These modules are included in the LCA using scenarios, except for energy used to install blowing wool in module A5, which is modelled using data collected by Knauf Insulation for installation in different contexts within the building. The parameters applied are shown in the table below:

PARAMETER	VALUE
AVERAGE TRANSPORT DISTANCE	600 KM
TYPE OF FUEL AND VEHICLE CONSUMPTION OR TYPE OF VEHICLE USED FOR TRANSPORT	TRUCK. EURO 6, 16 – 32 T / 16 T PAYLOAD, 21L / 100 KM
TRUCK CAPACITY UTILISATION (INCLUDING 30% OF EMPTY RETURNS)	35 %
LOSS OF MATERIALS ON SITE	2%
PACKAGING WOODEN PALLET	31% RECYCLED, 69% TO LANDFILL
PACKAGING PLASTIC SHEET	45% RECYCLED, 14% INCINERATED, 41% TO LANDFILL

END-OF-LIFE STAGE

Module C2 concerns transport of the end-of-life construction product, after removal from the building, to a waste processing facility

Module C4 covers final disposal of the end-of-life construction product.

These modules are included in the LCA using scenarios; the parameters used for these modules are shown in the table below:

PARAMETER	VALUE
DISPOSAL TYPE (MINERAL WOOL)	100% LANDFILL
AVERAGE TRANSPORT DISTANCE WASTE (C2)	50 KM
TYPE OF FUEL AND VEHICLE CONSUMPTION OR TYPE OF VEHICLE USED FOR TRANSPORT	TRUCK, EURO 4, 7.5-16 T, 18 L/ 100 KM
TRUCK CAPACITY UTILIZATION	35 %

ADDITIONAL LCA INFORMATION

CUT-OFF CRITERIA

According to the PCR, flows can be omitted (cut off) from the LCA up to a maximum of 1% of the total mass of material inputs or 1% of the total energy content of fuels and energy carriers; energy inputs at one site which represented <0.5% of total energy use in a previous LCA were omitted from the LCA underpinning this EPD.

DATA SOURCES AND DATA QUALITY

The collected data covered all raw materials, consumables and packaging materials; associated transport to the manufacturing site; process energy and water use; direct production wastes; emissions to air and water.

ALLOCATION

In the background data, the Eco invent default allocation is applied to all processes except those in which secondary materials are used, where the "cut-off" allocation is applied. This ensures that secondary materials are free of upstream burdens that arise prior to their reaching the "end of waste" state; this is in accordance with the PCR and also Section 6.3.4.2 of EN 15804.

Following ISO 14044, the overall process is subdivided as far as possible, so that flows dedicated to a particular product type are fully assigned to that product type and the need for allocation is minimised.

ASSUMPTIONS AND ESTIMATES

Inputs to and outputs from the system are accounted for over a 100-year time period; long-term emissions are therefore omitted from the impact assessment part of the LCA.

The "primary energy used as material" indicators (PERM; PENRM) are calculated using - as characterisation factors - published values for constituent materials, which can yield energy on combustion, where available, and from published calorific values where PEM values are not available. Calculations of PE(N)RM are based on a feedstock energy content of 47MJ/kg for plastic packaging film, and 16MJ/kg for wood.

"Primary energy as fuel" indicators (PENRE, PERE) are calculated as the total primary energy demand minus primary energy used as material.

The secondary material indicator counts recycled glass in the product only.

TIME REPRESENTATIVENESS

Data used for this LCA were collected following guidance in ISO 14044:2006 and cover the 12-month period January 1 - December 31 2018.

DATABASE(S) AND LCA SOFTWARE USED

The LCA model, the data aggregation and environmental impacts were calculated in openLCA. Background data were taken from the Eco invent v 3.4 database.

Environmental performance indicators

This EPD contains environmental information about the specified products, in the form of quantitative indicator values for parameters, which encompass calculated environmental impact potentials, resource and energy use, and waste generation. These are abbreviated as follows:

INDICATORS	ABBREVIATION	UNIT
ENVIRONMENTAL IMPACT POTENTIALS		
GLOBAL WARMING POTENTIAL	GWP	KG CO ₂ EQ.
STRATOSPHERIC OZONE LAYER DEPLETION POTENTIAL	ODP	KG CFC 11 EQ.
ACIDIFICATION POTENTIAL	AP	KG SO ₂ EQ.
EUTROPHICATION POTENTIAL	EP	KG PO ₄ ³⁻ EQ.
FORMATION POTENTIAL OF TROPOSPHERIC OZONE	POCP	KG C ₂ H ₄ EQ.
ABIOTIC RESOURCES DEPLETION POTENTIAL – ELEMENTS	ADPE	KG SB EQ.
ABIOTIC RESOURCES DEPLETION POTENTIAL – FOSSIL RESOURCES	ADPF	MJ
RESOURCE USE		
PRIMARY ENERGY RESOURCES – RENEWABLE USE AS ENERGY CARRIER	PERE	MJ NET CALORIFIC VALUE
PRIMARY ENERGY RESOURCES – RENEWABLE USE AS RAW MATERIALS	PERM	MJ NET CALORIFIC VALUE
PRIMARY ENERGY RESOURCES – RENEWABLE - TOTAL	PERT	MJ NET CALORIFIC VALUE
PRIMARY ENERGY RESOURCES – NON-RENEWABLE USE AS ENERGY CARRIER	PENRE	MJ NET CALORIFIC VALUE
PRIMARY ENERGY RESOURCES – NON-RENEWABLE USE AS RAW MATERIALS	PENRM	MJ NET CALORIFIC VALUE
PRIMARY ENERGY RESOURCES – NON-RENEWABLE - TOTAL	PENRT	MJ NET CALORIFIC VALUE
SECONDARY MATERIAL	SM	KG
RENEWABLE SECONDARY FUELS	RSF	MJ NET CALORIFIC VALUE
NON-RENEWABLE SECONDARY FUELS	NRSF	MJ NET CALORIFIC VALUE
NET USE OF FRESH WATER	FW	M ³
WASTE PRODUCTION		
HAZARDOUS WASTE DISPOSED	HW	KG
NON-HAZARDOUS WASTE DISPOSED	NHW	KG
RADIOACTIVE WASTE DISPOSED	RW	KG
OTHER OUTPUT FLOWS		
COMPONENTS FOR REUSE	CR	KG
MATERIAL FOR RECYCLING	MR	KG
MATERIALS FOR ENERGY RECOVERY	MER	KG
EXPORTED ENERGY	EE	MJ

BLOWING WOOL INSULATION, Λ 0.034 - 0.036 W/MK, DENSITY 24 KG/M³

Environmental indicator results for the A1 - A3 modules on an aggregated basis and the A4, A5, C2 & C4 modules are shown in the following tables for the declared unit of 1m² at 100mm thickness (0.1m³).

For module A5 (installation in the building), indicator values are shown for applications into 3 different contexts:

- 'loft' for installation in lofts or in pre-fabricated modules ("max frame")
- 'timber frame' for installation in timber-framed buildings
- 'cavity' for installation in cavity walls

ENVIRONMENTAL IMPACT POTENTIALS

INDICATOR	UNIT	TOTAL A1-A3	A4	A5 LOFT	A5 TIMBER FRAME	A5 CAVITY	C2	C4
GWP	KG CO ₂ EQ.	2.33E+00	4.05E-02	8.27E-02	8.80E-02	1.15E-01	2.52E-02	1.28E-02
ODP	KG CFC 11 EQ.	2.40E-07	7.28E-09	6.07E-09	7.03E-09	1.18E-08	4.55E-09	4.24E-09
AP	KG SO ₂ EQ.	5.54E-03	9.98E-05	1.71E-04	2.11E-04	4.08E-04	9.51E-05	9.47E-05
EP	KG PO ₄ ³⁻ EQ.	7.20E-04	1.27E-05	2.78E-05	3.65E-05	7.98E-05	1.67E-05	1.63E-05
POCP	KG C ₂ H ₄ EQ.	3.36E-04	6.31E-06	8.35E-06	9.41E-06	1.47E-05	4.21E-06	4.66E-06
ADPE	KG SB EQ.	1.33E-04	3.90E-07	2.64E-06	2.64E-06	2.66E-06	3.27E-07	4.30E-08
ADPF	MJ	3.97E+01	6.12E-01	8.96E-01	9.72E-01	1.35E+00	3.79E-01	3.63E-01

RESOURCE USE

INDICATOR	UNIT	TOTAL A1-A3	A4	A5 LOFT	A5 TIMBER FRAME	A5 CAVITY	C2	C4
PERE	MJ, NET CAL VALUE	6.26E-01	7.39E-03	1.83E-02	1.87E-02	2.10E-02	5.78E-03	9.36E-03
PERM	MJ, NET CAL VALUE	2.59E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
PERT	MJ, NET CAL VALUE	8.85E-01	7.39E-03	1.83E-02	1.87E-02	2.10E-02	5.78E-03	9.36E-03
PENRE	MJ, NET CAL VALUE	4.85E+01	6.21E-01	1.08E+00	1.16E+00	1.55E+00	3.88E-01	3.69E-01
PENRM	MJ, NET CAL VALUE	5.75E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
PENRT	MJ, NET CAL VALUE	4.91E+01	6.21E-01	1.08E+00	1.16E+00	1.55E+00	3.88E-01	3.69E-01
SM	KG	1.71E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
RSF	MJ, NET CAL VALUE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
NRSF	MJ, NET CAL VALUE	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
FW	M ³	1.46E-02	1.13E-04	3.12E-04	3.36E-04	3.84E-04	7.56E-05	4.08E-04

WASTE PRODUCTION

INDICATOR	UNIT	TOTAL A1-A3	A4	A5 LOFT	A5 TIMBER FRAME	A5 CAVITY	C2	C4
HW	KG	4.32E-04	1.62E-05	2.68E-05	3.90E-05	1.00E-04	1.06E-05	2.17E-05
NHW	KG	3.43E-01	2.90E-02	6.73E-02	6.73E-02	6.75E-02	1.48E-02	2.40E+00
RW	KG	2.40E-04	4.13E-06	5.70E-06	6.24E-06	8.94E-06	2.61E-06	2.41E-06

OTHER OUTPUT FLOWS

INDICATOR	UNIT	TOTAL A1-A3	A4	A5 LOFT	A5 TIMBER FRAME	A5 CAVITY	C2	C4
CR	KG	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
MR	KG	1.04E-04	3.45E-07	2.12E-06	2.14E-06	2.26E-06	2.05E-07	2.52E-07
MER	KG	7.61E-13	1.47E-14	1.57E-14	1.62E-14	1.90E-14	1.13E-14	1.08E-14
EE	MJ	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

LCA interpretation

Modules A1 - A3 are the most significant across the whole life cycle. Knauf Insulation's own processes make the largest contribution to the indicator totals for almost all environmental impact categories, through energy use and emissions from the glass-making process.

Waste indicators and the indicator values obtained for ODP and water use should be used with caution; all are subject to uncertainties in data or method, which limit the scope for their use for comparison with other products or with other EPD, produced using background data from different sources.

References

General Programme Instructions Version 2.5 - The International EPD® System - EPD International AB

ISO 14025

EN ISO 14025:2011-10: Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures

EN 15804

EN 15804:2012-04+A1 2013: Sustainability of construction works — Environmental Product Declarations — Core rules for the product category of construction products

EN 14064 - Part1

EN 14064:2010 Thermal insulation products for buildings - In-situ formed loosefill mineral wool products - Part 1: Specification for the loosefill products before installation

EN 14064 - Part2

EN 14064:2010 Thermal insulation products for buildings - In-situ formed loosefill mineral wool products - Part 2: Specification for the installed products

EN 1602

EN 1602: 2013 Thermal insulating products for building applications - Determination of the apparent density

EN 12667

EN 12667: 2001 Thermal performance of building materials and products - Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods - Products of high and medium thermal resistance

BS EN 13501-1

EN 13501-1: 2009 Fire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using test data from reaction to fire tests.

BS EN 29767




BS EN ISO 29767:2019: Thermal insulating products for building applications. Determination of short-term water absorption by partial immersion

LCA of Glass Mineral Wool Insulation with Ecose® (2019) - Report For Knauf Insulation Northern Europe - EuGeos Limited

Product Category Rules PCR 2012:01. Construction products and construction services. Version 2.3 - The International EPD® System - EPD International AB

Sub-PCR-I Thermal insulation products (EN 16783). Version 2018-11-22

Contact information

EPD owner:	 Knauf Insulation Rue de Maestricht 95 4600 Visé Belgium www.knaufinsulation.com Contact: jean-pierre.pigeolet@knaufinsulation.com
LCA support:	EuGeos Limited - UK Tel: +44 (0)1625 434423 Email: lca@eugeos.co.uk www.eugeos.co.uk 
Programme operator:	 EPD International AB info@environdec.com

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804

Eier av deklarasjonen:	Unicon AS
Programoperatør:	Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
Utgiver:	Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
Deklarasjonsnummer:	Viser til NEPD 158N
Publiseringsnummer:	Ikke tildelt
ECO Platform registreringsnummer:	Ikke tildelt
Godkjent dato:	23.05.2019
Gyldig til:	

B35M45 - Gjøvik-Lavkarbonklasse A UA55A-B000

Unicon AS



www.epd-norge.no



Generell informasjon

Produkt:

B35M45 - Gjøvik-Lavkarbonklasse A UA55A-B000

Programoperatør:

Næringslivets stiftelse for Miljødeklarasjoner
Pb. 5250 Majorstuen, 0303 Oslo
Phone: +47 23 08 80 00
e-post: post@epd-norge.no

Deklarasjonsnummer:

Viser til NEPD 158N

ECO Platform registreringsnummer:**Deklarasjonen er basert på PCR:**

EN 15804:2012+A1:2013 tjener som kjerne-PCR
PCR for Precast Concrete Products, NPCR 20.2011.

Erklæringen om ansvar:

Eieren av deklarasjonen skal være ansvarlig for den underliggende informasjon og bevis. EPD Norge skal ikke være ansvarlig med hensyn til produsent informasjon, livsløpsvurdering data og bevis.

Deklarert enhet:

1 m3 B35M45 - Gjøvik-Lavkarbonklasse A UA55A-B000

Deklarert enhet med opsjon:

A1,A2,A3

Funksjonell enhet:**Verifikasjon:**

Uavhengig verifikasjon av data, annen miljøinformasjon og EPD er foretatt etter ISO 14025:2010, kapittel 8.1.3 og 8.1.4

Ekstern

Tredjeparts verifikator:

Sign



Seniorforsker Anne Rønning

(Uavhengig verifikator godkjent av EPD Norge)

Eier av deklarasjonen:

Unicon AS
Kontaktperson: Berit Gudding Petersen
Telefon: 97171734
e-post: bgpe@unicon.no

Produsent:

Unicon AS

Produksjonssted:

Unicon Gjøvik

Kvalitet/Miljøsystem:

NS-EN 14001 No. S-024

Org. no.:

No 942822979

Godkjent dato:

23.05.2019

Gyldig til:**Årstall for studien:**

2018

Sammenlignbarhet:

EPD av byggevarer er nødvendigvis ikke sammenlignbare hvis de ikke samsvarer med NS-EN 15804 og ses i en bygningskontekst.

Miljødeklarasjonen er utarbeidet av:

Deklarasjonen er utviklet ved bruk av eEPD v3.0 fra LCA.no
Godkjenning:
Bedriftsspesifikke data er

Samlet og registrert av: Kristian Viberg

Kontrollert av: Åge Mikkelsen

Godkjent:

Sign

(Daglig leder av EPD-Norge)

Produkt

Produktbeskrivelse:

B35 M45 Lavkarbon klasse A D-Max 22mm
UA55A-B000
Konsistens 200 mm

Produktspesifikasjon:

1m³ ferdigbetong styrkeklasse B35 og bestandighetsklasse M45

Materials	Percent
Cement	8,15
Aggregate	78,27
Water	6,51
Chemicals	0,14
SCM	6,94

Tekniske data:

Prosjektspesifik EPD utarbeidet etter retningslinjer gitt av EPD Norge.
Godkjent dato og Gyldig til dato fylles ikke ut for Prosjektspesifikke EPD'er.

Markedsområde:

Levetid, produkt:

Levetid, bygg:

LCA: Beregningsregler

Deklarert enhet:

1 m³ B35M45 - Gjøvik-Lavkarbonklasse A UA55A-B000

Cut-off kriterier:

Alle viktige råmaterialer og all viktig energibruk er inkludert.
Produksjonsprosessen for råmaterialene og energistrømmer som inngår med veldig små mengder (mindre enn 1%) er ikke inkludert. Disse cut-off kriteriene gjelder ikke for farlige materialer og stoffer.

Alle viktige råmaterialer og all viktig energibruk er inkludert.
Produksjonsprosessen for råmaterialene og energistrømmer som inngår med veldig små mengder (<1%) er ikke inkludert.

Allokering:

Allokering er gjort iht. bestemmelser i EN 15804. Inngående energi og vann, samt produksjon av avfall i egen produksjon er allokert likt mellom alle produktene gjennom masseallokering. Miljøpåvirkning og ressursforbruk for primærproduksjonen av resirkulerte materialer er allokert til det opprinnelige produktsystemet. Bearbeidingsprosessen og transport av materialet til produksjonssted er allokert til analysen i denne EPDen.

Allokering er gjort iht bestemmelser i EN 15804
Inngående energi og vann, samt produksjon av avfall i egen produksjon er allokert likt mellom alle produktene gjennom masseallokering. Påvirkning for primærproduksjonen av resirkulerte materialer er allokert til hovedproduktet der materialet ble brukt. Resirkuleringsprosessen og transport av materialet er allokert til denne analysen.

Datakvalitet:

Spesifikke data for produktsammensetningen er fremskaffet av produsenten. De representerer produksjonen av det deklarete produktet og ble samlet inn for EPD- utvikling i det oppgitte året for studien. Bakgrunnsdata er basert på registrerte EPDer i henhold til EN 15804, Østfoldforskning sine databaser, ecoinvent og andre LCA databaser. Datakvaliteten for råmaterialene i A1 er presentert i tabellen nedenfor.

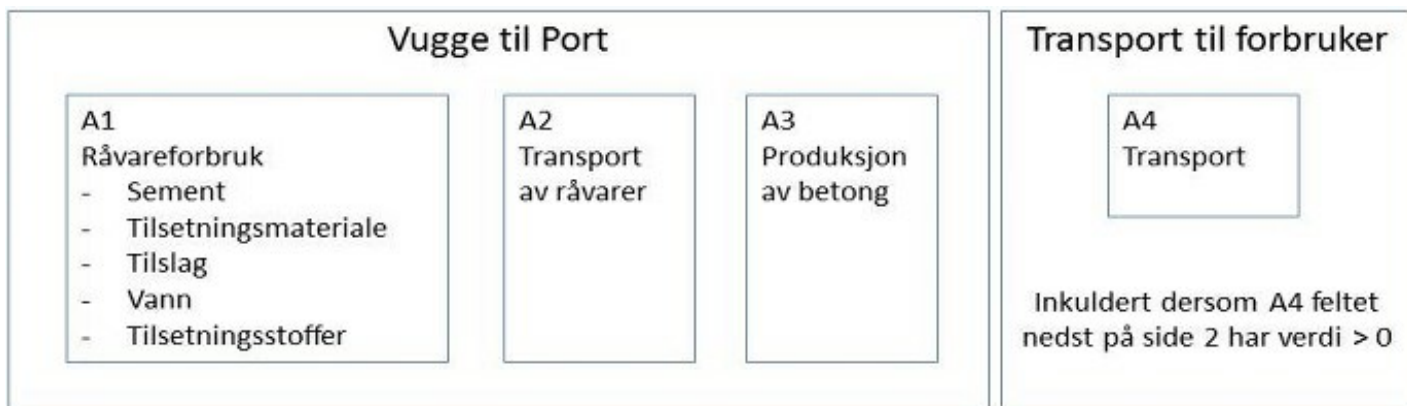
Energiforbruk på fabrikk er gjennomsnitt 2018.

Materials	Source	Data quality	Year
SCM	0	Waste	0
Aggregate	Modified EcoInvent	Database	2012
SCM	TI, Denmark	EPD	2013
Chemicals	EPD-EFC-20150086-IAG1-EN	EPD	2015
Chemicals	EPD-EFC-20150091-IAG1-EN	EPD	2015
Cement	NEPD-1426-468	EPD	2015
Aggregate	Østfoldforskning	Database	2016
Water	ecoinvent 3.4	Database	2017

Systemgrenser:

Alle prosesser fra råvareuttak til produktet ut fra fabrikkporten er inkludert i analysen.

Flytskjemaet nedenfor illustrerer systemgrensene for analysen:



Teknisk tilleggsinformasjon

Registrert EPD for Unicon: NEPD158N

Prosjektspesifik EPD utarbeidet etter retningslinjer gitt av EPD Norge. Godkjent dato og Gyldig til dato fylles ikke ut for Prosjektspesifikke EPD'er.

LCA: Scenarier og annen teknisk informasjon

Følgende informasjonen beskriver scenariene for modulene i EPDen.

Transport fra produksjonssted til bruker (A4)						
Type	Kapasitetsutnyttelse inkl retur %	Kjøretøytype	Distanse km	Brennstoff/Energi forbruk	Enhet	Verdi (l/t)
Bil					l/tkm	
Jernbane					l/tkm	
Båt					l/tkm	
Annet					l/tkm	

Byggefase (A3)			Monterte produkter i bruk (B1)		
.	Enhet	Verdi	.	Unit	Value
Hjelpemateri...	kg				
Vannforbruk	m ³				
Elektrisitetsforbruk	kWh				
Andre energikilder	MJ				
Materialtap	kg				
Materialer fra avfallsbehandling					
Støv i luften					
VOC utslipp					

Vedlikehold (B2)/Reparasjon (B3)			Utskifting (B4)/Renovering (B5)		
.	Enhet	Verdi	.	Enhet	Verdi
Vedlikeholdsfrekvens*	-			stk	
Hjelpematerialer	kg		Elekt...	kWh	
Andre ressurser	kg		Utskifting av...	0	
Vannforbruk	m ³		* Tall eller refera...		
Elektrisitetsforbruk	kWh				
Andre energikilder	MJ				
Materialtap	kg				
VOC utslipp	kg				

Driftsenergi (B6) og vannbruk (B7)			Sluttfase (C1,C3,C4)		
.	Enhet	Verdi	.	Enhet	Verdi
Vannforbruk	m ³		Farlig avfall	kg	
Elektrisitetsforbruk	kWh		Blandet avfall	kg	
Andre energikilder	MJ		Gjenbruk	kg	
Utstyrets varmeeffekt	kW		Resirkulering	kg	
			Energigjenvinning	kg	
			Til deponi	kg	

Transport avfallsbehandling (C2)						
Type	Kapasitetsutnyttelse inkl retur %	Kjøretøytype	Distanse km	Brennstoff/Energi forbruk	Enhet	Verdi (l/t)
Bil					l/tkm	
Jernbane					l/tkm	
Båt					l/tkm	
Annet					l/tkm	

Scenarier etter A1-A3 er ikke inkludert

LCA: Resultater

Systemgrenser (X=inkludert, MND=modul ikke deklarerert, MNR=modul ikke relevant)

Product stage			Construction installation stage		User stage							End of life stage				Beyond the system boundaries
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjons/ installasjonsfase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftinger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruk/gjenvinning/ resirkulering- potensiale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR

Miljøpåvirkning (Environmental impact)

Parameter	Unit	A1	A2	A3
GWP	kg CO ₂ -eq	1,81E+02	1,49E+01	3,17E+00
ODP	kg CFC11 -eq	4,91E-06	2,84E-06	5,44E-07
POCP	kg C ₂ H ₄ -eq	1,60E-02	2,55E-03	4,53E-04
AP	kg SO ₂ -eq	3,54E-01	5,35E-02	8,86E-03
EP	kg PO ₄ ³⁻ -eq	1,09E-01	9,33E-03	1,21E-03
ADPM	kg Sb -eq	9,93E-05	3,34E-05	6,39E-06
ADPE	MJ	1,00E+03	2,29E+02	4,29E+01

GWP Global warming potential; ODP Depletion potential of the stratospheric ozone layer; POCP Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; AP Acidification potential of land and water; EP Eutrophication potential; ADPM Abiotic depletion potential for non fossil resources; ADPE Abiotic depletion potential for fossil resources

Leseeksempel 9,0 E-03 = 9,0*10⁻³ = 0,009

*INA Indicator Not Assessed

Ressursbruk (Resource use)

Parameter	Unit	A1	A2	A3
RPEE	MJ	7,35E+01	1,92E+01	4,70E+01
RPEM	MJ	1,66E-02	1,09E-02	0,00E+00
TPE	MJ	7,35E+01	1,92E+01	4,70E+01
NRPE	MJ	1,01E+03	2,38E+02	4,63E+01
NRPM	MJ	1,23E+01	0,00E+00	0,00E+00
TRPE	MJ	1,03E+03	2,38E+02	4,63E+01
SM	kg	2,00E+02	0,00E+00	0,00E+00
RSF	MJ	1,25E+02	0,00E+00	8,10E-03
NRSF	MJ	1,39E+02	0,00E+00	0,00E+00
W	m ³	3,41E+00	5,93E-02	2,49E-01

RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier; RPEM Renewable primary energy resources used as raw materials; TPE Total use of renewable primary energy resources; NRPE Non renewable primary energy resources used as energy carrier; NRPM Non renewable primary energy resources used as materials; TRPE Total use of non renewable primary energy resources; SM Use of secondary materials; RSF Use of renewable secondary fuels; NRSF Use of non renewable secondary fuels; W Use of net fresh water

Leseeksempel 9,0 E-03 = $9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Livsløpets slutt - Avfall (End of life - Waste)

Parameter	Unit	A1	A2	A3
HW	kg	4,58E-03	1,35E-04	2,22E-05
NHW	kg	1,22E+01	2,04E+01	5,94E-01
RW	kg	INA*	INA*	INA*

HW Hazardous waste disposed; NHW Non hazardous waste disposed; RW Radioactive waste disposed

Leseeksempel 9,0 E-03 = $9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Livsløpets slutt - Utgangsfaktorer (End of life - Output flow)

Parameter	Unit	A1	A2	A3
CR	kg	0,00E+00	0,00E+00	7,10E+01
MR	kg	2,56E-01	0,00E+00	0,00E+00
MER	kg	1,18E-01	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ	INA*	INA*	INA*
ETE	MJ	INA*	INA*	INA*

CR Components for reuse; MR Materials for recycling; MER Materials for energy recovery; EEE Exported electric energy; ETE Exported thermal energy

Leseeksempel 9,0 E-03 = $9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

*INA Indicator Not Assessed

Norske tilleggskrav

Klimagassutslipp fra bruk av elektrisitet i produksjonsfasen

Nasjonal produksjonsmiks fra import, lavspenning (inkludert produksjon av overføringslinjer, i tillegg til direkte utslipp og tap i nett) er brukt for anvendt elektrisitet i produksjonsprosessen (A3). Bakgrunnsdata er presentert i tabellen under. Karakteriseringsfaktorer fra EN15804:2012+A1:2013 er benyttet.

Elektrisitetsmiks	Datakilde	Mengde	Enhet
El-mix, Norway (kWh)	ecoinvent 3.4	31,04	g CO2-ekv/kWh

Farlige stoffer

Produktet inneholder stoffer som er under 0,1 vekt% på REACH Kandidatliste og den norske prioritetslisten.

Inneklima

Produktet har ingen påvirkning på inneklima.

Bibliografi

NS-EN ISO 14025:2010 Miljømerker og deklarasjoner - Miljødeklarasjoner type III - Prinsipper og prosedyrer.

NS-EN ISO 14044:2006 Miljøstyring - Livsløpsvurderinger - Krav og retningslinjer

NS-EN 15804:2012+A1:2013 Bærekraftig byggverk - Miljødeklarasjoner - Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer


ISO 21930:2017 Sustainability in buildings and civil engineering works -

Core rules for environmental product declarations of construction products and services.

ecoinvent v3, Alloc Rec, Swiss Centre of Life Cycle Inventories.

Iversen et al., (2017) EPD generator v2.0 - Background information for system verification, OR 10.17, Østfoldforskning, Fredrikstad.

- PCR for Precast Concrete Products, NPCR 20.2011, www.epd-norge.no
- Vold M. og Edvardsen T. (2014); EPD-generator for betongindustrien, Bakgrunnsinformasjon for verifisering, OR 04.14 Østfoldforskning, Fredrikstad, Januar 2014.
- Vold M. og Edvardsen T. (2014); EPD-generator for betongindustrien, Brukerveileding, OR 05.14 Østfoldforskning, Fredrikstad, Januar 2014.

	Programoperatør og utgiver Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner Pb. 5250 Majorstuen 0303 Oslo Norway	Telefon: +47 23 08 82 92 e-post: post@epd-norge.no web: www.epd-norge.no
	Eier av deklarasjon Unicon AS Prof. Birkelandsvei 27B 1081 Oslo	Telefon: 97171734 Fax: e-post: bgpe@unicon.no web:
	Forfatter av livsløpsrapporten Østfoldforskning AS Stadion 4 1671 Kråkerøy	Telefon: +47 69 35 11 00 Fax: +47 69 34 24 94 e-post: web: www.ostfoldforskning.no
	Utvikler av EPD-generator LCA.no AS Dokka 1C 1671 Kråkerøy	Telefon: +47 916 50 916 e-post: post@lca.no web: www.lca.no



**Ingenieur
Holzbau.de**

A campaign by
Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.

BS Holz
naturally fascinating

Environmental Product Declaration

in accordance with ISO 14025 and EN 15804 for
Glued laminated timber

Issued by IBU on 13. August 2018
Valid until 12. August 2023

Glued laminated timber

Issued by IBU on 13. August 2018

Valid until 12. August 2023



**Ingenieur
Holzbau.de**

A campaign by
Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.

Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.

Heinz-Fangman-Str. 2

D-42287 Wuppertal

0202/769 7273-3 Fax

www.ingenieurholzbau.de

www.brettschichtholz.de

info@brettschichtholz.de

This technical approval has been issued by the IBU (Institut für Bauen und Umwelt) for the research association Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. It shall not be reproduced in an abbreviated version without the consent of the IBU. The use of the technical approval for the purpose of certification is only available to members of the Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. or to companies and organisations to which the Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. has set aside the user rights to do so. Violators will be prosecuted by the Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

as per /ISO 14025/ and /EN 15804/

Owner of the Declaration	Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.
Programme holder	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Publisher	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Declaration number	EPD-SHL-20120017-IBG1-EN
Issue date	13.08.2018
Valid to	12.08.2023

Glued laminated timber (Glulam) Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.

www.ibu-epd.com / <https://epd-online.com>



1. General Information

<p>Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.</p> <p>Programme holder IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V. Panoramastr. 1 10178 Berlin Germany</p> <hr/> <p>Declaration number EPD-SHL-20120017-IBG1-EN</p> <hr/> <p>This Declaration is based on the Product Category Rules: Solid wood products, 07.2014 (PCR tested and approved by the SVR)</p> <hr/> <p>Issue date 13.08.2018</p> <hr/> <p>Valid to 12.08.2023</p> <hr/> <p></p> <hr/> <p>Prof. Dr.-Ing. Horst J. Bossenmayer (President of Institut Bauen und Umwelt e.V.)</p> <hr/> <p></p> <hr/> <p>Dipl. Ing. Hans Peters (Managing Director IBU)</p>	<p>Glued laminated timber (Glulam)</p> <hr/> <p>Owner of the Declaration Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. Heinz-Fangman-Straße 2 42287 Wuppertal</p> <hr/> <p>Declared product / Declared unit 1 m³ glued laminated timber</p> <hr/> <p>Scope: The content of this Declaration is based on information provided by approx. 50 % of association members, whereby the technology presented here is representative for all members. The results of the Life Cycle Assessment are therefore representative for all glued laminated timber components manufactured in Germany by Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. The owner of the declaration shall be liable for the underlying information and evidence; the IBU shall not be liable with respect to manufacturer information, life cycle assessment data and evidences.</p> <hr/> <p>Verification</p> <table border="1"> <tr> <td colspan="2">The CEN Norm /EN 15804/ serves as the core PCR</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Independent verification of the declaration according to /ISO 14025/</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> internally</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> externally</td> </tr> </table> <hr/> <p></p> <hr/> <p>Matthias Klingler (Independent verifier appointed by SVR)</p>	The CEN Norm /EN 15804/ serves as the core PCR		Independent verification of the declaration according to /ISO 14025/		<input type="checkbox"/> internally	<input checked="" type="checkbox"/> externally
The CEN Norm /EN 15804/ serves as the core PCR							
Independent verification of the declaration according to /ISO 14025/							
<input type="checkbox"/> internally	<input checked="" type="checkbox"/> externally						

2. Product

2.1 Product description / Product definition

Glued laminated timber (Glulam) is an industrially-manufactured product for load-bearing structures. Glued laminated timber comprises at least two kiln-dried coniferous wood planks or laminations which are glued together parallel to grain. Thanks to the initial material being strength-graded and homogenisation via its layered structure, it has improved properties and has higher load-bearing capacities than conventional structural timber. On account of its manufacturing process, glued laminated timber is a very dimensionally-stable building material which is subject to minimum cracking. Glued laminated timber can be manufactured as straight or curved beams. Apart from monitoring required for technical approval, manufacturing can also be subject to supplementary private monitoring in accordance with the provisions of the glued laminated timber monitoring symbol. Glued laminated timber is manufactured from spruce, fir, pine, larch or Douglas fir. Other coniferous species are permissible but not typical. The typical strength classes are in accordance with the /Glued Laminated Timber Data Sheet/ published by Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. GL24c, GL28c and GL30c. The products can be manufactured in supreme quality, visual quality or industrial quality in accordance with the Glued Laminated Timber Data Sheet.

Directive (EU) No. 305/2011 /CPR/ applies for placing the product on the market in the EU/EFTA (with the exception of Switzerland). The product requires a Declaration of Performance taking consideration of the /EN 14080:2013-09 Timber structures – Glued laminated timber and glued solid timber – Requirements/, and CE marking. Use of the product is subject to the respective national specifications at the place of use; in Germany, for example, the /state building codes/ and the technical specifications based on these guidelines, especially the national application standard /DIN 20000-3/.

2.2 Application

Glued laminated timber is used as structural components for buildings and bridges. Use of wood preservatives in accordance with /DIN 68800-3:2012-02 Wood preservation – Part 1/ is not typical and only permissible if other protective means as per /DIN 68800-2:2012-02 Wood preservation – Part 3/ are not sufficient on their own. Where wood preservatives are used in exceptional cases, they must be regulated in the form of a national technical approval or an approval in accordance with the /Biocides Directive/.

2.3 Technical Data

The product's performance values can be found in the

Declaration of Performance based on /EN 14080:2013-09, Timber structures/.

Technical construction data

The following depicts the technical construction data for glued laminated timber made from coniferous wood or poplar in accordance with /DIN EN 14080/.

Name	Value	Unit
Wood species in accordance with /EN1912/ and letter codes, where available, corresponding with /EN 13556/	Various species of wood ¹	-
Wood moisture as per /DIN EN 13183-1 ²	≤ 15	%
Use of wood preservative (the test description as per /DIN 68800-3/ must be indicated) ³	Iv, P and W	-
Characteristic compression strength parallel to the grain in accordance with /DIN EN 14080/	21.5 to 24.5	N/mm ²
Characteristic compression strength perpendicular to the grain in accordance with /DIN EN 14080/	2.5	N/mm ²
Characteristic tension strength parallel to the grain in accordance with /DIN EN 14080/	17.0 - 19.5	N/mm ²
Characteristic tension strength perpendicular to the grain in accordance with /DIN EN 14080/	0.5	N/mm ²
Characteristic modulus of elasticity parallel to the grain in accordance with /DIN EN 14080/	11,000 to 13,000	N/mm ²
Characteristic shear strength in accordance with /DIN EN 14080/	3.5	N/mm ²
Mean shear modulus in accordance with /DIN EN 14080/	650	N/mm ²
Deviation in sizes according to /DIN EN 14080/	Width: ±2 mm; Heights ≤ 400 mm: 4 mm / -2 mm; Heights > 400 mm: +1 % / -0.5 %; Lengths (≤ 2 m): ±2 mm; Lengths (2 m < / ≤ 20 m): ±0.1 %; Lengths (> 20 m): ±20 mm	mm or %
Mean density of various strength classes in accordance with /DIN EN 14080/	420 - 480	kg / m ³
Surface quality in accordance with the /Glued Laminated Timber Data Sheet/	Industrial quality, visual quality, supreme quality	-
Suitability for use classes in accordance with /DIN 68800-1/	All wood types: GK 0; Southern pine heartwood: also GK 1; Scots pine heartwood: also	-

	GK 1 and 2; heartwood of Douglas fir, larch, yellow cedar: also GK 1, 2 and 3.1	
Thermal conductivity in accordance with /DIN EN 12664/	Perpendicular to the grain: 0.13	W/(mK)
Specific thermal capacity in accordance with /DIN EN 12664/	1600	kJ/kgK
Water vapour diffusion resistance factor in accordance with /DIN EN ISO 12572/	Dry at a mean density of 500 kg/m ³ : 50	-

¹) Norway spruce (*Picea abies*, PCAB), fir (*Abies alba*, ABAL), Scots pine redwood (*Pinus sylvestris*, PNSY), Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*, PSMN), western hemlock (*Tsuga heterophylla*, TSHT), Corsican pine and Austrian pine (*Pinus nigra*, PNNL), European larch (*Larix decidua*, LADC), Siberian larch (*Larix sibirica*, LASI), Dahurian larch (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.), maritime pine (*Pinus pinaster*, PNP), poplar (applicable clones: *Populus x euramericana* cv "Robusta", "Dorskamp", "I214" and "I4551", POAL), Radiata pine (*Pinus radiata*, PNRD), Sitka spruce (*Picea sitchensis*, PCST), Southern yellow pine (*Pinus palustris*, PNPL), Western red cedar (*Thuja plicata*, THPL), Yellow cedar (*Chamaecyparis nootkatensis*, CHNT). Norway spruce and the fir may be treated as a single wood species.

²) /DIN EN 14800/ permits other equivalent measurement methods.

³) Treatment with a wood preservative in accordance with /DIN 68800-1/ is only permissible if the structural measures have been exploited and is therefore not typical.

⁴) In accordance with /DIN EN 14080/, more elasto-mechanical properties and bending properties in particular can be declared.

An indication of strength classes is typical. Strength classes GL24c, GL28c and GL30c are typical. The ranges indicated here refer to mean or characteristic values of the respective strength classes.

Deviating values can be declared.

The declared density values can deviate from these average values owing to varying densities of the wood species used.

⁵) /DIN EN 14080/ refers to other tolerances, e.g. concerning angularity or curved members.

⁶) As /DIN 68800-1/ demands that structural measures are exploited before using a preventive chemical wood preservative, only allocations for untreated glued laminated wood are provided here.

⁷) Design values of thermal conductivity shall be calculated from the declared values in accordance with /DIN 4108-4/.

⁸) The air layer thickness equivalent to the water vapour diffusion is calculated by adding the layer thickness and the water vapour diffusion resistance factor.

2.4 Delivery status

The products are manufactured in the following preferred dimensions:

- Min. height: 100 mm
- Max. height: > 2400 mm
- Min. width: 60 mm
- Max. width: > 240 mm
- Max. lengths: > 50 m

2.5 Base materials / Ancillary materials

Glued laminated timber comprises at least two kiln-dried coniferous wood planks or laminations which are glued together parallel to grain. Melamine-urea-formaldehyde adhesives (MUF) or polyurethane adhesives (PUR) as well as smaller volumes of phenol-resorcin-formaldehyde adhesives (PRF) and emulsion-polymer-isocyanate (EPI) adhesives are used for basic duroplastic glueing. Formaldehyde emissions are declared in accordance with /DIN EN 14080/. Substances on the /ECHA List of Candidates/ for including substances of very high concern in Annex XIV of the /REACH Directive/ (last revised: 15.01.2018) are not included.

The average percentages of ingredients per m³ glued laminated timber for the Environmental Product Declaration:

- Coniferous wood, primarily spruce: approx. 87.35 %
- Water: approx. 10.48 %
- PUR adhesives: approx. 0.03 %
- MUF adhesives: approx. 2.04 %
- PRF adhesives: approx. 0.1 %

The product has an average gross density of 483.21 kg/m³.

2.6 Manufacture

The manufacture of glued laminated timber involves kiln-drying conventional sawn timber to approx. 12 % moisture content, rough-planed and visually or automatically strength-graded. Depending on the requisite strength class, any board sections of lower strength are lopped out and the remaining board sections bonded via finger joints to form laminations of infinite length. The subsequent rough-planing process involves planing the laminations to thicknesses of up to 45 mm for pressing at least 3-layer blanks after applying adhesive to the wide face in a straight or curved press bed. After hardening, the blanks are planed, bevelled, bound and packed. If necessary, they can be treated with weatherproof or, in exceptional cases, wood preservative.

2.7 Environment and health during manufacturing

Waste air incurred is cleaned in accordance with statutory specifications. There are no risks for water or soil. The process waste water incurred is fed into the local waste water system. Noise-intensive machinery is encapsulated appropriately.

2.8 Product processing/Installation

Glued laminated timber can be processed using conventional tools suitable for processing solid wood. The health and safety guidelines must also be observed during processing/assembly.

2.9 Packaging

Polyethylene, solid wood, paper and cardboard are used as well as small percentages of other plastics.

2.10 Condition of use

Composition for the period of use complies with the base material composition in accordance with section 2.5. Base materials / Ancillary materials. Approx. 211.5 kg of carbon are bound in the product during use. This complies with approx. 773.84 kg carbon dioxide at full oxidation.

2.11 Environment and health during use

Environmental protection: According to current knowledge, there are no risks for water, air and soil when the products are used as designated.

Health protection: According to current knowledge, no health risks are to be anticipated.

With regard to formaldehyde, glued laminated timber is low-emission thanks to its adhesive content, structure and particular use.

Glued laminated timber glued with PUR or EPI adhesives displays formaldehyde emission values in the range of natural wood (approx. 0.004 ml/m³). MDI emissions cannot be measured within the detection limit of 0.05 µg/m³ for glued laminated timber glued with MDI or PUR adhesives. On account of the high reactivity displayed by MDI with water (humidity and wood moisture), it can be assumed that glued laminated timber thus glued displays MDI emissions close to zero shortly after manufacturing.

Glued laminated timber glued with MUF adhesives emanates formaldehyde subsequently. Measured using the limit value of 0.1 ml/m³ specified by the Ordinance on Chemicals, the values after testing (DIN EN 717-1: 2005) can be classified as low. Average emissions amount to approx. 0.04 ml/m³. In individual cases, they can account for up to approx. 0.06 ml/m³.

2.12 Reference service life

Glued laminated timber has been used for more than 100 years.

When used as designated, infinite durability can be anticipated.

When used as designated, the service life of glued laminated timber is therefore the same as the service life of the respective building.

2.13 Extraordinary effects

Fire

Fire class D in accordance with DIN EN 13501-1; the toxicity of fire gases complies that of natural wood.

Name	Value
Building material class	D
Burning droplets	d0
Smoke gas development	s2

Water

No ingredients are leached which could be hazardous to water.

Mechanical destruction

The fracture surface of glued laminated timber displays an appearance typical for solid wood.

2.14 Re-use phase

In the event of selective de-construction, glued

laminated timber can easily be reused after the use phase has ended.

If glued laminated timber cannot be reused, it is directed towards thermal recycling for generating process heat and electricity on account of its high calorific value of approx. 16 MJ / kg (with moisture of $u = 12\%$).

During energetic recycling, the requirements outlined in the /Federal Immission Control Act (BlmSchG)/ must be maintained: Untreated glued laminated timber is allocated to waste code 17 02 01 /AVV/ in accordance with Annex III of the /Waste Wood Act (AltholzV)/ dated 15.02.2002 (depending on the type of wood preservative, treated glued laminated timber is allocated to waste code 17 02 04).

2.15 Disposal

Waste wood may not be landfilled in accordance with §9 of the /Waste Wood Act (AltholzV)/.

The packaging materials used can be directed to thermal waste processing, for which the following waste codes are allocated in accordance with /AVV/: 150101 (paper and cardboard packaging), 150102 (plastic packaging), 150103 (wood packaging).

2.16 Further information

More detailed information is available at www.brettschichtholz.de.

3. LCA: Calculation rules

3.1 Declared Unit

The declared unit in the LCA is the provision of 1 m³ glued laminated timber with a mass of 483.21 kg/m³, 12 % wood moisture, 10.482 % water content and 2.166 % adhesive content. All details on adhesives used were calculated on the basis of specific data. Averaging was weighted by production volume.

Details on declared unit

Name	Value	Unit
Declared unit	1	m ³
Gross density	48321	kg/m ³
Conversion factor to 1 kg	2069	-
Wood moisture on delivery	12	%
Adhesive content in relation to overall mass	2.166	%
Water content in relation to overall mass	10.482	%

3.2 System boundary

The Declaration complies with an EPD "from cradle to plant gate, with options". It includes the production stage, i.e. from provision of the raw materials through to production (*cradle to gate*, Modules A1 to A3), Module A5, and parts of the end-of-life stage (Modules C2 and C3). It also contains an analysis of the potential benefits and loads over and beyond the product's entire life cycle (Module D). Module A1 analyses the provision of wood from forestry resources, the provision of other pre-treated wood products and the provision of adhesives. Transport of these substances is considered in Module A2. Module A3 comprises the provision of fuels, resources and electricity as well as the production processes on site. These essentially involve debarking, cutting, drying, planing and profiling processes as well as glueing and packing the products. Module A5 exclusively covers the disposal of product packaging which includes the disposal of biogenic carbon and primary energy (PERM and PENRM). Module C2 considers transport to the disposal company and Module C3 is concerned with preparing and sorting waste wood. In accordance with /EN 16485/, Module C3 also includes as outflows the CO₂ equivalents of the carbon inherent in the wood product as well as the renewable and non-renewable primary energy (PERM and PENRM) contained in the product. Module D analyses the thermal utilisation of the product at its end of life as well as the ensuing potential benefits and loads in the form of a system extension.

3.3 Estimates and assumptions

As a general rule, all of the material and energy flows for the processes required by production are established on site. The emissions from incineration and other processes on site could only be estimated on the basis of literary references. All other data is based on average values. More detailed information on all estimates and assumptions made is documented in /S. Rüter, S. Diederichs: 2012/.

The basis for the calculated application of fresh water resources is depicted by blue water consumption.

3.4 Cut-off criteria

No known material or energy flows were ignored, including those which fell below the limit of 1 %. Accordingly, the total sum of input flows ignored is certainly less than 5 % of the energy and mass applied. This also safeguards against the possibility of any material or energy flows being ignored which display a particular potential for significant influences in terms of the environmental indicators. Detailed information on the cut-off criteria is documented in /S. Rüter, S. Diederichs: 2012/.

3.5 Background data

All background data was taken from version 6.155 of the /GaBi professional data base/ and the "Ökobilanz-Basisdaten für Bauprodukte aus Holz" final report /S. Rüter, S. Diederichs: 2012/.

3.6 Data quality

The data surveyed was validated on a mass basis and in accordance with plausibility criteria. With the exception of forest wood, the background data used for wood materials for material and energy purposes originates from 2008 to 2012. The provision of forest wood was taken from a 2008 publication which is essentially based on information from 1994 to 1997. All other information was taken from version 6.115 of the /GaBi professional data base/. Following written confirmation of the topicality of primary data used on the part of Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. and the topicality of all background data used, the overall data quality can be regarded as good.

3.7 Period under review

Data for the primary system was surveyed during the period 2009 to 2011, whereby data was always provided for the full calendar year. The data is therefore based on 2008 to 2010. All information is based on averaged data for 12 consecutive months. There is a Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.

document in place confirming that the primary data used continues to depict the association in a representative manner.

3.8 Allocation

The allocations comply with the specifications of the /EN 15804:2012/ and /EN 16485:2014/ and are explained in detail in /S. Rüter, S. Diederichs: 2012/. Essentially, the following system extensions and allocations were carried out.

General information

Flows of properties inherent to the material (biogenic carbon and primary energy contained therein) were allocated in accordance with physical causalities. All other allocations of associated co-products were carried out on an economic basis. One exception is represented by allocation of the requisite heat combined heat and power which was allocated on the basis of the exergy of electricity and process heat products.

Module A1

- Forestry: All expenses in the upstream forest chain were allocated using economical allocation methods to logs and industrial wood on the basis of their prices.
- The provision of waste wood does not take consideration of expenses incurred during the previous life cycle.

Module A3

- Wood-processing industry: For associated co-products, expenses were allocated economically to primary products and residual materials on the basis of their prices.

- With the exception of wood-based materials, the expenses incurred by the disposal of production waste are based on a system extension. The heat and electricity generated are credited to the system in the form of substitution processes. The credits achieved here account for significantly less than 1 % of overall expenses.
- All expenses associated with firing were allocated to firing after exergy of these two products in the case of combined generation of heat and power.
- The provision of waste wood does not take consideration of expenses incurred during the previous life cycle (as in Module A1).

Module D

- The system expansion process performed in Module D complies with an energetic recycling scenario for waste wood.

3.9 Comparability

Basically, a comparison or an evaluation of EPD data is only possible if all the data sets to be compared were created according to /EN 15804/ and the building context, respectively the product-specific characteristics of performance, are taken into account. The used background database has to be mentioned. The LCA was conducted using the /GaBi ts 2017/ software. All background data was taken from version 6.115 of the /GaBi professional data base/ or literary sources.

4. LCA: Scenarios and additional technical information

The scenarios on which the LCA is based are outlined in more detail below.

Construction installation process (A5)

Module A5 is declared but only contains details on disposal of the product packaging and no details on actual installation of the product in the building. The volume of packaging material incurred as waste material for thermal utilisation per declared unit in Module A5 and the ensuing exported energy are indicated below as technical scenario information.

Name	Value	Unit
Solid wood for thermal waste processing	1.546	kg
Biogenic carbon contained in solid wood	2.832	kg SO ₂ equiv.
Total efficiency of waste wood in waste incineration	38	%
PE foil for thermal waste processing	0.487	kg
Total efficiency of PE foil in waste incineration	38	%
Other plastic for thermal waste processing	0.045	kg
Total efficiency of other plastic in waste incineration	44	%
Percentage of electricity	27 - 28	%

generated in exported energy		
Total exported electrical energy	6.51	MJ
Total exported thermal energy	15.93	MJ

A transport distance of 20 km is assumed for disposal of the product packaging. As a conservative approach, disposal of all packaging components as waste in a waste incineration plant is assumed without waste wood being sorted as a material for energy recovery in a biomass heating power plant. Total efficiency of waste incineration for the respective packaging as well as the percentages of electricity and heat generation by means of heat and power combinations correspond with the allocated waste incineration processes in the /GaBi professional data base/.

End of Life (C1-C4)

Name	Value	Unit
Waste wood for energy recovery	483.21	kg
Redistribution transport distance for waste wood (Module C2)	20	km

A collection rate of 100 % without losses incurred by crushing the material is assumed for the scenario of thermal utilisation.

**Reuse, recovery and recycling potential (D),
relevant scenario information**

Name	Value	Unit
Electricity generated (per t atro waste wood)	968.37	kWh
Waste heat used (per t atro waste wood)	7053.19	MJ
Electricity generated (per net flow of declared unit)	409.66	kWh
Waste heat used (per net flow of declared unit)	2984.66	MJ

The product is recycled in the form of waste wood in the same composition as the declared unit at the end-of-life stage. Thermal recovery in a biomass power station with an overall degree of efficiency of 54.69 % and electrical efficiency of 18.09 % is assumed, whereby incineration of 1 tonne atro wood (mass value in atro, consideration of efficiency, yet ~18 % wood moisture content) generates approx. 968.37 kWh electricity and 7053.19 MJ useful heat. Converted to the net flow of the atro wood percentage included in Module D and taking consideration of the percentage of adhesives in waste wood, 409.66 kWh electricity and 2984.66 MJ thermal energy are produced per declared unit in Module D. The exported energy substitutes fuels from fossil sources, whereby it is alleged that the thermal energy is generated from natural gas and the substituted electricity complies with the German power mix for 2017.

5. LCA: Results

DESCRIPTION OF THE SYSTEM BOUNDARY (X = INCLUDED IN LCA; MND = MODULE NOT DECLARED)

PRODUCT STAGE			CONSTRUCTION PROCESS STAGE		USE STAGE							END OF LIFE STAGE				BENEFITS AND LOADS BEYOND THE SYSTEM BOUNDARIES
Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport from the gate to the site	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse-Recovery-Recycling-potential
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	MND	X	MND	MND	MNR	MNR	MNR	MND	MND	MND	X	X	MND	X

RESULTS OF THE LCA - ENVIRONMENTAL IMPACT: 1m³ glued laminated timber

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A5	C2	C3	D
GWP	[kg CO ₂ -Eq.]	-7.15E+2	3.21E+1	6.82E+1	4.52E+0	4.85E-1	7.78E+2	-4.15E+2
ODP	[kg CFC11-Eq.]	7.14E-7	5.49E-8	1.18E-7	4.31E-12	9.69E-10	1.75E-11	-9.27E-10
AP	[kg SO ₂ -Eq.]	2.37E-1	1.32E-1	3.48E-1	3.91E-4	2.08E-3	6.90E-3	-4.30E-1
EP	[kg (PO ₄) ³⁻ -Eq.]	6.59E-2	2.91E-2	7.41E-2	8.23E-5	4.82E-4	1.10E-3	-6.42E-2
POCP	[kg ethene-Eq.]	4.02E-2	9.83E-3	7.38E-2	3.33E-5	1.85E-4	4.78E-4	-4.38E-2
ADPE	[kg Sb-Eq.]	5.53E-4	2.22E-6	1.65E-4	5.31E-8	1.03E-8	2.34E-6	-1.26E-4
ADPF	[MJ]	8.32E+2	4.38E+2	7.66E+2	7.61E-1	6.82E+0	4.52E+1	-5.52E+3

Caption: GWP = Global warming potential; ODP = Depletion potential of the stratospheric ozone layer; AP = Acidification potential of land and water; EP = Eutrophication potential; POCP = Formation potential of tropospheric ozone photochemical oxidants; ADPE = Abiotic depletion potential for non-fossil resources; ADPF = Abiotic depletion potential for fossil resources

RESULTS OF THE LCA - RESOURCE USE: 1m³ glued laminated timber

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A5	C2	C3	D
PERE	[MJ]	6.11E+2	2.47E+1	2.11E+3	2.99E+1	9.06E-3	2.54E+1	-1.36E+3
PERM	[MJ]	8.13E+3	0.00E+0	2.98E+1	-2.98E+1	0.00E+0	-8.13E+3	0.00E+0
PERT	[MJ]	8.75E+3	2.47E+1	2.14E+3	1.53E-1	9.06E-3	-8.11E+3	-1.36E+3
PENRE	[MJ]	8.26E+2	4.68E+2	9.25E+2	2.36E+1	6.88E+0	5.88E+1	-6.28E+3
PENRM	[MJ]	1.05E+2	0.00E+0	2.28E+1	-2.28E+1	0.00E+0	-1.05E+2	0.00E+0
PENRT	[MJ]	9.31E+2	4.68E+2	9.47E+2	8.45E-1	6.88E+0	-4.58E+1	-6.28E+3
SM	[kg]	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0
RSF	[MJ]	4.39E+1	0.00E+0	4.13E+1	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	8.05E+3
NRSF	[MJ]	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	1.05E+2
FW	[m ³]	6.01E-1	1.08E-2	4.76E-1	9.32E-5	3.88E-5	1.49E-2	-7.95E-1

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

RESULTS OF THE LCA – OUTPUT FLOWS AND WASTE CATEGORIES:

1m³ glued laminated timber

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A5	C2	C3	D
HWD	[kg]	4.26E-2	0.00E+0	7.33E-3	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0
NHWD	[kg]	1.21E-2	0.00E+0	3.79E-3	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0
RWD	[kg]	3.22E-2	1.14E-2	6.22E-2	3.31E-5	1.21E-5	5.41E-3	-2.89E-1
CRU	[kg]	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0
MFR	[kg]	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0
MER	[kg]	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	4.83E+2	0.00E+0
EEE	[MJ]	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	6.51E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0
EET	[MJ]	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	1.59E+1	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0

Caption: HWD = Hazardous waste disposed; NHWD = Non-hazardous waste disposed; RWD = Radioactive waste disposed; CRU = Components for re-use; MFR = Materials for recycling; MER = Materials for energy recovery; EEE = Exported electrical energy; EEE = Exported thermal energy

6. LCA: Interpretation

The interpretation of results focuses on the production phase (Modules A1 to A3) as it is based on specific data provided by the company. The interpretation takes the form of a dominance analysis of the environmental impacts (GWP, ODP, AP, EP, POCP, ADPE, ADPF) and the use of renewable/non-renewable primary energy (PERE, PENRE). Accordingly, the most significant factors for the respective categories are listed below.

6.1 Global Warming Potential (GWP)

When considering the GWP, the CO₂ product system inputs and outputs inherent in wood require separate analysis. A total of approx. 1007 kg CO₂ enter the system in the form of carbon stored in the biomass, of which 54 kg CO₂ are emitted along the preliminary chains and 177 kg CO₂ are emitted within the framework of heat generation on site. Around 3 kg of CO₂ bound in the form of the packaging material are emitted in Module A5. The volume of carbon ultimately stored in the glued laminated timber is extracted from the system when recycled in the form of waste wood.

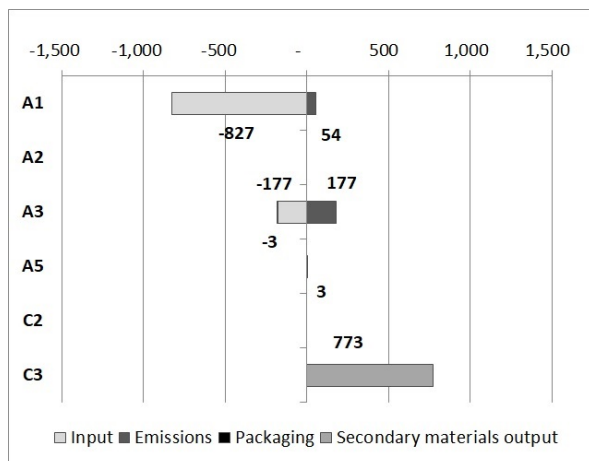


Fig. 1: CO₂ product system inputs and outputs inherent in wood [kg CO₂ equiv.]. The inverse indications suggested by inputs and outputs is in line with the LCO CO₂ flow analysis in terms of the atmosphere.

36 % of the analysed fossil greenhouse gases are accounted for by the provision of raw materials (entire Module A1), 20 % by transporting the raw materials (entire Module A2) and 44 % by the manufacturing process for glued laminated wood (entire Module A3). Electricity consumption in the plant as part of Module A3 represents 27 %, the provision of wood as a raw material as part of Module A1 accounts for 24 % and transporting the raw wood material in Module A2 contributes to 20 % of fossil greenhouse gases, making them essential influential factors.

6.2 Ozone Depletion Potential (ODP)

72 % of emissions with an ozone depletion potential are incurred by the provision of adhesives and 8 % by the provision of wood as a raw material (both Module A1). Product manufacturing and packaging (entire Module A3) contributes another 13 % to overall ODP.

6.3 Acidification Potential (AP)

The combustion of wood and diesel are the sources of essential relevance for emissions representing a

potential contribution towards the acidification potential. Drying the bought-in products, provision of the requisite heat and utilisation of fuels in forestry account for around 30 % of emissions. At 3 %, the emissions from the provision of adhesives are negligible by comparison (both Module A1). Transporting raw materials accounts for a further 18 % (Module A2) and heat generation on site contributes a total of 34 % to the entire cradle-to-gate emissions (Module A3).

6.4 Eutrophication Potential (EP)

30 % of the entire EP is attributable to drying and incinerating processes in the upstream chains for the provision of wood as a raw material and a further 9 % is accounted for by the provision of adhesives (both Module A1). Heat generation for the manufacturing process contributes 33 % to the EP (Module A3). Another 17 % is accounted for by transporting wood as a raw material to the production facility (Module A2).

6.5 Photochemical Ozone Creation Potential (POCP)

The primary POCP contributions are accounted for by the provision of wood as a raw material for the product (31 %) (Module A1) and the drying process as part of product manufacturing (32 %) (Module A3). Generation of heat required for the manufacturing process causes 24 % (Module A3) of the entire POCP while transporting wood as a raw material to the production facility (Module A2) accounts for a further 8 %.

6.6 Abiotic Depletion Potential non-fossil resources (ADPE)

The essential contributions to ADPE are represented by the provision of wood as a raw material (75 %) (Module A1), heat generation in the manufacturing process (11 %) (Module A3) and consumables used during manufacturing (9 %) (Module A3).

6.7 Abiotic Depletion Potential fossil fuels (ADPF)

Provision of wood as a raw material for the product accounts for 22 % and the manufacture of adhesives processed contributes 19 % to the entire ADPF (both Module A1). Other essential influences are represented by transporting wood as a raw material (21 %) (Module A2), electricity consumption (21 %) and heat generation (12 %) during the manufacturing process (both Module A3).

6.8 Renewable Primary Energy as Energy carrier (PERE)

20 % of PERE is attributable to the provision of wood for the product (module A1). But most of this application is accounted for by the manufacturing process (Module A3), i.e. electricity consumption (59 %) and heat generation (11 %).

6.9 Non-renewable primary energy as Energy carrier (PENRE)

PENRE is distributed relatively consistently across Module A1 by the provision of wood as a raw material (22 %) and the provision of adhesives (18 %). Transporting wood to the plant (Module A2) represents a further 20 %. In Module A3, PENRE is distributed across direct electricity consumption for manufacturing processes (24 %), heat generation (12 %) and the consumables and packaging materials used (5 %).

6.10 Waste

Special waste is primarily incurred during the provision of adhesives (approx. 74 %) and wood as a raw material (approx. 12 %) in Module A1 as well as the consumables used (approx. 11 %) in Module A3.

6.11 Range of results

The individual results for participating companies are distinguished from the average

results in the Environmental Product Declaration. Maximum deviations of +44 % / -40 % (GWP), +30 % / -77 % (ODP), +49 % / -28 % (AP), +43 % / -26 % (EP), +49 % / -42 % (POCP), +101 % / -25 % (ADPE) and +40 % / -33 % (ADPF) were calculated in relation to the results outlined in section 5. These deviations are primarily attributable to differences in the fuels used and specific electricity consumption values during the processes.

7. Requisite evidence

The following evidence of environmental and health relevance was provided:

7.1 Formaldehyde

A total of seven measurement reports were available on formaldehyde emissions. The measurements were carried out by experienced test laboratories. Equalisation concentrations were established. The measurements were performed in test chambers in accordance with /DIN EN 717-1: 2005/ at a uniform temperature of 23 °C, relative humidity of 45 % and a ventilation rate of 1.0 per hour. Loading factors differed in some cases. The measured values were therefore initially used to calculate the area-specific emission rates.

As anticipated, most of the measured values (22) are available for glued laminated timber with MUF adhesive. The average area-specific emission rate is 34.8 µg/h x m². With reference to a loading factor of 0.3 m²/m³ suggested by the Stuttgart Materials Testing Institute and specified in the /DIN EN 14080:2005/, this gives rise to a formaldehyde equalisation concentration in the test chamber of 0.008 ml/m³. This value is less than one-tenth of the limit value of 0.1 ml/m³ in accordance with the Ordinance on Chemicals. If the highest values measured (71 µg/h x m²) are taken as a basis for derivation, this results in an equalisation concentration of 0.017 ml/m³. Laminated timber glued using formaldehyde-free PUR adhesive gives rise to area-specific emission rates in the range of non-adhesive wood. The derived equalisation concentration is approx. 0.004 ml/m³. Similar values were also measured for other, non-adhesive types of wood and comply with the natural formaldehyde emissions by wood.

7.2 MDI

When glued laminated timber is glued, the MDI contained in the polyurethane adhesives reacts out in full. MDI emissions from the hardened glued solid timber are not therefore possible: there is no test standard in place.

The tests submitted are concerned with the temporary MDI emissions arising during glueing in the factory. As there is no standardised measurement process in place for these emissions, one of the tests submitted determined the MDI emissions on the basis of the measurement method for determining formaldehyde emissions outlined in /EN 717-2: 1995/.

Result: MDI emissions were not detected in any of the seven glued laminated timbers examined within the framework of the detection limit (0.05 µg/m³). An additional test based on a project-related measurement method involving a wooden slat glued with PUR adhesive but not hardened displayed MDI emissions slightly above the detection limit (0.05 µg/m³) during the first two hours after applying the adhesive. MDI emissions could not be measured after that.

7.3 Fire gas toxicity

The toxicity of fire gas arising when glued laminated wood burns corresponds with the toxicity of fire gases arising when natural wood is burned.

7.4 VOC emissions

Building authority evidence is not currently required.

8. References

Institut Bauen und Umwelt

Institut Bauen und Umwelt e.V., Berlin(pub.):
Generation of Environmental Product Declarations (EPDs);

General Principles

for the EPD range of Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), 2013/04
www.ibu-epd.de

/ISO 14025/

DIN EN /ISO 14025:2011-10/, Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures

/EN 15804/

/EN 15804:2012-04+A1 2013/, Sustainability of construction works — Environmental Product

Declarations — Core rules for the product category of construction products

/EN 16485/

EN 16485:2014-07, Round and sawn timber – Environmental Product Declarations – Product category rules for wood and wood-based products for use in construction

/DIN EN 4108-4/

DIN 4108-4:2017-03, Thermal Protection and Saving Energy in Buildings – Part 4: Hygrothermal design values

/DIN EN 68800-1/

DIN 68800-1:2011-10, Wood protection – Part 1: General information

/DIN 68800-2/

DIN 68800-2:2012-02, Wood protection – Part 2: Preventive constructional measures in buildings

/DIN EN 68800-3/

DIN 68800-3:2012-02, Wood protection – Part 3: Preventive protection of wood with wood preservatives

/DIN EN 717-1/

DIN EN 717-1:2005-01, Wood Materials; Determining Formaldehyde Emissions – Part 1: Formaldehyde emission by the chamber method

/DIN EN 717-2/

DIN EN 717-2:1995-01, Wood Materials; Determining Formaldehyde Emissions – Part 2: Formaldehyde emission by the gas analysis method

/DIN EN 1912/

DIN EN 1912:2013-10, Structural timber – Strength classes – Assignment of visual grades and species

/DIN EN 1995-1-1/

DIN EN 1995-1-1:2010-12, Euro code 5: Design of timber structures – Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings

/DIN EN 1995-1-1/NA/

DIN EN 1995-1-1/NA:2013-07, National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings

/DIN EN 12664/

DIN EN 12664: 2001-05, Thermal performance of buildings materials and products – Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods – Products of medium and low thermal resistance

/DIN EN 13183-1/

DIN EN 13183-1:2002-07, Moisture content of a piece of sawn timber – Part 1: Determination by oven dry method; German version

/DIN EN 13356/

DIN EN 13356:2003-10, Round and sawn timber – Nomenclature of commercial wood used in Europe

/DIN EN 13501-1/

DIN EN 13501-1:2010-01, Classification of Building Products and Methods by Fire Performance – Part 1: Classification with the results of tests on reaction to fire of construction products

/DIN EN 13501-2/

DIN EN 13501-2:2016-12, Classification of Building Products and Methods by Fire Performance – Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services

/DIN EN 14080/

DIN EN 14080: 2013-09, Timber structures – Glued laminated timber – Requirements

/DIN EN ISO 12572/

DIN EN 12572: 2017-05, Hygrothermal performance of building materials and products – Determination of water vapour transmission properties – Test vessel method

Other sources:**/Waste Wood Act (AltholzV)/**

Waste Wood Act (AltholzV): Act governing the requirements on utilisation and disposal of waste wood, 2017

/AVV/

Ordinance on the List of Wastes dated 10 December 2001 (BGBl. I p. 3379), last amended by Article 2 of the Directive dated 17 July 2017 (BGBl. I, p. 2644)

/Glued Laminated Timber Data Sheet/

The latest version of the Glued Laminated Timber Data Sheet published by Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.

/Federal Immission Control Act (BImSchG)/

Federal Immission Control Act (BImSchG) Act protecting against harmful environmental impact caused by air pollution, noise, shocks and similar processes, 2013

/CPR/

Directive (EU) No. 305/2011 of the European Parliament and Council dated 9 March 2011 establishing harmonised conditions for marketing construction products and replacing Council Guideline 89/106/EEC

/ECHA List of Candidates/

List of substances of very high concern requiring approval (last revised: 15.01.2018) in accordance with Article 59, paragraph 10 of the REACH Directive; European Chemicals Agency

/GaBi professional data base/

GaBi professional data base, version 6.115. thinkstep AG, 2017

/GaBi ts 2017/

GaBi ts 2017, version 7.3.3: Software and data base for comprehensive analysis; thinkstep AG, 2017

/Product Category Rules for Construction Products, Part B/

PCR solid wood products, 2017-11, from the range of Environmental Product Declarations of Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)

/REACH Directive/

Directive (EC) No. 1907/2006 of the European Parliament and Council of 18 December 2006 on the Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals (REACH), last revised: 25.03.2014

/S. Rüter and S. Diederichs, 2012/

S. Rüter, S. Diederichs: 2012, Basic Life Cycle Assessment data for construction products made of wood, Hamburg, Johann Heinrich von Thünen Institut, Institut für Holztechnologie und Holzbiologie; Final report

**Publisher**

Institut Bauen und Umwelt e.V.
Panoramastr. 1
10178 Berlin
Germany

Tel +49 (0)30 3087748- 0
Fax +49 (0)30 3087748- 29
Mail info@ibu-epd.com
Web www.ibu-epd.com

**Programme holder**

Institut Bauen und Umwelt e.V.
Panoramastr. 1
10178 Berlin
Germany

Tel +49 (0)30 - 3087748- 0
Fax +49 (0)30 - 3087748 - 29
Mail info@ibu-epd.com
Web www.ibu-epd.com

**Author of the Life Cycle
Assessment**

Thünen-Institut für Holzforschung
Leuschnerstr. 91
21031 Hamburg
Germany

Tel +49(0)40 73962 - 619
Fax +49(0)40 73962 - 699
Mail holzundklima@thuenen.de
Web www.thuenen.de

**Owner of the Declaration**

Studiengemeinschaft Holzleimbau
e.V.
Elfriede-Stremmel-Straße 69
42369 Wuppertal
Germany

Tel +49 (0)202 978 35-81
Fax +49 (0)202 978 35-79
Mail info@brettschichtholz.de
Web www.brettschichtholz.de



**Ingenieur
Holzbau.de**

A campaign by
Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.

Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.

Heinz-Fangman-Str. 2

D-42287 Wuppertal

+49 (0)202 · 76 97 27 33 Fax

www.ingenieurholzbau.de

www.brettschichtholz.de

info@brettschichtholz.de

BS Holz
naturally fascinating

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

as per /ISO 14025/ and /EN 15804/

Owner of the Declaration	Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.
Programme holder	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Publisher	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Declaration number	EPD-SHL-20180035-IBG1-EN
Issue date	15.10.2018
Valid to	14.10.2020

Cross-laminated timber (X-LAM) Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.

www.ibu-epd.com / <https://epd-online.com>



1. General Information

Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.

Programme holder

IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V.
Panoramastr. 1
10178 Berlin
Germany

Declaration number

EPD-SHL-20180035-IBG1-EN

This Declaration is based on the Product Category Rules:

Solid wood products, 07.2014
(PCR tested and approved by the SVR)

Issue date

15.10.2018

Valid to

14.10.2020



Prof. Dr.-Ing. Horst J. Bossenmayer
(President of Institut Bauen und Umwelt e.V.)



Dipl. Ing. Hans Peters
(Managing Director IBU)

Cross-laminated timber X-LAM

Owner of the Declaration

Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.
Heinz-Fangman-Straße 2
D-42287 Wuppertal

Declared product / Declared unit

1 m³ cross-laminated timber

Scope:

The content of this Declaration is based on information provided by one-third of members of Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., whereby the technology presented here is representative for all members.

The owner of the Declaration shall be liable for the underlying information and evidence; IBU shall not be liable with respect to manufacturer information, Life Cycle Assessment data, and evidence.


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

Verification

The CEN Norm /EN 15804/ serves as the core PCR

Independent verification of the declaration according to /ISO 14025/

internally externally



Matthias Klingler
(Independent verifier appointed by SVR)

2. Product

2.1 Product description / Product definition

Cross-laminated timber (abbreviated as X-lam) is an industrially manufactured plane timber product for structural applications. It is used as panel or diaphragm elements and more seldomly as beams. Cross-laminated timber generally displays a symmetrical design and comprises at least three layers glued at right angles.

X-LAM is supplied in various manufacturer-specific surface qualities.

Cross-laminated timber elements are very dimensionally stable on the one hand and can also transfer loads both lengthwise and transverse to the main load-bearing direction.

X-LAM is manufactured from spruce, fir, pine, larch or Douglas fir. Other coniferous species are permissible but not typical. Adhesives in accordance with 2.5 are used for gluing. X-LAM is manufactured with a maximum wood moisture of 15 %. X-LAM is manufactured in dimensions as per 2.4 and manufacturer-specific dimensional tolerances.

Although a European product standard has been published by CEN, it is not included in the Official Journal of the EU: there is not, therefore, any current harmonised product standard.

Directive (EU) No. 305/2011 /CPR/ applies for placing the product on the market in the EU/EFTA (with the exception of Switzerland). The product requires a Declaration of Performance taking consideration of the respective /ETA/ and CE marking. In Germany, general building authority approvals /abZ/ are also still possible for products which are not regulated by the ETA.

2.2 Application

Application of the products is subject to the respective national specifications.

Cross-laminated timber is used in service classes 1 and 2 in accordance with /DIN EN 1995-1-1/ in members with primarily static dead loads. Member resistance at normal temperature and resistance to fire are dependent on the properties of the layers, cross-sectional layup, static system and load position. Member resistance and resistance to fire must be established for the respective building in accordance with the applicable design rules.

Use of wood preservatives in accordance with /DIN 68800-3/ is not typical and only permissible if other preservative means as per DIN 68800-2 are not sufficient on their own.

Where wood preservative is used in exceptional cases, it must be regulated in the form of a national technical

approval or an approval in accordance with the /Biocides Directive/.

2.3 Technical Data

a) Cross-laminated timber as per ETAs

The product's performance values are to be declared in the Declaration of Performance based on the respective /ETA/. Properties and the scope of the Declaration can vary depending on the /ETA/.

Technical construction data¹

Name	Value	Unit
Wood species in accordance with /EN1912/ and letter codes, where available, corresponding with /EN 13556/	Coniferous wood in accordance with the respective /ETA/	-
Wood moisture content as per /DIN EN 13183-1 ²	≤ 15	%
Use of wood preservative (the test description as per /DIN 68800-3/ must be indicated) ³	lv, P and W	-
Characteristic compression strength parallel to the grain of coniferous lamellas in accordance with the respective /ETA/ with /EN 338/	18-24	N/mm ²
Characteristic compression strength perpendicular to the grain of coniferous lamellas in accordance with the respective /ETA/ with /EN 338/	2.2-2.7	N/mm ²
Characteristic tension strength parallel to the grain of coniferous lamellas in accordance with the respective /ETA/ with /EN 338/	10-19	N/mm ²
Characteristic tension strength perpendicular to the grain of coniferous lamellas in accordance with the respective /ETA/ with /EN 338/	0.4	N/mm ²
Mean modulus of elasticity parallel to the grain of coniferous lamellas in accordance with the respective /ETA/ with /EN 338/	9,000-12,000	N/mm ²
Characteristic shear strength of coniferous lamellas in accordance with the respective /ETA/ with /EN 338/	3.4-4.0	N/mm ²
Mean shear modulus of coniferous lamellas in accordance with the respective /ETA/ with /EN 338/	560-750	N/mm ²
Deviation in sizes according to /ETA/	In accordance with the details in the respective /ETA/	mm or %
Average gross density according to the manufacturer	470	kg / m ³
Surface quality in accordance with the /X-LAM Data Sheet/	Industrial quality NSi, industrial visual quality, visual quality	-
Suitability for use classes (GK) in accordance with /DIN	All wood types: GK 0;	-

68800-1/	Southern pine heartwood: also GK 1; Scots pine heartwood: also GK 1 and 2; heartwood of Douglas fir, larch, yellow cedar: also GK 1, 2 and 3.1	
Thermal conductivity to /DIN EN 12664/	Perpendicular to the grain: 0.13	W/(mK)
Specific thermal capacity in accordance with /DIN EN 12664/	1600	kJ/kgK
Water vapour diffusion resistance factor in accordance with /DIN EN ISO 12572/	Dry at a mean density of 500 kg/m ³ : 50	-

¹) For cross-laminated timber made from coniferous wood

²) Some ETAs permit other equivalent measurement processes.

³) Treatment with a wood preservative in accordance with /DIN 68800-1/ is only permissible if the structural measures have been exploited and is therefore not typical.

⁴) In accordance with the ETAs, the wood layer properties are generally established. These can then be used to derive the cross-laminated timber properties.

In accordance with the ETAs, more elasto-mechanical properties for the layers, in particular their bending properties, can be declared.

An indication of strength classes for the layers is typical. Strength classes C18, C24 and C30 are typical. The ranges indicated here have been taken from these classes. Coefficients for system effects are not applied here.

Deviating values can be declared.

⁵) As /DIN 68800-1/ demands that structural measures are exploited before using a preventive chemical wood preservative, only allocations for untreated glued laminated timber are provided here.

⁶) Design values of thermal conductivity shall be calculated from the declared values in accordance with /DIN 4108-4/.

⁷) The air layer thickness equivalent to the water vapour diffusion is calculated by adding the layer thickness and the water vapour diffusion resistance factor.

b) Cross-laminated timber as per national approval

The properties correspond with those of cross-laminated timber as per ETA. Product compliance is declared by the Ü-mark. The Ü-mark includes information on the manufacturing plant, the monitoring agency and strength class of the individual layers as well as the layer structure.

2.4 Delivery status

The products can be manufactured in the following sizes. The permissible dimensions can vary depending on the manufacturer and the respective /abZ/ or /ETA/:
Min. thickness: 51 mm
Max. thickness: 500 mm
(standard thickness to 300 mm)

Max. width: 2.95 m – 4.80 m
 Max. length: 16 m – 20 m

2.5 Base materials / Ancillary materials

X-LAM comprises at least three layers of technically dried coniferous wood boards or plank laminations glued together crosswise. Polyurethane adhesives (PUR) or melamine-urea-formaldehyde adhesives (MUF) are used for basic duroplastic gluing as well as emulsion polymer isocyanate adhesives (EPI) in smaller quantities. Formaldehyde emissions are declared in accordance with /DIN EN 14080/. Substances on the /ECHA List of Candidates/ for including substances of very high concern in Annex XIV of the /REACH Directive/ (last revised: 15.01.2018) are not included.

The percentage averages of ingredients per cubic metre of X-LAM established for the Environmental Product Declaration:

- Coniferous wood, primarily spruce, approx. 87.5 %
- Water approx. 10.5 %
- PUR adhesives approx. 0.6 %
- MUF adhesives approx. 1.5 %
- EPI adhesives approx. 0.1 %

The product has a mean gross density of 469.94 kg/m³.

2.6 Manufacture

The manufacture of X-LAM involves drying coniferous boards and timbers to less than 15% wood moisture, followed by pre-planing and sorting visually and/or mechanically by strength. Board sections identified as having strength-reduced areas are removed depending on the requisite strength class and the ensuing board sections joined by finger-jointing connections to form lamellas of infinite length.

During the subsequent pre-planing process, the lamellas are planed on four sides to strengths ranging from 17 mm to 45 mm. Core layers may be thicker, according to some /abZ/ or /ETAs/. Some manufacturers use narrow-side gluing to glue the lamellas to form a solid wood panel.

If the X-LAM manufacturer produces solid wood panels first, they are planed after hardening, glued and then arranged crosswise in the press.

Manufacturers working without narrow-side gluing directly arrange the glued lamellas crosswise in the press bed.

Depending on the manufacturer, individual layers can be manufactured from wood-based panels.

After pressing and hardening, the blank is planed, bevelled, bound and packed. In exceptional cases, they can be treated with wood preservative.

2.7 Environment and health during manufacturing

Waste air incurred is cleaned in accordance with statutory specifications. There are no risks for water or soil. The process waste water incurred is fed into the local waste water system. Noise-intensive machinery is encapsulated appropriately.

2.8 Product processing/Installation

X-LAM can be processed using the standard tools suitable for processing solid wood.

The information concerning industrial safety must also be observed during processing/assembly.

2.9 Packaging

Polyethylene foils are used (waste code 15 01 02 as per /AVV/) are used.

2.10 Condition of use

Composition for the period of use complies with the base material composition in accordance with section 2.5. Base materials / Ancillary materials.

Approx. 206 kg of carbon are bound in the product during use. This complies with approx. 755 kg of CO₂ for full oxidation.

2.11 Environment and health during use

Environmental protection: According to current knowledge, there are no risks for water, air and soil when the products are used as designated.

Health protection: According to current knowledge, no health risks are to be anticipated.

With regard to formaldehyde, X-LAM is low-emission thanks to its adhesive content, structure and form of use.

Cross-laminated timber glued with PUR or EPI adhesives displays formaldehyde emission values in the range of natural wood (approx. 0.004 ml/m³). MDI emissions by X-LAM glued with PUR or EPI adhesives cannot be measured within the framework of the detection limit of 0.05 µg/m³. On account of the high reactivity of MDI towards water (air and wood moisture), it can be assumed that X-LAM glued this way already displays MDI emissions in the zero-value range shortly after manufacture.

X-LAM glued with MUF adhesives emits formaldehyde subsequently. Measured at the limit value of 0.1 ml/m³ of the Chemical Restriction Regulation, the values can be classified as low after testing /DIN EN 717-1/.

Average emissions amount to approx. 0.04 ml/m³. In individual cases, they can account for up to approx. 0.06 ml/m³.

2.12 Reference service life

X-LAM corresponds with glued laminated timber in terms of its components and manufacturing. Glued laminated timber has been used for more than 100 years. When used as designated, there is no known or anticipated limit to its durability.

The service life of X-LAM is therefore in line with the service life of the building when used as designated.

Influences on ageing when the recognised rules of technology are applied.

2.13 Extraordinary effects

Fire

Fire class D in accordance with DIN EN 13501-1; the toxicity of fire gases complies that of natural wood.

Fire protection

Name	Value
Building material class	D
Burning droplets	d0
Smoke gas development	s2

Water

No ingredients are leached which could be hazardous to water.

Mechanical destruction

X-LAM breakage features display an appearance which is typical for solid wood.

2.14 Re-use phase

In the event of selective rebuilding after the end of the usage phase, X-LAM can be easily reused.

If X-LAM cannot be recycled, it is directed towards thermal recycling for generating process heat and electricity on account of its high calorific value of approx. 19 MJ/kg.

During energetic recycling, the requirements outlined in the /Federal Immission Control Act (BlmSchG)/ must

be maintained: Untreated cross-laminated timber is allocated to waste code 17 02 01 /AVV/ in accordance with Annex III of the /Waste Wood Act (AltholzV)/ dated 15.02.2002 (depending on the type of wood preservative, treated cross-laminated timber is allocated to waste code 17 02 04).

2.15 Disposal

Waste wood may not be landfilled in accordance with §9 of the /Waste Wood Act (AltholzV)/.

2.16 Further information

More detailed information can be found at www.brettsper Holz.org.

3. LCA: Calculation rules

3.1 Declared Unit

The declared unit of under ecological review is one cubic metre of cross-laminated timber taking consideration of the mix of adhesives used as outlined in 2.5 and a mass of 469.94 kg/m³ with wood moisture of 12 % which complies with a water content of approx. 10.5 %. Adhesives account for 2.1 %. All details on adhesives used were calculated on the basis of specific data. Averaging was weighted by production volume.

Details on declared unit

Name	Value	Unit
Declared unit	1	m ³
Gross density	469.94	kg/m ³
Conversion factor to 1 kg	0.0021279	-
Wood moisture on delivery	12	%
Adhesive content in relation to overall mass	2.112	%
Water content in relation to overall mass	10.496	%

3.2 System boundary

The Declaration complies with an EPD "from cradle to plant gate, with options". It includes the production stage, i.e. from provision of the raw materials through to production (*cradle to gate*, Modules A1 to A3), Module A5, and parts of the end-of-life stage (Modules C2 and C3). It also contains an analysis of the potential benefits and loads over and beyond the product's entire life cycle (Module D).

Module A1 analyses the provision of wood from forestry resources, the provision of other pre-treated wood products and the provision of adhesives.

Transport of these substances is considered in Module A2. Module A3 comprises the provision of fuels, resources and electricity as well as the production processes on site. These essentially involve debarking, cutting, drying, planing and profiling processes as well as glueing and packing the products. Module A5 exclusively covers the disposal of product packaging which includes the disposal of biogenic carbon and primary energy (PERM and PENRM).

Module C2 considers transport to the disposal company and Module C3 is concerned with preparing and sorting waste wood. In accordance with /EN 16485/, Module C3 also includes as outflows the CO₂ equivalents of the carbon inherent in the wood product as well as the renewable and non-renewable primary energy (PERM and PENRM) contained in the product.

Module D analyses the thermal utilisation of the product at its end of life as well as the ensuing potential benefits and loads in the form of a system extension.

3.3 Estimates and assumptions

As a general rule, all of the material and energy flows for the processes required by production are established on site. The emissions from incineration and other processes on site could only be estimated on the basis of literary references. All other data is based on average values.

More detailed information on all estimates and assumptions made is documented in /S. Rüter, S. Diederichs: 2012/.

The basis for the calculated application of fresh water resources is depicted by blue water consumption.

3.4 Cut-off criteria

No known material or energy flows were ignored, including those which fell below the limit of 1 %. Accordingly, the total sum of input flows ignored is certainly less than 5 % of the energy and mass applied. This also safeguards against the possibility of any material or energy flows being ignored which display a particular potential for significant influences in terms of the environmental indicators. Detailed information on the cut-off criteria is documented in /S. Rüter, S. Diederichs: 2012/.

3.5 Background data

All background data was taken from version 6.155 of the /GaBi professional data base/ and the "Ökobilanz-Basisdaten für Bauprodukte aus Holz" final report /S. Rüter, S. Diederichs: 2012/.

3.6 Data quality

The data surveyed was validated on a mass basis and in accordance with plausibility criteria. With the exception of forest wood, the background data used for wood materials for material and energy purposes originates from 2008 to 2012. The provision of forest wood was taken from a 2008 publication which is essentially based on information from 1994 to 1997. All other information was taken from version 6.115 of the /GaBi professional data base/. Following written confirmation of the topicality of primary data used on the part of Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. and the topicality of all background data used, the overall data quality can be regarded as good.

3.7 Period under review

Data for the primary system was surveyed during the period 2009 to 2011, whereby data was always provided for the full calendar year. The data is therefore based on 2008 to 2010. All information is based on averaged data for 12 consecutive months. There is a Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. document in place confirming that the primary data used continues to depict the association in a representative manner.

3.8 Allocation

The allocations comply with the specifications of the /EN 15804/ and /EN 16485/, and are explained in detail in /S. Rüter, S. Diederichs: 2012/. Essentially, the following system extensions and allocations were carried out.

General information

Flows of properties inherent to the material (biogenic carbon and primary energy contained therein) were allocated in accordance with physical causalities. All other allocations of associated co-products were carried out on an economic basis. One exception is represented by allocation of the requisite heat combined heat and power which was allocated on the basis of the exergy of electricity and process heat products.

Module A1

- Forestry: All expenses in the upstream forest chain were allocated using economical allocation methods to logs and industrial wood on the basis of their prices.
- The provision of waste wood does not take consideration of expenses incurred during the previous life cycle.

Module A3

- Wood-processing industry: For associated co-products, expenses were allocated economically to primary products and residual materials on the basis of their prices.
- With the exception of wood-based materials, the expenses incurred by the disposal of production waste are based on a system extension. The heat and electricity generated are credited to the system in the form of substitution processes. The credits achieved here account for significantly less than 1% of overall expenses.
- All expenses associated with firing were allocated to firing after exergy of these two products in the case of combined generation of heat and power.
- The provision of waste wood does not take consideration of expenses incurred during the previous life cycle (as in Module A1).

Module D

- The system expansion process performed in Module D complies with an energetic recycling scenario for waste wood.

3.9 Comparability

Basically, a comparison or an evaluation of EPD data is only possible if all the data sets to be compared were created according to /EN 15804/ and the building context, respectively the product-specific characteristics of performance, are taken into account. The used background database has to be mentioned. The LCA was conducted using the /GaBi ts 2017/ software. All background data was taken from version 6.115 of the /GaBi professional data base/ or literary sources.

4. LCA: Scenarios and additional technical information

The scenarios on which the LCA is based are outlined in more detail below.

Construction installation process (A5)

Module A5 is declared but only contains details on disposal of the product packaging and no details on actual installation of the product in the building. The volume of packaging material incurred as waste material for thermal utilisation per declared unit in Module A5 and the ensuing exported energy are indicated below as technical scenario information.

Name	Value	Unit
PE foil for thermal waste processing	0.563	kg
Total efficiency of PE foil in waste incineration	38	%
Total exported electrical energy	3.26	MJ
Total exported thermal energy	7.87	MJ

A transport distance of 20 km is assumed for disposal of the product packaging. Total efficiency of waste incineration as well as the percentages of electricity and heat generation by means of heat and power combinations correspond with the allocated waste

incineration process in the /GaBi professional data base/.

End of Life (C1-C4)

Name	Value	Unit
Waste wood for energy recovery	469.94	kg
Redistribution transport distance for waste wood (Module C2)	20	km

A collection rate of 100% without losses incurred by crushing the material is assumed for the scenario of thermal utilisation.

Reuse, recovery and recycling potential (D), relevant scenario information

Name	Value	Unit
Electricity generated (per t atro waste wood)	968.37	kWh
Waste heat used (per t atro waste wood)	7053.19	MJ
Electricity generated (per net flow of declared unit)	399.77	kWh

Waste heat used (per net flow of declared unit)	2912.63	MJ
---	---------	----

The product is recycled in the form of waste wood in the same composition as the declared unit at the end-of-life stage. Thermal recovery in a biomass power station with an overall degree of efficiency of 54.69 % and electrical efficiency of 18.09 % is assumed, whereby incineration of 1 tonne atro wood (mass value in atro, consideration of efficiency, yet ~18 % wood moisture content) generates approx. 968.37 kWh electricity and 7053.19 MJ useful heat. Converted to the net flow of the atro wood percentage included in Module D and taking consideration of the percentage of adhesives in waste wood, 399.77 kWh electricity and 2912.63 MJ thermal energy are produced per declared unit in Module D. The exported energy substitutes fuels from fossil sources, whereby it is alleged that the thermal energy is generated from natural gas and the substituted electricity complies with the German power mix for 2017.

5. LCA: Results

DESCRIPTION OF THE SYSTEM BOUNDARY (X = INCLUDED IN LCA; MND = MODULE NOT DECLARED)

PRODUCT STAGE			CONSTRUCTION PROCESS STAGE		USE STAGE							END OF LIFE STAGE				BENEFITS AND LOADS BEYOND THE SYSTEM BOUNDARIES
Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport from the gate to the site	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse-Recovery-Recycling-potential
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	MND	X	MND	MND	MNR	MNR	MNR	MND	MND	MND	X	X	MND	X

RESULTS OF THE LCA - ENVIRONMENTAL IMPACT: 1 m³ X-Lam

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A5	C2	C3	D
GWP	[kg CO ₂ -Eq.]	-6.99E+2	7.56E+0	9.70E+1	1.76E+0	4.72E-1	7.58E+2	-4.04E+2
ODP	[kg CFC11-Eq.]	6.52E-7	2.78E-9	7.64E-8	1.16E-12	9.42E-10	1.75E-11	-9.03E-10
AP	[kg SO ₂ -Eq.]	2.31E-1	3.16E-2	2.85E-1	1.09E-4	2.02E-3	6.90E-3	-4.18E-1
EP	[kg (PO ₄) ³⁻ -Eq.]	6.05E-2	7.73E-3	5.58E-2	2.43E-5	4.69E-4	1.10E-3	-6.25E-2
POCP	[kg ethene-Eq.]	4.79E-2	-9.85E-3	5.99E-2	1.14E-5	1.80E-4	4.78E-4	-4.26E-2
ADPE	[kg Sb-Eq.]	5.11E-4	7.14E-7	1.28E-4	1.26E-8	1.00E-8	2.34E-6	-1.22E-4
ADPF	[MJ]	7.99E+2	1.02E+2	1.02E+3	1.96E-1	6.63E+0	4.52E+1	-5.37E+3

Caption GWP = Global warming potential; ODP = Depletion potential of the stratospheric ozone layer; AP = Acidification potential of land and water; EP = Eutrophication potential; POCP = Formation potential of tropospheric ozone photochemical oxidants; ADPE = Abiotic depletion potential for non-fossil resources; ADPF = Abiotic depletion potential for fossil resources

RESULTS OF THE LCA - RESOURCE USE: 1 m³ X-Lam

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A5	C2	C3	D
PERE	[MJ]	5.20E+2	6.08E+0	1.25E+3	4.00E-2	8.81E-3	2.54E+1	-1.33E+3
PERM	[MJ]	7.92E+3	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	-7.92E+3	0.00E+0
PERT	[MJ]	8.44E+3	6.08E+0	1.25E+3	4.00E-2	8.81E-3	-7.90E+3	-1.33E+3
PENRE	[MJ]	7.83E+2	1.03E+2	1.27E+3	2.47E+1	6.69E+0	5.88E+1	-6.11E+3
PENRM	[MJ]	9.93E+1	0.00E+0	2.45E+1	-2.45E+1	0.00E+0	-9.93E+1	0.00E+0
PENRT	[MJ]	8.82E+2	1.03E+2	1.29E+3	2.17E-1	6.69E+0	-4.05E+1	-6.11E+3
SM	[kg]	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0
RSF	[MJ]	6.39E+1	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	7.86E+3
NRSF	[MJ]	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	9.93E+1
FW	[m³]	6.36E-1	1.10E-3	4.05E-1	2.46E-5	3.77E-5	1.49E-2	-7.74E-1

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

RESULTS OF THE LCA – OUTPUT FLOWS AND WASTE CATEGORIES:

1 m³ X-Lam

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A5	C2	C3	D
HWD	[kg]	5.06E-2	0.00E+0	6.57E-3	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0
NHWD	[kg]	1.02E-2	0.00E+0	1.67E-3	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0
RWD	[kg]	2.73E-2	2.79E-4	9.90E-2	8.56E-6	1.18E-5	5.41E-3	-2.81E-1
CRU	[kg]	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0
MFR	[kg]	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0
MER	[kg]	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	4.70E+2	0.00E+0
EEE	[MJ]	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	3.26E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0
EET	[MJ]	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0	7.87E+0	0.00E+0	0.00E+0	0.00E+0

Caption HWD = Hazardous waste disposed; NHWD = Non-hazardous waste disposed; RWD = Radioactive waste disposed; CRU = Components for re-use; MFR = Materials for recycling; MER = Materials for energy recovery; EEE = Exported electrical energy; EEE = Exported thermal energy

6. LCA: Interpretation

The interpretation of results focuses on the production phase (Modules A1 to A3) as it is based on specific data provided by the company. The interpretation takes the form of a dominance analysis of the environmental impacts (GWP, ODP, AP, EP, POCP, ADPE, ADPF) and the use of renewable/non-renewable primary energy (PERE, PENRE).

Accordingly, the most significant factors for the respective categories are listed below.

6.1 Global Warming Potential (GWP)

When considering the GWP, the CO₂ product system inputs and outputs inherent in wood require separate analysis. A total of approx. 876 kg CO₂ enter the

system in the form of carbon stored in the biomass, of which 48 kg carbon dioxide are emitted along the upstream chains and 75 kg within the framework of heat generation on site. The volume of carbon ultimately stored in the cross-laminated timber is extracted from the system again when recycled in the form of waste wood.

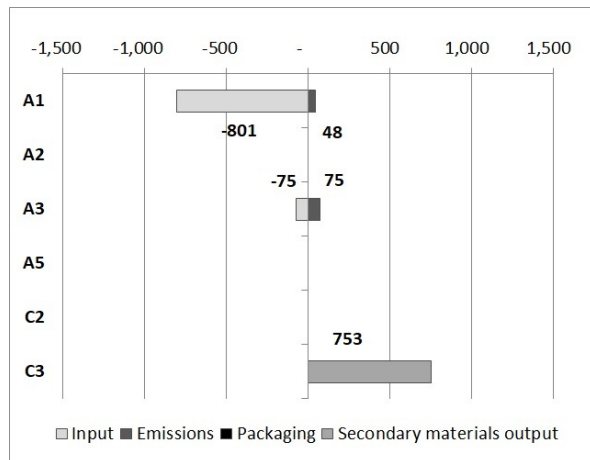


Fig. 1: CO₂ product system inputs and outputs inherent in wood [kg CO₂ equiv.]. The inverse indications suggested by inputs and outputs is in line with the LCO CO₂ flow analysis in terms of the atmosphere.

34 % of the analysed fossil greenhouse gases are accounted for by the provision of raw materials (entire Module A1), 5 % by transporting the raw materials (entire Module A2), and 61 % by the manufacturing process for cross-laminated timber (entire Module A3). Electricity consumption in the plant as part of Module A3 represents 51 % and the provision of wood as a raw material as part of Module A1 accounts for 20 %, making them essential influential factors.

6.2 Ozone Depletion Potential (ODP)

78 % of emissions with an ozone depletion potential are incurred by the provision of adhesives and 11 % by the provision of wood as a raw material (both Module A1). The consumables and packaging materials used as well as product packaging (Module A3) contribute another 9 % to overall ODP.

6.3 Acidification Potential (AP)

The combustion of wood and diesel are the sources of essential relevance for emissions representing a potential contribution towards the acidification potential. Drying the bought-in products, provision of the requisite heat and utilisation of fuels in forestry account for around 37 % of emissions. At 5 %, the emissions from the provision of adhesives are negligible by comparison (both in Module A1). In Module A3, electricity consumption accounts for 22 %, heat generation contributes 17 % and the consumables and packaging materials used account for 13 % of emissions with acidification potential.

6.4 Eutrophication Potential (EP)

38 % of the entire EP is attributable to drying and incinerating processes in the upstream chains for the provision of wood as a raw material and a further 11 % is accounted for by the provision of adhesives (both Module A1). In Module A3, electricity consumption accounts for 16 %, heat generation contributes 17 % and the consumables and packaging materials used

account for 12 % of emissions with eutrophication potential. Another 6 % is accounted for by transporting wood as a raw material to the production facility (Module A2).

6.5 Photochemical Ozone Creation Potential (POCP)

The primary POCP contributions are accounted for by the provision of wood as a raw material for the product (45 %) (Module A1) and the drying process as part of product manufacturing (41 %) (Module A3). Generation of heat required in the manufacturing process accounts for 12 % and electricity consumption on site accounts for a further 9 % of the entire POCP (both Module A3). The negative values recorded for the POCP in Module A2 are attributable to the negative characterisation factor for nitrogen monoxide emissions in the standard-conformant CML IA version (2001 - April 2013) in combination with the /GaBi Professional data base/truck transport process used for modelling log transport.

6.6 Abiotic Depletion Potential non-Fossil Resources (ADPE)

The essential contributions to ADPE are represented by the provision of wood as a raw material (75 %) (Module A1), electricity consumption in the manufacturing process (6 %) (Module A3), and consumables used during manufacturing (13 %) (Module A3).

6.7 Abiotic Depletion Potential Fossil Resources (ADPF)

Provision of the wood raw material for the product accounts for 19 % and the manufacture of adhesives processed contributes 23 % to the entire ADPF (both Module A1). Other essential influences are represented by electricity consumption during the manufacturing process (41 %) as well as the consumables and packaging materials used (9 %) (both Module A3).

6.8 Renewable primary energy as energy carrier (PERE)

11 % of PERE is attributable to the provision of wood for the product (Module A1). But most of this application is accounted for by the manufacturing process (Module A3), i.e. on-site electricity consumption (80 %) and heat generation (3 %).

6.9 Non-renewable primary energy as energy carrier (PENRE)

PENRE is distributed relatively consistently across Module A1 by the provision of wood as a raw material (18 %) and the provision of adhesives (21 %). Transporting wood to the plant (Module A2) represents merely 5 %. In Module A3, PENRE is distributed across electricity consumption for manufacturing processes (46 %), heat generation (3 %), and the consumables and packaging materials used (7 %).

6.10 Waste

Special waste is primarily incurred during the provision of adhesives (approx. 78 %) and wood as a raw material (approx. 10 %) in Module A1 as well as the consumables used (approx. 11 %) in Module A3.

6.11 Range of results

The individual results for participating companies are distinguished from the average results in the Environmental Product Declaration.

Maximum deviations of +3 %/-16 % (GWP), +102 %/-55 % (ODP), +1 %/-6 % (AP), +9 %/-6 % (EP), +19 %/-13 % (POCP), +91 %/-66 % (ADPE) and +3 %/-8 % (ADPF) were calculated in relation to the results

outlined in section 5. These deviations are primarily attributable to differences in the fuels used and specific electricity consumption values during the processes.

7. Requisite evidence

7.1 Formaldehyde

In accordance with the manufacturer-specific European technical assessments, formaldehyde emissions are established with reference to /DIN EN 717-1/. The European technical assessments specify testing with a loading factor of 1 m²/m³. Formaldehyde emissions are to be declared as class E1.

Under the same load, using the same adhesive system, the same resin to curing agent ratio and adhesive applied, the formaldehyde emissions by cross-laminated timber roughly correspond with those by glued laminated timber.

A measurement report is available with eight measurements on formaldehyde emissions by glued laminated timber with adhesive containing formaldehyde. The measurements were carried out by experienced test laboratories. Equalisation concentrations were established. Measurements were performed in test chambers in accordance with DIN EN 717-1 at a uniform temperature of 23 °C, relative humidity of 45 % and a ventilation rate of 1.0 per hour. The room load was 1 m²/m³.

There were formaldehyde emissions of between 0.01 and 0.04 ppm (mean value of all measurements: 0.024 ppm) which are significantly below the limit value for formaldehyde class E1 (0.1 ppm).

Emission values from X-LAM glued with adhesives which do not contain formaldehyde result in area-specific emission rates in the area of unglued wood (approx. one-twentieth of the limit value in accordance with the Chemical Restriction Regulation (Chem-VerbotsV) (0.1 ml HCHO/m³ indoor air).

7.2 MDI

During the X-LAM gluing process, the MDI contained in the moisture-binding single-component polyurethane adhesives used is cured in full. MDI emissions from the cured X-LAM are therefore not possible.

In tests based on the measuring method for determining formaldehyde emissions from /DIN EN 717-2/, MDI emissions are not detectable (detection limit: 0.05 µg/m³).

7.3 Fire gas toxicity

The toxicity of fire gases incurred when cross-laminated timber burns corresponds with that which arises when natural wood burns.

7.4 VOC

Evidence of VOC is optional when the EPD is valid for a shorter period of time (1 year).

8. References

The literature referred to in the Environmental Product Declaration must be quoted in full from the following sources. Standards and standards relating to evidence and/or technical features already fully quoted in the EPD do not need to be listed here. Part B of the PCR document on which they are based must be referred to.

Institut Bauen und Umwelt

Institut Bauen und Umwelt e.V., Berlin(pub.):
Generation of Environmental Product Declarations (EPDs);

General Principles

for the EPD range of Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU), 2013/04
www.ibu-epd.de

/ISO 14025/

DIN EN /ISO 14025:2011-10/, Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures

/EN 15804/

/EN 15804:2012-04+A1 2013/, Sustainability of construction works — Environmental Product Declarations — Core rules for the product category of construction products

/EN 16485/

EN 16485:2014, Round and sawn timber – Environmental Product Declarations – Product category rules for wood and wood-based products for use in construction

/DIN 68800-1/

DIN 68800-1:2011-10, Wood protection – Part 1: General information

/DIN 68800-2/

DIN 68800-2:2012-02, Wood protection – Part 2: Preventive structural measures in civil engineering

/DIN 68800-3/

DIN 68800-3:2012-02, Wood protection – Part 3: Preventive protection of wood with wood preservatives

/DIN EN 717-1/

DIN EN 717-1:2005-01, Wood-based panels – Determination of formaldehyde release – Part 1: Formaldehyde emission by the chamber method

/DIN EN 717-2/

DIN EN 717-2:1995-01, Wood-based panels – Determination of formaldehyde release – Part 2: Formaldehyde emission by the gas analysis method

/DIN EN 1995-1-1/

DIN EN 1995-1-1:2010-12, Euro code 5: Design of timber structures – Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings

/DIN EN 1995-1-1/NA/

DIN EN 1995-1-1/NA:2013-07, National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5:

Design of timber structures – Part 1-1: General –
Common rules and rules for buildings

/DIN EN 13501-1/

DIN EN 13501-1:2010-01, Classification of building products and methods by fire performance – Part 1: Classification with the results of tests on reaction to fire of construction products

/DIN EN 13501-2/

DIN EN 13501-2:2016-12, Classification of building products and methods by fire performance – Part 2: Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services

/DIN EN 14080/

DIN EN 14080:2013-09, Timber structures – Glued laminated timber and glued solid timber – Requirements

Other sources:

/abZ/

General building authority approvals by individual manufacturers; can be inspected via Deutsches Institut für Bautechnik:

https://www.dibt.de/de/Fachbereiche/Referat_I5.html
(last revised: 21.03.2018)

/Waste Wood Act (AltholzV)/

Waste Wood Act (AltholzV): Act governing the requirements on utilisation and disposal of waste wood, 2017

/AVV/

Ordinance on the List of Wastes dated 10 December 2001 (BGBl. I p. 3379), last amended by Article 2 of the Directive dated 17 July 2017 (BGBl. I, p. 2644)

/Cross-Laminated Timber Data Sheet/

The latest version of the Cross-Laminated Timber Data Sheet published by Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.

/Federal Immission Control Act (BImSchG)/

Federal Immission Control Act (BImSchG) Act protecting against harmful environmental impact caused by air pollution, noise, shocks and similar processes, 2013

/CPR/

Directive (EU) No. 305/2011 of the European Parliament and Council dated 9 March 2011 establishing harmonised conditions for marketing construction products and replacing Council Guideline 89/106/EEC

/ECHA List of Candidates/

List of substances of very high concern requiring approval (last revised: 15.01.2018) in accordance with Article 59, paragraph 10 of the REACH Directive; European Chemicals Agency

/ETA/

European technical assessments by individual manufacturers; can be inspected via Deutsches Institut für Bautechnik:

https://www.dibt.de/de/Fachbereiche/Referat_I5.html
(last revised: 21.03.2018)

/GaBi professional data base/

GaBi professional data base, version 6.115. thinkstep AG, 2017

/GaBi ts 2017/

GaBi ts 2017, version 7.3.3: Software and data base for comprehensive analysis; thinkstep AG, 2017

/Product Category Rules for Construction Products, Part B/

PCR solid wood products, 2017-11, from the range of Environmental Product Declarations of Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)

/REACH Directive/

Directive (EC) No. 1907/2006 of the European Parliament and Council of 18 December 2006 on the Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals (REACH), last revised: 25.03.2014

/S. Rüter and S. Diederichs, 2012/

S. Rüter, S. Diederichs: 2012, Basic Life Cycle Assessment data for construction products made of wood, Hamburg, Johann Heinrich von Thünen Institut, Institut für Holztechnologie und Holzbiologie; final report

**Publisher**

Institut Bauen und Umwelt e.V.
Panoramastr. 1
10178 Berlin
Germany

Tel +49 (0)30 3087748- 0
Fax +49 (0)30 3087748- 29
Mail info@ibu-epd.com
Web www.ibu-epd.com

**Programme holder**

Institut Bauen und Umwelt e.V.
Panoramastr. 1
10178 Berlin
Germany

Tel +49 (0)30 - 3087748- 0
Fax +49 (0)30 - 3087748 - 29
Mail info@ibu-epd.com
Web www.ibu-epd.com

**Author of the Life Cycle
Assessment**

Thünen-Institut für Holzforschung
Leuschnerstr. 91
21031 Hamburg
Germany

Tel +49(0)40 73962 - 619
Fax +49(0)40 73962 - 699
Mail holzundklima@thuenen.de
Web www.thuenen.de

Logo

Owner of the Declaration

Studiengemeinschaft Holzleimbau
e.V.
Elfriede-Stremmel-Straße 69
42369 Wuppertal
Germany

Tel +49 (0)202 978 35-81
Fax +49 (0)202 978 35-79
Mail info@brettschichtholz.de
Web www.brettschichtholz.de

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804



epd-norge.no
The Norwegian EPD Foundation

Eier av deklarasjonen

Utgiver

Deklarasjonens nummer

Godkjent dato

Gyldig til

Treindustrien

Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner

NEPD-308-179-NO

09.03.2015

09.03.2020

Konstruksjonsvirke av gran og furu

Produkt

Treindustrien

Eier av deklarasjon

Treindustrien



Foto: Per Skogstad (Treteknisk)

Generell informasjon**Produkt**

Konstruksjonsvirke av gran og furu

Program operatør

Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
 Postboks 5250 Majorstuen, 0303 Oslo
 Tlf: +47 23 08 80 00
 e-post: post@epd-norge.no

Deklarasjon nummer:

NEPD-308-179-NO

Deklarasjonen er basert på PCR:

CEN Standard EN 15804 tjener som kjerne PCR
 NPCR015 rev.1 (2013/08)

Deklarert enhet:

Produksjon av 1 m³ høvelet konstruksjonsvirke av gran eller furu

Deklarert enhet med opsjon:

1 m³ konstruksjonsvirke, produsert, installert og avfallshåndtert med en referanselevetid på 60 år.

Funksjonell enhet:**Miljødeklarasjonen er utarbeidet av:**

Lars G. F. Tellnes
 Norsk Treteknisk Institutt

 **Treteknisk** 

Verifikasjon:

Uavhengig verifikasjon av data, annen miljøinformasjon og EPD er foretatt etter ISO 14025, 8.1.3. og 8.1.4.

eksternt internt



Catherine Grini, Siv.ing.

(Uavhengig verifikator godkjent av EPD Norge)

Deklarert enhet:

Produksjon av 1 m³ høvelet konstruksjonsvirke av gran eller furu

Eier av deklarasjon

Treindustrien
 Kontakt person: Espen Tuveng
 Tlf: +47 97 68 07 20
 e-post: espen.tuveng@trelast.no

Produsent

Deklarasjonen gjelder for medlemmer av Treindustrien, for oppdatert liste over medlemmer, se hjemmesiden:
<http://www.treindustrien.no/>

Produksjonssted:

Norge

Kvalitet/Miljøsystem:

De fleste produsentene har sertifisering for sporbarhet av bærekraftig skogbruk i henhold til PEFC ST 2002:2010. Se: www.pefcregs.info

Org. no.:

980 308 952

Godkjent dato

09.03.2015

Gyldig til

09.03.2020

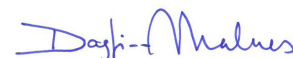
Sammenlignbarhet:

EPD av byggevarer er nødvendigvis ikke sammenlignbare hvis de ikke samsvarer med NS-EN 15804 og ses i en bygningskontekst.

Årstall for studien:

2014

Godkjent



Dagfinn Malnes
 Daglig leder av EPD-Norge

Nøkkelindikatorer	Enhet	Vugge til port A1 - A3	Transport *****	Modul A4
Global oppvarming	kg CO ₂ -ekv	-607 [†]	0,05	11,4
Energibruk	MJ	3833	0,84	181,2
Farlige stoffer	*	-	-	-
Andel fornybar energibruk	%	76	1	1
Andel fornybare materialer	%	99,5	-	-

† Inkluderer opptak av 660 kg karbondioksid under treets vekts.

* Produktet inneholder ingen stoffer fra REACH Kandidatliste eller den norske prioritetslisten

***** Transport fra produksjonssted til sentrallager i Norge

Produkt

Produktbeskrivelse:

Konstruksjonsvirke er høvellast produsert av medlemmene i Treindustrien for bruk som bygningsmateriale. Råstoffet er nordisk trevirke (skurlast). Konstruksjonsvirke benyttes for eksempel i stendere, sperrer og bjelkelag, limtre og takstoler, samt i andre konstruksjoner.

Tekniske data:

Den mest produserte styrkeklassen i Norge er C24 og i følge EN338 så har den i gjennomsnitt en densitet på 420 kg/m³. Den relative fuktigheten er i snitt på 17% ±2 og dette gir en gjennomsnittlig basisdensitet på 360 kg/m³.

Styrkesortert høvellast blir produsert i henhold til NS-EN 14081-1:2005+A1:2011. Mange av medlemmene til Treindustrien er tilsluttet Norsk Trelastkontroll som er en frivillig sammenslutning av leverandører av trelast til konstruktive formål. Dette pålegger kvalitetskontroll for å sikre at sortering av trelast er i henhold til NS-INSTA 142 og NS-EN 14081-4 blir gjennomført korrekt.

Produktspesifikasjon

Konstruksjonsvirke lages av både gran og furu. Gran i strykeklasse C24 er mest vanlig og basisdensitet for denne kvaliteten er brukt i beregningene.

Markedsområde:

Norge

Levetid:

Referanselevetid er den samme som for byggverket og som regel er den satt til 60 år.

Materialer	kg	%
Høvellast av gran	420	99,8
Plastemballasje	1	0,2
Totalt	421	100

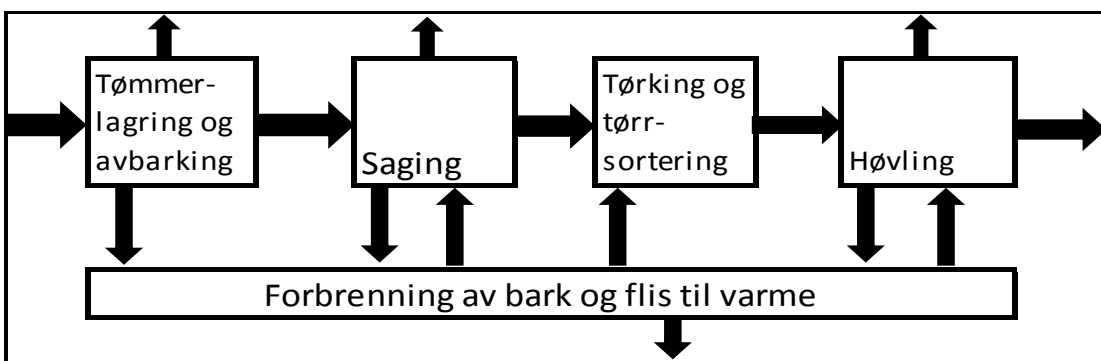
LCA: Beregningsregler

Deklarert enhet med opsjon:

1 m³ konstruksjonsvirke, produsert, installert og avfallshåndtert med en referanselevetid på 60 år.

Systemgrenser:

Flytskjema for produksjonen (A3) av konstruksjonsvirke er vist under, mens resten av modulene er vist på side 5. Modul D er beregnet med energisubstitusjon og er nærmere forklart under scenarioer.



Datakvalitet:

Data for produksjon av høvellast er hentet fra et representativt utvalg av medlemsbedrifter og beregnet til et vektet gjennomsnitt. Disse er representativt for 2013 og inkluderer volumbalanse, økonomisk allokering, transportavstander, energibruk og emballasje. Ellers er generiske data hentet fra Ecoinvent v2.2 (2010) og ELCD 3.0 (2013).

Cut-off kriterier:

Alle viktige råmaterialer og all viktig energibruk er inkludert. Produksjonsprosessen for råmaterialene og energistrømmer som inngår med veldig små mengder (<1%) er ikke inkludert. Disse cut-off kriteriene gjelder ikke for farlige materialer og stoffer.

Allokering:

Allokering er gjort i henhold til bestemmelser i NS-EN 15804:2012. I produksjonskjeden av trevirket er dette økonomisk allokering siden verdien av biprodukter som flis er relativt lav. Verdiene for allokering er hentet fra norsk sagbruk.

Beregning av biogent karboninnhold:

Opptak og utslipp av karbondioksid av biologisk opphav er beregnet basert EN16485:2014. Denne metodene er basert på modularitetsprinsippet i EN15804:2012, hvor utslipp skal telles med i den livsløpsmodulen hvor det faktisk skjer. Mengden karbondioksid er beregnet i henhold til NS-EN 16449:2014 med konstruksjonsvirke som har en fuktighet på 17% og en densitet på 420 kg/m³, så gir dette 660 kg CO₂ per m³.

LCA: Scenarier og annen teknisk informasjon

Følgende informasjonen beskriver scenariene for modulene i EPDen.

Transport av konstruksjonsvirke til byggeplass forgår i all hovedsak med bil og leveres enten direkte fra produsent eller via et byggevareutsalg. I visse tilfeller kan det også bli transportert på båt, men det er ikke regnet med her.

Transport fra produksjonssted til bruker (A4)

Type	Kapasitetsutnyttelse inkl. retur (%)	Kjøretøytype	Distanse km	Brennstoff/Energiforbruk	Verdi (l/t)
Bil	62,5	Lastebil, 16-32t	100	l/tkm	
Bil	75	Lastebil, >32t	100	l/tkm	

Det er antatt 5% svinn på byggeplass og at det brukes 1 MJ elektrisitet.

Byggefase (A5)

	Enhet	Verdi
Hjelpematerialer	kg	
Vannforbruk	m ³	
Elektrisitetsforbruk	MJ	1
Andre energikilder	MJ	
Materialtap	kg	21
Materialer fra avfallsbehandling	kg	
Støv i luften	kg	

Produktet krever ingen energi eller vannbruk i drift.

Drifts energi (B6) og vannbruk (B7)

	Enhet	Verdi
Vannforbruk	m ³	
Elektrisitetsforbruk	kWh	
Andre energikilder	MJ	
Utstyrets varmeeffekt	kW	

Transporten av treavfall er basert på gjennomsnittsavstand for 2007 i Norge og utgjør 85 km. Det er videre estimert at 46% av dette blir videre transportert til Sverige for behandling der. Det er estimert at 67% går på bil, 9% går på tog og 24% blir transportert på båt, mens transportavstandene er anslått.

Transport avfallsbehandling (C2)

Type	Kapasitetsutnyttelse inkl. retur (%)	Kjøretøytype	Distanse km	Brennstoff/Energiforbruk	Verdi (l/t)
Bil	50	Lastebil, 20-28t	85	0,05 l/tkm	
Bil	75	Lastebil, >32t	200	0,026 l/tkm	
Jernbane		Godstog	400	0,239 MJ/tkm	
Båt	71	Pram	800	0,011 l/tkm	

I et normalt scenario er det antatt at konstruksjonsvirke ikke trenger vedlikehold eller reparasjon. Under visse bruksformål kan dette være aktuelt og ved en vurdering basert på en EPD bør man vurdere dette med tanke på den tiltenkte bruken av konstruksjonsvirke.

Vedlikehold (B2)/Reparasjon (B3)

	Enhet	Verdi
Vedlikeholdsfrekvens*	År	
Hjelpematerialer	kg	
Andre ressurser	kg	
Vannforbruk	m ³	
Elektrisitetsforbruk	kWh	
Andre energikilder	MJ	
Materialtap	kg	

I et normalt scenario er det antatt at det ikke er behov for å skifte ut eller at det blir endringer på grunn av en renovering. I en vurdering bør man ta hensyn til om dette er aktuelt for den tiltenkte bruken.

Utskifting (B4)/Renovering (B5)

	Unit	Value
Utskiftingsfrekvens*	år	60
Elektrisitetsforbruk	kWh	
Utskifting av slitte deler		

* Tall eller referanselevetid

Gevinst etter endt levetid er basert på samlet eksportert energi fra energigjenvinning og dertil erstatning av annen energiproduksjon eller brensel. For andelen som gjenvinnes i Norge, så er dette substitusjon av norsk el-miks, fjernvarmemiks og ulike typer industrielt brensel. For andelen som eksporteres til Sverige er det brukt generiske tall fra ELCD 3.0.

Gevinst og belastninger etter endt levetid (D)

	Enhet	Verdi
Erstatning av biobrensel	kg	104
Erstatning av elektrisk energi	MJ	497
Erstatning av termisk energi	MJ	1752

Konstruksjonsvirke sorteres som rent eller blandet returtré på byggeplass. Scenarioet for videre behandling er basert på det norske avfallsregnskapet for treavfall i 2011. Det er antatt at forbrenning og deponi er de behandlingsmetodene som er aktuelle for konstruksjonsvirke.

Slutfase (C1, C3, C4)

	Enhet	Verdi
Farlig avfall	kg	
Blandet avfall	kg	420
Gjenbruk	kg	
Resirkulering	kg	
Energigjenvinning	kg	382,2
Forbrenning uten energigjenvinning	kg	29,4
Til deponi	kg	8,4

LCA: Resultater

Resultatene for global oppvarming i A1-A3 gir store utslag for opptaket av 660 kg karbondioksid under trevirkets vekst, tilsvarende høye utslipp blir det når samme mengde slippes ut i avfallsbehandlingen i C3 og C4.

Usikkerheten av resultatene har blitt estimert på å være cirka 10-20 % i relativt standardavvik for GWP, POCP, AP, EP og ADPE, mens ODP ligger på cirka 25 % og ADPM på cirka 40 %. Den høye usikkerheten til ODP og ADPM skyldes høy usikkerhet av databasetall. Forskjellen mellom ulike produksjonsenheter er ikke funnet til å ha store effekter på usikkerheten til resultatene.

Systemgrenser (X = inkludert, MID = modul ikke deklart, MIR = modul ikke relevant)

Produktfase			Konstruksjon installasjon fase		Bruksfase							Slutfase				Etter endt levetid
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjon installasjon fase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftninger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruk-gjenvinning-resirkulering-potensiale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	MND	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Miljøpåvirkning

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	B2	B1	B3	B4	B5
GWP	kg CO ₂ -ekv	-6,07E+02	1,14E+01	4,01E+00	0,00E+00	MNA	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ODP	kg CFC11-ekv	6,60E-06	1,83E-06	5,41E-07	0,00E+00	MNA	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
POCP	kg C ₂ H ₄ -ekv	2,65E-02	1,43E-03	1,68E-03	0,00E+00	MNA	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
AP	kg SO ₂ -ekv	4,10E-01	4,42E-02	3,05E-02	0,00E+00	MNA	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EP	kg PO ₄ ³⁻ -ekv	8,99E-02	9,03E-03	6,88E-03	0,00E+00	MNA	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ADPM	kg Sb-ekv	1,13E-04	3,25E-05	8,84E-06	0,00E+00	MNA	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ADPE	MJ	7,82E+02	1,70E+02	5,70E+01	0,00E+00	MNA	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Miljøpåvirkning

Parameter	Unit	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP	kg CO ₂ -ekv	0,00E+00	0,00E+00	1,17E-02	1,16E+01	6,07E+02	6,03E+01	-1,65E+02
ODP	kg CFC11-ekv	0,00E+00	0,00E+00	1,04E-09	1,77E-06	5,69E-07	6,21E-08	-1,51E-05
POCP	kg C ₂ H ₄ -ekv	0,00E+00	0,00E+00	1,39E-06	1,99E-03	3,78E-03	3,89E-04	-4,65E-02
AP	kg SO ₂ -ekv	0,00E+00	0,00E+00	2,72E-05	6,28E-02	9,48E-02	6,88E-03	-9,28E-01
EP	kg PO ₄ ³⁻ -ekv	0,00E+00	0,00E+00	5,66E-06	1,35E-02	2,39E-02	1,88E-03	-5,01E-02
ADPM	kg Sb-ekv	0,00E+00	0,00E+00	3,55E-08	2,52E-05	5,12E-06	4,64E-07	-2,95E-05
ADPE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	1,56E-01	1,70E+02	7,97E+01	6,77E+00	-2,35E+02

GWP Globalt oppvarmingspotensial; **ODP** Potensial for nedbryting av stratosfærisk ozon; **POCP** Potensial for fotokjemisk oksidantdannning; **AP** Forsurningspotensial for kilder på land og vann; **EP** Overgjødslingspotensial; **ADPM** Abiotisk uttømmingspotensial for ikke-fossile ressurser; **ADPE** Abiotisk uttømmingspotensial for fossile ressurser

Ressursbruk

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5
FPEE	MJ	2,93E+03	2,41E+00	4,63E+02	MNA	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
FPEM	MJ	6,84E+03	0,00E+00	6,84E+00	MNA	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
TFE	MJ	9,77E+03	2,41E+00	4,70E+02	MNA	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
IFPE	MJ	9,02E+02	1,79E+02	6,38E+01	MNA	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
IFPM	MJ	INA	INA	INA	INA	INA	INA	INA	INA
TIFE	MJ	9,02E+02	1,79E+02	6,38E+01	MNA	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
SM	kg	INA	INA	INA	INA	INA	INA	INA	INA
FSB	MJ	INA	INA	INA	INA	INA	INA	INA	INA
IFSB	MJ	INA	INA	INA	INA	INA	INA	INA	INA
V	m ³	3,23E+02	1,41E+01	1,86E+01	MNA	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Ressursbruk

Parameter	Unit	B6	B7	C1	C2	C3	C4		D
FPEE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	1,04E+00	2,48E+00	5,86E+03	4,51E+02		-2,85E+03
FPEM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	INA	INA	-6,22E+03	-4,79E+02		INA
TFE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	1,04E+00	2,48E+00	-3,65E+02	-2,81E+01		-2,85E+03
IFPE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	2,04E-01	1,79E+02	8,43E+01	6,97E+00		-2,25E+03
IFPM	MJ	INA	INA	INA	INA	INA	INA		INA
TIFE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	2,04E-01	1,79E+02	8,43E+01	6,97E+00		-2,25E+03
SM	kg	INA	INA	INA	INA	INA	INA		INA
FSB	MJ	INA	INA	INA	INA	INA	INA		INA
IFSB	MJ	INA	INA	INA	INA	INA	INA		INA
V	m ³	0,00E+00	0,00E+00	3,70E-01	1,44E+01	1,52E+01	7,60E-01		-2,51E+02

FPEE Fornybar primærenergi brukt som energibærer; **FPEM** Fornybar primærenergi brukt som råmateriale; **TFE** Total bruk av fornybar primærenergi; **IFPE** Ikke fornybar primærenergi brukt som energibærer; **IFPM** Ikke fornybar primærenergi brukt som råmateriale; **TIFE** Total bruk av ikke fornybar primærenergi; **SM** Bruk av sekundære materialer; **FSB** Bruk av fornybart sekundære brensel; **IFSB** Bruk av ikke fornybart sekundære brensel; **V** Netto bruk av ferskvann

Livsløpets slutt - Avfall

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5
FA	kg	4,50E-02	4,52E-03	9,66E-02	MNA	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
IFA	kg	1,19E+01	1,28E+00	1,35E+00	MNA	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
RA	kg	1,86E-03	1,47E-04	1,17E-04	MNA	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Livsløpets slutt - Avfall

Parameter	Unit	B6	B7	C1	C2	C3	C4		D
FA	kg	0,00E+00	0,00E+00	6,00E-06	3,61E-03	1,76E+00	1,23E-01		-3,74E-02
IFA	kg	0,00E+00	0,00E+00	9,81E-03	1,20E+00	3,90E+00	8,69E+00		-6,69E+00
RA	kg	0,00E+00	0,00E+00	9,40E-07	1,60E-04	1,86E-04	7,18E-06		-8,32E-04

FA Avhendet farlig avfall; **IFA** Avhendet ikke-farlig avfall; **RA** Avhendet radioaktivt avfall

Livsløpets slutt - Utgangsfaktorer

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5
KG	kg	INA	INA	INA	MNA	INA	INA	INA	INA
MR	kg	INA	INA	INA	MNA	INA	INA	INA	INA
MEG	kg	INA	INA	4,97E+00	MNA	INA	INA	INA	INA
EEE	MJ	INA	INA	2,44E+01	MNA	INA	INA	INA	INA
ETE	MJ	INA	INA	8,34E+01	MNA	INA	INA	INA	INA

Livsløpets slutt - Utgangsfaktorer

Parameter	Unit	B6	B7	C1	C2	C3	C4		D
KG	kg	INA	INA	INA	INA	INA	INA		INA
MR	kg	INA	INA	INA	INA	INA	INA		INA
MEG	kg	INA	INA	INA	INA	9,94E+01	INA		-1,04E+02
EEE	MJ	INA	INA	INA	INA	4,73E+02	INA		-4,97E+02
ETE	MJ	INA	INA	INA	INA	1,67E+03	INA		-1,75E+03

INA = Indikator er ikke inkludert i vurderingen

MNA = Modul er ikke inkludert i vurderingen

KG Komponenter for gjenbruk; **MR** Materialer for resikulering; **MEG** Materialer for energigjenvinning; **EEE** Eksportert elektrisk energi; **ETE** Eksportert termisk energi

Lese eksempel: $9,0 \text{ E-03} = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

Norske tilleggskrav

Elektrisitet

Norsk konsummiks på medium spenning er brukt på produksjonsstedet og er beregnet basert på gjennomsnitt for 2008-2010, samt tilpasset for å være lik utslippsfaktorene publisert av EPD-Norge.

Klimagassutslipp: 0,012 kg CO₂ - ekv/MJ

Farlige stoffer

Produktet er ikke tilført stoffer fra REACH kandidatliste (pr 16.10.2014) eller stoffer på den norske Prioritetslisten (pr 11.11.2013) og stoffer som fører til at produktet blir klassifisert som farlig avfall. Det kjemiske innholdet i produktet er i samsvar med den norske produktforskriften.

Transport

Transport fra produksjonssted til sentrallager i Norge er: 50 km

Scenarioet om transport fra produksjonssted til sentrallager er ikke realistisk, men er beregnet siden det er et krav fra EPD-Norge.

Inneklima


Ikke testet. Ubehandlet trevirke er normalt ansett som trygt å bruke for inneklima

Klimadeklarasjon

Det er ikke utarbeidet klimadeklarasjon for produktet.

Bibliografi

NS-EN ISO 14025:2006	<i>Miljømerker og deklarasjoner - Miljødeklarasjoner type III - Prinsipper og prosedyrer.</i>
NS-EN ISO 14044:2006	<i>Miljøstyring - Livsløpsvurderinger - Krav og retningslinjer</i>
NS-EN 15804:2012	<i>Bærekraftig byggverk - Miljødeklarasjoner - Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer</i>
ISO 21930:2007	<i>Sustainability in building construction - Environmental declaration of building products</i>
Tellnes, L.G.F.	<i>LCA-report for Norwegian Wood Industries Association. Report nr. 380034-1 from Norwegian Institute of Wood technology, Oslo, Norway.</i>
NPCR015 rev1 08/2013	<i>Product category rules for wood and wood-based materials for use in construction</i>
Ecoinvent v2.2	<i>Swiss Centre of Life Cycle Inventories. www.ecoinvent.ch</i>
ELCD 3.0	<i>European reference Life-Cycle Database. Http://eplca.jrc.ec.europa.eu/</i>
NS-EN 16449:2014	<i>Tre og trebaserte produkter - Beregning av biogent karboninnhold i tre og omdanning til karbondioksid</i>
NS-EN 16485:2014	<i>Tømmer og skurlast - Miljødeklarasjoner - Produktkategoriregler for tre og trebaserte produkter til bruk i byggverk</i>
NS-EN 14081-1:2005	<i>Trekonstruksjoner - Strykessortert konstruksjonstrevirke med rektangulært tverrsnitt - Del 1: Generelle krav</i>

 epd-norge.no The Norwegian EPD Foundation	Program operatør og utgiver Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner Postboks 5250 Majorstuen, 0303 Oslo Norge	Tlf: +47 23 08 82 92 e-post: post@epd-norge.no web: www.epd-norge.no
Treindustrien 	Eier av deklarasjonen Treindustrien Postboks 5487 Majorstuen, N-0305 Oslo Norge	Tlf: +47 976 02 543 Fax: - e-post: trelast@trelast.no web: www.treindustrien.no
Treteknisk 	Forfatter av Livsløpsrapporten Lars G. F. Tellnes Postboks 113 Blindern, 0314 Oslo Norge	Tlf: +47 98 85 33 33 Fax: - e-post: firmapost@treteknisk.no web: www.treteknisk.no

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

ISO 14025 ISO 21930 EN 15804



Owner of the declaration	Norwegian Steel Association
Publisher	The Norwegian EPD Foundation
Declaration number	00253E-01
Issue date	2018-01-01
Valid to	2021-12-31

GENERIC EPD Cold formed welded structural hollow sections

Steel component to be used as construction material

Norwegian Steel Association
Owner of the declaration



General information

Steel component to be used as construction material

Cold formed welded structural hollow sections
(Type 3.1)

Program holder

The Norwegian EPD Foundation
Post Box 5250 Majorstuen, 0303 Oslo
Phone: +47 23 08 80 00
e-mail: post@epd-norge.no

Declaration number:

0000000000

This declaration is based on Product Category Rules:

CEN Standard EN 15804 serve as core PCR
NPCR 013-Revision 1 (08 2013) on steel as a construction material

Declared unit:

Per kg of steel

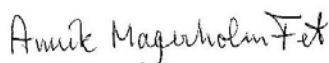
Declared unit with option:

Functional unit:

Per kg steel components with an expected service life of 100 years

The EPD has been worked out by:

Annik Magerholm Fet




Verification:

Independent verification of data, other environmental information and EPD has been carried out in accordance with ISO14025, 8.1.3 and 8.1.4

externally internally



Christopher Skaar, PhD

(Independent verifier approved by EPD Norway)

Owner of the declaration

Norwegian Steel Association
Contact person: Kjetil Myhre
Phone: +47 410 21 598
e-mail: post@stalforbundet.com

Manufacturer

Norwegian steel distributors: Leif Hübert Stål AS, Stene Stål Produkter AS, Norsk Stål AS, EA Smith AS and Ruukki Norge AS

Place of production:

Steel components are manufactured in Europe and imported to Norway

Management system:

Norwegian Steel Association has no certified environmental management system, the other companies behind this declaration have different types of certified management systems

Org. No:

892 021 872

Issue date

01.01.2013

Valid to

31.12.2014

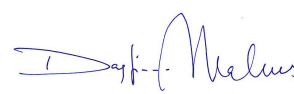
Comparability:

EPD of construction products may not be comparable if they do not comply with EN 15804 and are seen in a building context.

Year of study:

2013-14

Approved



(Manager of EPD-Norway)

Declared unit:

Per kg of steel

Key environmental indicators	Unit	Cradle to gate A1	Transport A2	Module D
Global warming	kg CO ₂ -eqv	2,29E+00	7,58E-02	-1,49
Energy use	MJ	2,40E+01	1,09E+00	-15,56
Dangerous substances	*	-	-	-
Recycled material in**	%	13	-	-
Recycled material out ***	%	-	-	86

* The product contains no substances from the REACH Candidate list or the Norwegian priority list

** The fraction of recycled steel from the mill is 13%

The recovery rate of steel is 99% including recovered and reused products

*** Net new recycled material output presented in Module D.

Product

Product description:

Cold formed welded structural hollow sections used in construction works.

Technical data:

Dimensions: Square HS: 25x2-300x12,5. Rectangular HS: 50x25x2-400x200x12,5 and Circular HS: 21,3x2 - 711x12,5. Steel grade ≤ S355. EN 10219 is applied.

Product specification

Cold formed welded structural hollow sections are made by European manufacturers.

Market:

Norway

Reference service life:

100 years

Materials	kg	%
steel	1	100

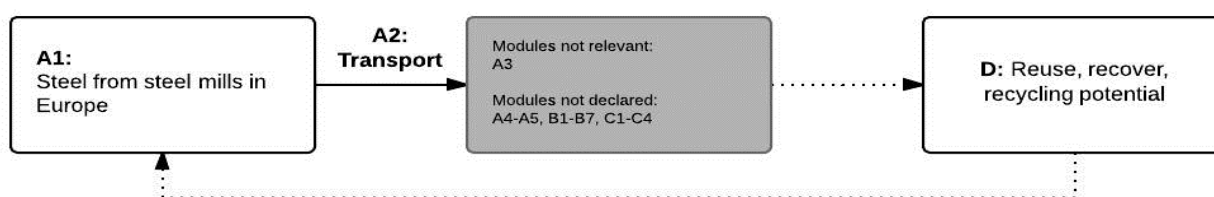
LCA: Calculation rules

Functional unit:

Per kg steel components with an expected service life of 100 years

System boundary:

Cradle to gate (A1-A3) and end-of-life recycling (D)



Data quality:

General requirements and guidelines concerning use of generic and specific data and the quality of those are as described in EN 15804: 2012, clause 6.3.6 and 6.3.7. The data is representative according to temporal, geographical and technological requirements.

Temporal: Data for use in modules A1-A2 has been collected throughout 2013. Generic data has been created or updated within the last 10 years.

Geographical: The geographic region of the production sites included in the calculation is Europe.

Technological: Data represents technology in use.

Cut-off criteria:

All major raw materials and all the essential energy is included. The production process for raw materials and energy flows that are included with very small amounts (<1%) are not included. This cut-off rule does not apply for hazardous materials and substances.

Allocation:

No allocation necessary in this study.

LCA: Scenarios and additional technical information

Additional modules to the cradle to gate system are not declared. Therefore, no additional information is reported.

Benefits and loads beyond the system boundaries (D)

	Unit	Value
GWP	kg CO ₂ -eqv	-1,49E+00
ODP	kg CFC11-eqv	-6,86E-09
AP	kg SO ₂ -eqv	-2,74E-03
EP	kg PO ₄ ⁻³ -eqv	-4,69E-07
POCP	kg NMVOC	-2,74E-03
ADPM	kg Sb -eqv	-3,55E-08
ADPE	MJ	-1,52E+01

Module D is calculated as a scenario in which the net new steel scrap received in Module D is given an environmental burden. This burden is subtracted from this system as a credit, representing the environmental benefit from recycling the steel structure at its end of life. Including Module D will therefore show the total environmental performance of the product for the whole life cycle.

LCA: Results

The impacts generated due to the life cycle stages described in the system boundaries below are calculated using the GaBi 6 Professional LCA-software. The impact assessment methodology used is ReCiPe. Exceptions are for the ADP-elements and ADP-fossil categories, which according to NPCR 013 are to be derived from the CML 2001 impact assessment methodology.

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

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

* Raw material in A1 corresponds to A1-A3 at the European steel mill, and is used as a raw material input for Norwegian steel construction manufacturers.

Environmental impact

Parameter	Unit	A1	A2						D
GWP	kg CO2-eqv	2,29E+00	7,58E-02	-	-	-	-	-	-1,49E+00
ODP	kg CFC11-eqv	1,06E-08	1,29E-12	-	-	-	-	-	-6,86E-09
AP	kg SO2-eqv	4,23E-03	1,38E-04	-	-	-	-	-	-2,74E-03
EP	kg PO4-3-eqv	7,24E-07	7,59E-08	-	-	-	-	-	-4,69E-07
POCP	kg NMVOC	4,22E-03	1,78E-04	-	-	-	-	-	-2,74E-03
ADPM	kg Sb -eqv	5,47E-08	2,79E-09	-	-	-	-	-	-3,55E-08
ADPE	MJ	2,35E+01	1,05E+00	-	-	-	-	-	-1,52E+01

GWP Global warming potential; **ODP** Depletion potential of the stratospheric ozone layer; **POCP** Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; **AP** Acidification potential of land and water; **EP** Eutrophication potential; **ADPM** Abiotic depletion potential for non fossil resources; **ADPE** Abiotic depletion potential for fossil resources

Resource use

Parameter	Unit	A1	A2						D
RPEE	MJ	4,62E-01	3,89E-02	-	-	-	-	-	-3,00E-01
RPEM	MJ	1,90E-05	1,31E-14	-	-	-	-	-	-1,28E-05
TPE	MJ	4,62E-01	3,89E-02	-	-	-	-	-	-3,00E-01
NRPE	MJ	-	-	-	-	-	-	-	-
NRPM	MJ	-	-	-	-	-	-	-	-
TRPE	MJ	2,35E+01	1,05E+00	-	-	-	-	-	-1,53E+01
SM	kg	-	-	-	-	-	-	-	-
RSF	MJ	-	-	-	-	-	-	-	-
NRSF	MJ	-	-	-	-	-	-	-	-
W	m ³	1,78E-01	4,03E-03	-	-	-	-	-	-1,16E+02

RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier; **RPEM** Renewable primary energy resources used as raw materials; **TPE** Total use of renewable primary energy resources; **NRPE** Non renewable primary energy resources used as energy carrier; **NRPM** Non renewable primary energy resources used as materials; **TRPE** Total use of non renewable primary energy resources; **SM** Use of secondary materials; **RSF** Use of renewable secondary fuels; **NRSF** Use of non renewable secondary fuels; **W** Use of net fresh water

End of life - Waste

Parameter	Unit	A1	A2						D
HW	kg	-	-	-	-	-	-	-	-
NHW	kg	-	-	-	-	-	-	-	-
RW	kg	-	-	-	-	-	-	-	-

HW Hazardous waste disposed; **NHW** Non hazardous waste disposed; **RW** Radioactive waste disposed

End of life - Output flow

Parameter	Unit	A1	A2						D*
CR	kg	-	-	-	-	-	-	-	0,06
MR	kg	-	-	-	-	-	-	-	0,93
MER	kg	-	-	-	-	-	-	-	-
EEE	MJ	-	-	-	-	-	-	-	-
ETE	MJ	-	-	-	-	-	-	-	-

* Approximately six percent is reused. This percentage together with the percentage for recycling constitutes the Recovery Rate which is a basis for calculating recycling.

CR Components for reuse; **MR** Materials for recycling; **MER** Materials for energy recovery; **EEE** Exported electric energy; **ETE** Exported thermal energy

Reading example: 9,0 E-03 = $9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

Additional Norwegian requirements

Electricity

Not relevant in this EPD as there is no manufacturing in module A3.

Dangerous substances

* No additional substances are added in Norway.

None of the following substances have been added to the product: Substances on the REACH Candidate list of substances of very high concern or substances on the Norwegian Priority list (of 01.01.2013) or substances that lead to the product being classified as hazardous waste. The chemical content of the product complies with regulatory levels as given in the Norwegian Product Regulations.

Transport

Average transport distance from European production site to central warehouse in Norway is 1195 kilometers.

Indoor environment




Not relevant in this EPD.

Carbon footprint

Carbon footprint has not been worked out for the product.

Bibliography

ISO 14025:2006	<i>Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures</i>
ISO 14044:2006	Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines
EN 15804:2012	<i>Sustainability of construction works - Environmental product declaration - Core rules for the product category of construction products</i>
ISO 21930:2007	<i>Sustainability in building construction - Environmental declaration of building products</i>
LCA-report Norsk Stålförbundet	Life Cycle Assessment Report, Norsk Stålförbundet, Global & Local report 1-2014
NPCR 013-2013	Product Category Rules Steel as Construction Material
Steel and metal distributors	<p>Leif Hübert Stål AS www.hubert.no</p> <p>Stene Stål Produkter AS www.stenestål.no</p> <p>Norsk Stål AS www.norskstaal.no</p> <p>EA Smith AS www.smith.no</p> <p>Ruukki Norge AS www.ruukki.no</p>

 epd-norge.no The Norwegian EPD Foundation	Program holder and publisher The Norwegian EPD Foundation Post Box 5250 Majorstuen, 0303 Oslo Norway	Phone: +47 23 08 80 00 e-mail: post@epd-norge.no web: www.epd-norge.no
 Norsk Stålförbundet Norwegian Steel Association	Owner of the declaration Norwegian Steel Association Karl Johans gate 8, 0154 Oslo	Phone: +47 41021598 Fax: - e-mail: post@stalforbund.com web: www.stalforbund.com
 GLOBAL & LOCAL environmental management	Author of the Life Cycle Assessment Annik Magerholm Fet P.Box 9103, Vegsund 6020 Ålesund	Phone: +47 92296890 e-mail: annik.fet@global-local.no web: www.global-local.no

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

ISO 14025 ISO 21930 EN 15804

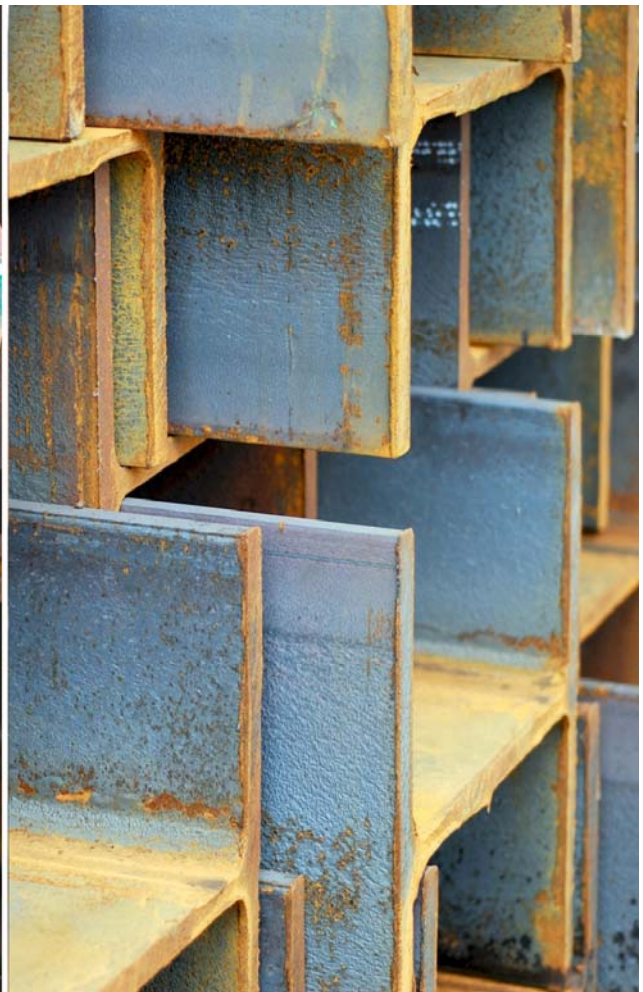


Owner of the declaration	Norwegian Steel Association
Publisher	The Norwegian EPD Foundation
Declaration number	ÞÓÚÖÆÆÐ GÒ
Issue date	€H€ DEF1
Valid to	€H€ DEFJ

GENERIC EPD I, H, U, L, T and wide flats hot-rolled sections (Type 2.1)

Steel component to be used as construction material

Norwegian Steel Association
Owner of the declaration



General information

Steel component to be used as construction material

I, H, U, L, T and wide flats hot-rolled sections (Type 2.1)

Program holder

The Norwegian EPD Foundation
 Post Box 5250 Majorstuen, 0303 Oslo
 Phone: +47 23 08 80 00
 e-mail: post@epd-norge.no

Declaration number:

POUOÆEG GO

This declaration is based on Product Category Rules:

CEN Standard EN 15804 serve as core PCR
 NPCR 013-Revision 1 (08 2013) on steel as a construction material

Declared unit:

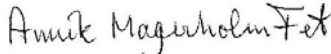
Per kg of steel

Declared unit with option:

Functional unit:

Per kg steel components with an expected service life of 100 years

The EPD has been worked out by:

Annik Magerholm Fet 



Verification:

Independent verification of data, other environmental information and EPD has been carried out in accordance with ISO14025, 8.1.3 and 8.1.4

externally internally



Christofer Skaar, PhD

(Independent verifier approved by EPD Norway)

Owner of the declaration

Norwegian Steel Association
 Contact person: Kjetil Myhre
 Phone: +47 410 21 598
 e-mail: post@stalforbundet.com

Manufacturer

Norwegian steel distributors: Leif Hübert Stål AS, Stene Stål Produkter AS, Norsk Stål AS, EA Smith AS and Ruukki Norge AS

Place of production:

Steel components are manufactured in Europe and imported to Norway

Management system:

Norwegian Steel Association has no certified environmental management system, the other companies behind this declaration have different types of certified management systems

Org. No:

892 021 872

Issue date

~~EN 08~~

Valid to

~~EN 08~~

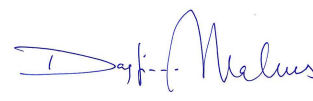
Comparability:

EPD of construction products may not be comparable if they do not comply with EN 15804 and are seen in a building context.

Year of study:

2013-14

Approved



(Manager of EPD-Norway)

Declared unit:

Per kg of steel

Key environmental indicators	Unit	Cradle to gate A1	Transport A2	Module D
Global warming	kg CO ₂ -eqv	1,16E+00	7,58E-02	-0,23
Energy use	MJ	1,48E+01	1,09E+00	-2,84
Dangerous substances	*	-	-	-
Recycled material in**	%	85	-	-
Recycled material out ***	%	-	-	14

* The product contains no substances from the REACH Candidate list or the Norwegian priority list

** The fraction of recycled steel from the mill is 85%

The recovery rate of steel is 99% including recovered and reused products

*** Net new recycled material output presented in Module D.

Product

Product description:

I, H, U, L, T and wide flats are hot-rolled sections used in construction works.

Technical data:

Dimensions: IPE 80-600, HEA/B/M 100-600, UNP/UPE 80-400, L 40-200, L 65x50 -200x150, T 30-140 and wide steels:160-500, t=5-40. Steel grade ≤ S355. EN 10025 is applied.

Product specification

I, H, U, L, T and wide flats sections are made by European manufacturers

Market:

Norway

Reference service life:

100 years

Materials	kg	%
steel	1	100

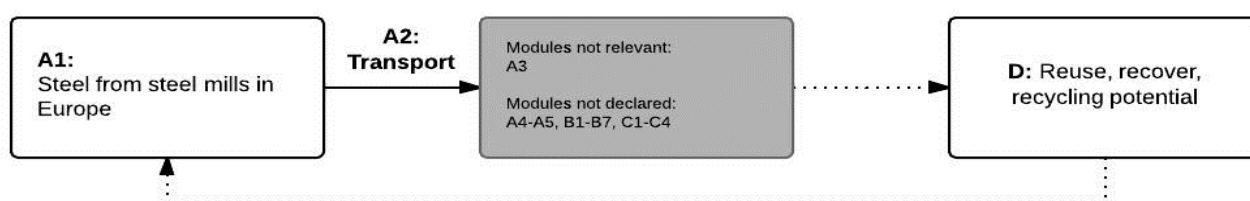
LCA: Calculation rules

Functional unit:

Per kg steel components with an expected service life of 100 years

System boundary:

Cradle to gate (A1-A3) and end-of-life recycling (D)



Data quality:

General requirements and guidelines concerning use of generic and specific data and the quality of those are as described in EN 15804: 2012, clause 6.3.6 and 6.3.7. The data is representative according to temporal, geographical and technological requirements.

Temporal: Data for use in modules A1-A2 has been collected throughout 2013. Generic data has been created or updated within the last 10 years.

Geographical: The geographic region of the production sites included in the calculation is Europe.

Technological: Data represents technology in use.

Cut-off criteria:

All major raw materials and all the essential energy is included. The production process for raw materials and energy flows that are included with very small amounts (<1%) are not included. This cut-off rule does not apply for hazardous materials and substances.

Allocation:

No allocation necessary in this study.

LCA: Scenarios and additional technical information

Benefits and loads beyond the system boundaries (D)

	Unit	Value
GWP	kg CO ₂ -eqv	-2,26E-01
ODP	kg CFC11-eqv	-4,55E-07
AP	kg SO ₂ -eqv	-5,40E-04
EP	kg PO ₄ ⁻³ -eqv	-5,10E-08
POCP	kg NMVOC	-5,30E-04
ADPM	kg Sb -eqv	-1,28E-05
ADPE	MJ	-2,80E+00

Module D is calculated as a scenario in which the net new steel scrap received in Module D is given an environmental burden. This burden is subtracted from this system as a credit, representing the environmental benefit from recycling the steel structure at its end of life. Including Module D will therefore show the total environmental performance of the product for the whole life cycle.

LCA: Results

The impacts generated due to the life cycle stages described in the system boundaries below are calculated using the GaBi 6 Professional LCA-software. The impact assessment methodology used is ReCiPe. Exceptions are for the ADP-elements and ADP-fossil categories, which according to NPCR 013 are to be derived from the CML 2001 impact assessment methodology.

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

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

* Raw material in A1 corresponds to A1-A3 at the European steel mill, and is used as a raw material input for Norwegian steel construction manufacturers.

Parameter	Unit	A1	A2							D
GWP	kg CO ₂ -eqv	1,16E+00	7,58E-02	-	-	-	-	-	-	-2,26E-01
ODP	kg CFC11-eqv	4,95E-08	1,29E-12	-	-	-	-	-	-	-4,55E-07
AP	kg SO ₂ -eqv	2,83E-03	1,38E-04	-	-	-	-	-	-	-5,40E-04
EP	kg PO ₄ -3-eqv	2,65E-07	7,59E-08	-	-	-	-	-	-	-5,10E-08
POCP	kg NMVOC	2,76E-03	1,78E-04	-	-	-	-	-	-	-5,30E-04
ADPM	kg Sb -eqv	-7,00E-06	2,79E-09	-	-	-	-	-	-	-1,28E-05
ADPE	MJ	1,24E+01	1,05E+00	-	-	-	-	-	-	-2,80E+00

GWP Global warming potential; **ODP** Depletion potential of the stratospheric ozone layer; **POCP** Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; **AP** Acidification potential of land and water; **EP** Eutrophication potential; **ADPM** Abiotic depletion potential for non fossil resources; **ADPE** Abiotic depletion potential for fossil resources

Resource use

Parameter	Unit	A1	A2							D
RPEE	MJ	6,11E-01	3,89E-02	-	-	-	-	-	-	-1,24E-01
RPEM	MJ	7,13E-05	1,31E-14	-	-	-	-	-	-	-2,42E-05
TPE	MJ	6,11E-01	3,89E-02	-	-	-	-	-	-	-1,24E-01
NRPE	MJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NRPM	MJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TRPE	MJ	1,42E+01	1,05E+00	-	-	-	-	-	-	-2,71E+00
SM	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RSF	MJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NRSF	MJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W	m ³	1,33E-03	4,03E-03	-	-	-	-	-	-	6,50E+01

RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier; **RPEM** Renewable primary energy resources used as raw materials; **TPE** Total use of renewable primary energy resources; **NRPE** Non renewable primary energy resources used as energy carrier; **NRPM** Non renewable primary energy resources used as materials; **TRPE** Total use of non renewable primary energy resources; **SM** Use of secondary materials; **RSF** Use of renewable secondary fuels; **NRSF** Use of non renewable secondary fuels; **W** Use of net fresh water

End of life - Waste

Parameter	Unit	A1	A2						D
HW	kg	-	-	-	-	-	-	-	-
NHW	kg	-	-	-	-	-	-	-	-
RW	kg	-	-	-	-	-	-	-	-

HW Hazardous waste disposed; **NHW** Non hazardous waste disposed; **RW** Radioactive waste disposed

End of life - Output flow

Parameter	Unit	A1	A2						D*
CR	kg	-	-	-	-	-	-	-	0,06
MR	kg	-	-	-	-	-	-	-	0,93
MER	kg	-	-	-	-	-	-	-	-
EEE	MJ	-	-	-	-	-	-	-	-
ETE	MJ	-	-	-	-	-	-	-	-

* Approximately six percent is reused. This percentage together with the percentage for recycling constitutes the Recovery Rate which is a basis for calculating recycling.

CR Components for reuse; **MR** Materials for recycling; **MER** Materials for energy recovery; **EEE** Exported electric energy; **ETE** Exported thermal energy

Reading example: 9,0 E-03 = $9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

Additional Norwegian requirements

Electricity

Not relevant in this EPD as there is no manufacturing in module A3.

Dangerous substances

* No additional substances are added in Norway.

None of the following substances have been added to the product: Substances on the REACH Candidate list of substances of very high concern or substances on the Norwegian Priority list (of 01.01.2013) or substances that lead to the product being classified as hazardous waste. The chemical content of the product complies with regulatory levels as given in the Norwegian Product Regulations.

Transport

Average transport distance from European production site to central warehouse in Norway is 1195 kilometers.

Indoor environment




Not relevant in this EPD.

Carbon footprint

Carbon footprint has not been worked out for the product.

Bibliography

ISO 14025:2006	<i>Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures</i>
ISO 14044:2006	Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines
EN 15804:2012	<i>Sustainability of construction works - Environmental product declaration - Core rules for the product category of construction products</i>
ISO 21930:2007	<i>Sustainability in building construction - Environmental declaration of building products</i>
LCA-report Norsk Stålförbundet	Life Cycle Assessment Report, Norsk Stålförbundet, Global & Local report 1-2014
NPCR 013-2013	Product Category Rules Steel as Construction Material
Steel and metal distributors	Leif Hübert Stål AS www.hubert.no
	Stene Stål Produkter AS www.stenestall.no
	Norsk Stål AS www.norskstall.no
	EA Smith AS www.smith.no
	Ruukki Norge AS www.ruukki.no

	epd-norge.no The Norwegian EPD Foundation	Program holder and publisher The Norwegian EPD Foundation Post Box 5250 Majorstuen, 0303 Oslo Norway	Phone: +47 23 08 80 00 e-mail: post@epd-norge.no web: www.epd-norge.no
	Norsk Stålförbundet Norwegian Steel Association	Owner of the declaration Norwegian Steel Association Karl Johans gate 8, 0154 Oslo	Phone: +47 41021598 Fax - e-mail: post@stalforbund.com web: www.stalforbund.com
	GLOBAL & LOCAL environmental management	Author of the Life Cycle Assessment Annik Magerholm Fet P.Box 9103, Vegsund 6020 Ålesund	Phone: +47 92296890 e-mail: annik.fet@global-local.no web: www.global-local.no



Svensk Betong

Underlag för EPD för fabriksbetong och prefab enligt EN 15804

INFORMATION

Datum: 2019-04-24

Produkt: C30/37 VCT 0,53 Lane Ryr

Övrig information:

Deklarerad enhet:

1 m³

Denna beräkning av miljöpåverkan är utförd enligt EN 15804, en europeisk standard som styr vilka påverkansfaktorer som ska deklarerats i en EPD för byggprodukter och hur de ska beräknas. I beräkningen ingår alla obligatoriska delar enligt EN 15804 (A1-A3) och som omfattar påverkan från råvaruutvinning och fram till leverans på byggsplats. De data som redovisas i en EPD kan användas som indata i en beräkning av en byggnads miljöprestanda som utförs enligt EN 15978.

Vid bedömning av en hel byggnads miljöprestanda bör man utöver data från EPD'n ta hänsyn till byggnadens livslängd. Betong är ett material med lång livslängd, mer än 100 år, det är en viktig egenskap och byggnadens påverkan bör därför bedömas per driftsår om jämförelser ska göras. Underhållsbehovet under hela livscykeln ska också beaktas liksom påverkan från användning, rivning och återvinning. En av betongens unika egenskaper är värmelagringsförmågan som ger förutsättningar för låg energiförbrukning och effektuttag under byggnadens driftstid. Förutom den miljöpåverkan, som beräknas i en LCA, finns dessutom flera andra hållbarhetsaspekter som måste beaktas, tex ingående farliga kemikalier, brandsäkerhet, fuktsäkerhet och ljudisolering.

Miljöpåverkan		Produktion			Konstruktion		Demontering och återvinning				
Påverkanskategorier	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	A1-A3
Klimatpåverkan (GWP 100 år)	kg CO2-ekv.	289,07	9,384	0,876	-	-	-	-	-	-	299,33
Ozonedbrytning (ODP)	kg R11-ekv.	1,27E-06	8,04E-07	3,60E-07	-	-	-	-	-	-	2,44E-06
Försurning (AP)	kg SO2-ekv.	2,93E-01	3,77E-02	3,21E-03	-	-	-	-	-	-	3,34E-01
Övergödning (EP)	kg PO4-ekv.	7,39E-02	6,72E-03	1,46E-03	-	-	-	-	-	-	8,21E-02
Marknära ozonbildning (POCP)	kg C2H4-ekv.	4,15E-02	5,33E-04	1,17E-04	-	-	-	-	-	-	4,22E-02
Resursutarmning material (ADP)	kg Sb ekv.	6,53E-04	2,05E-07	2,10E-07	-	-	-	-	-	-	6,54E-04
Resursutarmning energi (ADP-fossila bränslen)	MJ	9,14E+02	1,49E+02	2,84E+00	-	-	-	-	-	-	1,07E+03

Resursanvändning

Resurs	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	A1-A3
Förnybar primäre energi använd som energi	MJ, eff. värmevärde	2,00E+02	8,58E-01	5,63E+01	-	-	-	-	-	-	2,58E+02
Förnybar primäre energi använd produkten	MJ, eff. värmevärde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00E+00
Total förnybar primäre energi	MJ, eff. värmevärde	2,00E+02	8,58E-01	5,63E+01	-	-	-	-	-	-	2,58E+02
Icke-förnybar primäre energi använd som energi	MJ, eff. värmevärde	1,22E+03	1,50E+02	4,81E+01	-	-	-	-	-	-	1,42E+03
Icke-förnybar primäre energi använd i produkten	MJ, eff. värmevärde	1,11E+01	-	-	-	-	-	-	-	-	1,11E+01
Total icke-förnybar primäre energi	MJ, eff. värmevärde	1,23E+03	1,50E+02	4,81E+01	-	-	-	-	-	-	1,43E+03
Sekundära material	kg	2,41E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	2,41E+00
Sekundära förnybara bränslen	MJ, eff. värmevärde	2,10E+02	-	-	-	-	-	-	-	-	2,10E+02
Sekundära icke-förnybara bränslen	MJ, eff. värmevärde	2,88E+02	-	-	-	-	-	-	-	-	2,88E+02
Vatten	m3	2,52E+00	-	6,00E-02	-	-	-	-	-	-	2,58E+00

Övrig miljöinformation som beskriver avfallskategorier och utflöden

Avfallskategorier	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	A1-A3
Farligt avfall	kg	2,17E-03	-	3,30E-02	-	-	-	-	-	-	3,52E-02
Icke-farligt avfall	kg	1,80E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80E+00
Radioaktivt avfall	kg	7,54E-02	-	-	-	-	-	-	-	-	7,54E-02
Komponenter för återanvändning	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00E+00
Material för återvinning	kg	-	-	5,80E+01	-	-	-	-	-	-	5,80E+01
Material för energiåtervinning	kg	-	-	1,10E-01	-	-	-	-	-	-	1,10E-01
Exporterad energi	MJ per energibärare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00E+00



epd-norge.no
The Norwegian EPD Foundation

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804

Owner of the declaration:	Aalborg Portland A/S
Program operator:	The Norwegian EPD Foundation
Publisher:	The Norwegian EPD Foundation
Declaration number:	ÞÓÚÖËÍ Í ÆÍÌ ÆÐ
Registration number:	ÞÓÚÖËÍ Í ÆÍÌ ÆÐ
ECO Platform reference number:	Ë
Issue date:	€ ÍÆËËÍ
Valid to:	€ ÍÆËËËË

RAPID® cement

CEM I 52,5 N (LA)
Product

Aalborg Portland A/S

Manufacturer



www.epd-norge.no



General information

Product:

RAPID® cement
CEM I 52,5 N (LA)

Program operator:

The Norwegian EPD Foundation
Post Box 5250 Majorstuen, 0303 Oslo
Phone: +47 23 08 80 00
e-mail: post@epd-norge.no

Declaration number:

POUØFI G E I I EP

ECO Platform reference number:

E

This declaration is based on Product Category Rules:

CEN Standard EN 15804 serves as core PCR together with UN CPC 3744 CEMENT, v. 2.1 with the registration number 2010:09 developed by the Centre for the Development of Product Sustainability

Statement of liability:

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

Declared unit:

1000 kg RAPID® cement

Declared unit with option:**Functional unit:****Verification:**

The CEN Norm EN 15804 serves as the core PCR.
Independent verification of the declaration and data, according to ISO14025:2010

internal  external

Third party verifier:

sign

Linda Høiby, Senior specialist, Environment and EHS, COWI A/S (DK)
(Independent verifier approved by EPD Norway)

Owner of the declaration:

Aalborg Portland A/S
Contact person: Jesper Sand Damtoft
Phone: +45 99 33 77 34
e-mail: jesper.damtoft@aalborgportland.com

Manufacturer:

Aalborg Portland A/S
Rørdalsvej 44, 9220 Aalborg
Phone: +45 98 16 77 77
e-mail: cement@aalborgportland.dk

Place of production:

Aalborg, Denmark

Management system:

DS/EN ISO 9001, DS/EN ISO 14001, EMAS III
OHSAS 18001, DS/EN ISO 50001, DS/EN 197-1/-2

Organisation no:

CVR 36428112

Issue date:

E E E E F I

Valid to:

E E E E G G

Year of study:

2015

Comparability:

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

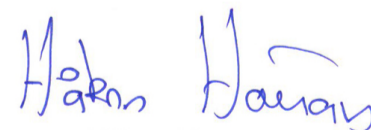
The EPD has been worked out by:

Romain Sacchi
Research and Quality Center, Cementir Holding S.p.A
Aalborg, Denmark



 **aalborgportland**
CEMENTIR HOLDING

Approved



Håkon Hauan
Managing Director of EPD-Norway

Product

Product description:

Grey Portland cement (CAS-Nr. 65997-15-1)

RAPID cement is a grey Portland cement with a strength class of 52.5 MPa. RAPID cement can be used in concrete for all purposes and in all environmental classes.

The RAPID cement is used for ready-mix concrete, but due to a relatively rapid strength development, it can also be used for the production of concrete and concrete products.

Product specification:

The main raw materials are chalk (CaCO₃) and secondary materials like fly ash from production of heat and power.

Materials	kg	%
Chalk	1149	79
Fly ash	164	11
Sand	60	4
Gypsum	53	4
Other primary materials	37	<3
Other secondary materials	<1	<1

Technical data:

1000 kg cement ((CEM I 52,5 N (LA))

Declarations and other technical information can be downloaded from

<http://www.aalborgportland.dk/default.aspx?m=2&i=332>

Market:

Norway/Europe

Material Safety Data Sheet:

Available online at:

http://www.aalborgportland.dk/media/pdf_filer/portlandcement_er_sds_gb_12_20_2016_2.1.pdf

LCA: Calculation rules

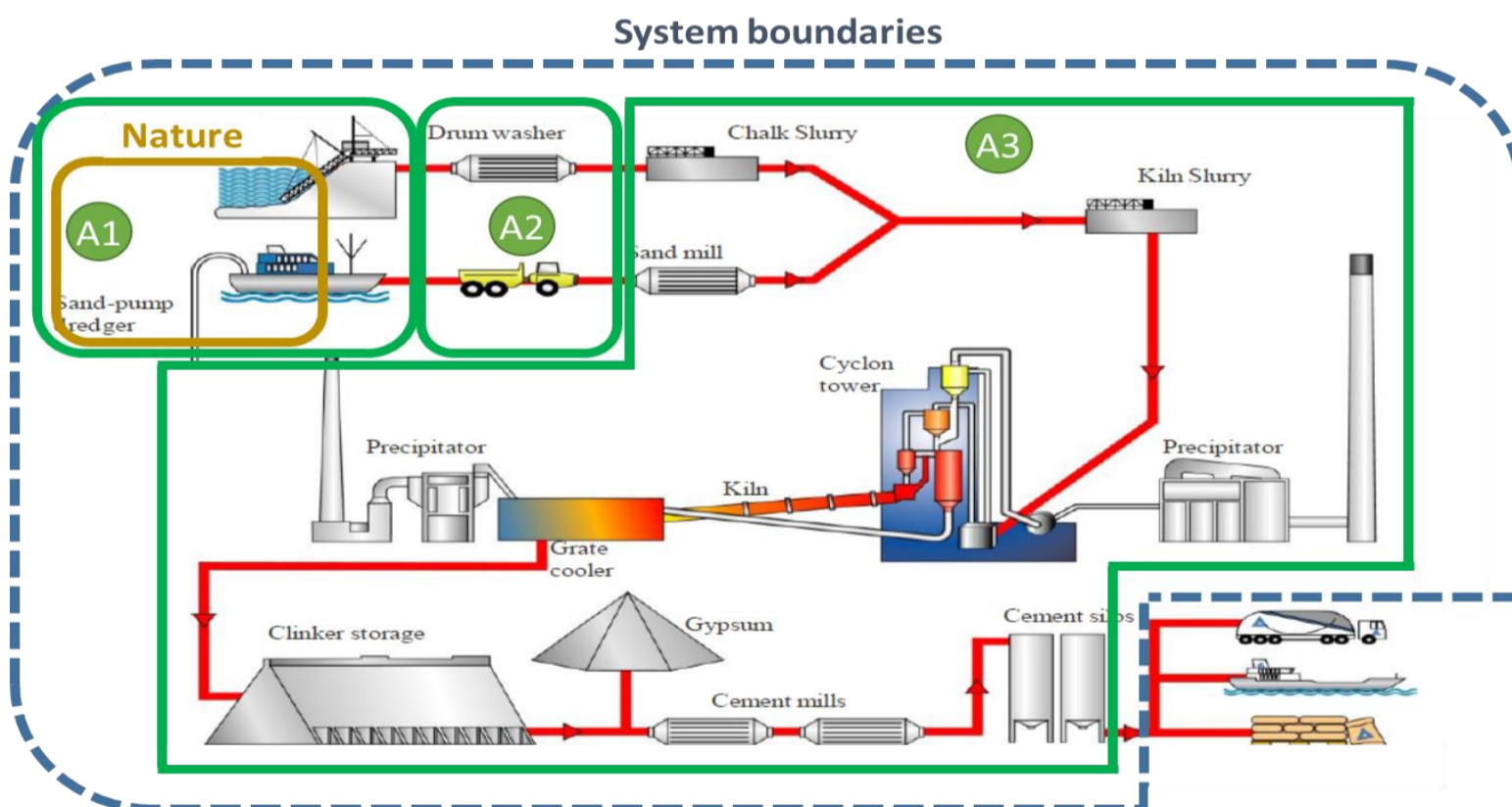
Declared unit:

1000 kg RAPID® cement

System boundary:

The overall system boundaries include extraction and transportation of raw materials as well as all manufacturing processes (cradle-to-gate)

See figure below for details.



Process description:

Portland cement is made by heating, in a cement kiln, a mixture of raw materials (mainly limestone or chalk) to a calcining temperature of above 600 °C and then a fusion temperature, which is about 1,450 °C to sinter the materials into clinker. To achieve the desired setting qualities in the finished product, a quantity of gypsum or anhydrite is added to the clinker and the mixture is finely ground to form the finished cement powder.

Allocation:

The allocation is made in accordance with the provisions of EN 15804. The environmental burden associated to co-products used in the product system was defined either based on physical properties (energy or mass) when the difference in economic return between co-products is small, or on their economic values otherwise. For End-Of-Life waste used in the product system, the End-Of-Waste state starts with any necessary conditioning and preparation processes of the material to be suitable for reuse, as well as its supply.

Cut-off criteria:

All major raw materials and all the essential energy flows are included. The 1% cut-off rule does not apply for hazardous materials and substances: as such, all flows that have an environmental significance are included. All solid waste emissions, including those that weight less than 1% of the sum of the masses of the inputs, are reported in the end-results. The only noticeable input that has been omitted is the water consumption at the slurry preparation level (it is not a net uptake of water from the freshwater network),

Data quality:

Data concerning first level transforming activities (cement factory) have been obtained directly from the cement producer for the year 2015. Background processes, e.g. electricity generation, have been sourced from statistics provided, among others, by the Danish Ministry of Energy, for the year 2015. Also, the preparation of certain fuels has been approximated from scientific literature with a publication date within 5 years of the year 2015. Additional background processes have been modeled with the use of Ecoinvent v.3.2 LCI database. with a time validity span that covers the year 2015.

LCA: Results

The declaration only considers cradle-to-gate environmental impacts, including modules A1-A3 as required in EN 15804.

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

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

Environmental impact

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A1- A3
GWP	kg CO ₂ -eqv	9.03E+01	1.32E+01	7.56E+02	8.60E+02
ODP	kg CFC11-eqv	1.17E-05	1.87E-07	0.00E+00	1.19E-05
POCP	kg C ₂ H ₄ -eqv	1.70E-02	1.02E-02	1.75E-02	4.46E-02
AP	kg SO ₂ -eqv	3.13E-01	3.31E-01	4.99E-01	1.14E+00
EP	kg PO ₄ ³⁻ -eqv	2.49E-01	2.90E-02	1.26E-01	4.05E-01
ADPM	kg Sb-eqv	1.20E-04	0.00E+00	0.00E+00	1.20E-04
ADPE	MJ	3.47E+03	0.00E+00	0.00E+00	3.47E+03

GWP Global warming potential; ODP Depletion potential of the stratospheric ozone layer; POCP Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; AP Acidification potential of land and water; EP Eutrophication potential; ADPM Abiotic depletion potential for non fossil resources; ADPE Abiotic depletion potential for fossil resources

Resource use

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A1-A3
RPEE	MJ	2.85E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.85E+02
RPEM	MJ	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TPE	MJ	2.85E+02	0.00E+00	0.00E+00	2.85E+02
NRPE	MJ	3.47E+03	0.00E+00	0.00E+00	3.47E+03
NRPM	MJ	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
TRPE	MJ	3.47E+03	0.00E+00	0.00E+00	3.47E+03
SM	kg	2.57E+02	0.00E+00	1.99E+01	2.77E+02
RSF	MJ	4.02E+01	0.00E+00	5.93E+02	6.34E+02
NRSF	MJ	8.07E+00	0.00E+00	7.00E+02	7.08E+02
W	m ³	2.41E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.41E+00

RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier; RPEM Renewable primary energy resources used as raw materials; TPE Total use of renewable primary energy resources; NRPE Non renewable primary energy resources used as energy carrier; NRPM Non renewable primary energy resources used as materials; TRPE Total use of non renewable primary energy resources; SM Use of secondary materials; RSF Use of renewable secondary fuels; NRSF Use of non renewable secondary fuels; W Use of net fresh water

End of life - Waste

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A1- A3
HW	kg	0.00E+00	0.00E+00	2.00E-02	2.00E-02
NHW	kg	0.00E+00	0.00E+00	2.40E+00	2.40E+00
RW	kg	4.24E-08	0.00E+00	0.00E+00	4.24E-08

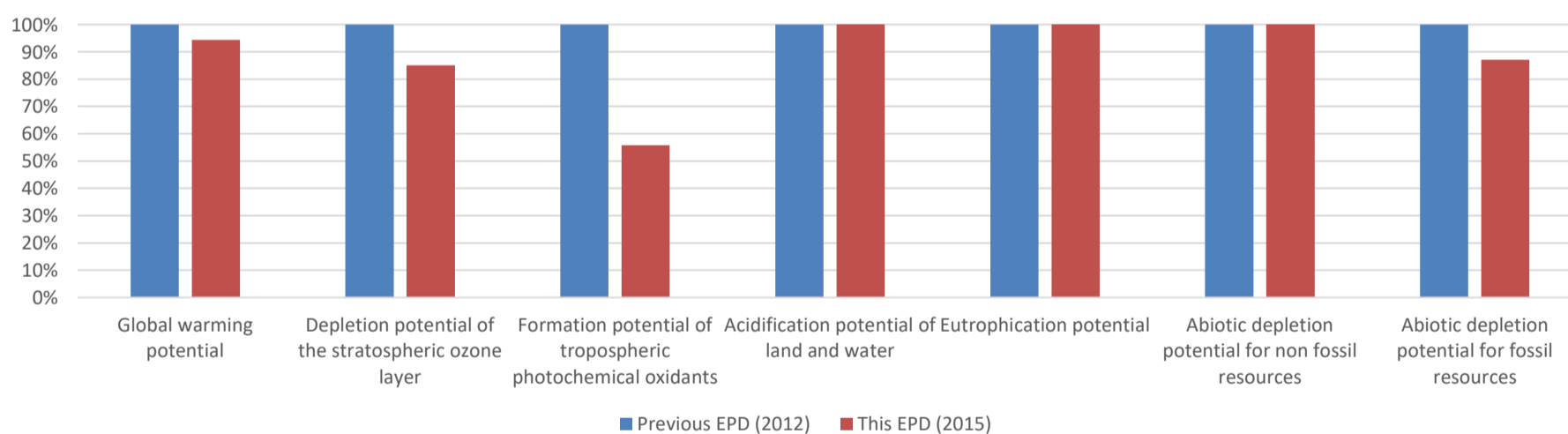
HW Hazardous waste disposed; NHW Non hazardous waste disposed; RW Radioactive waste disposed

End of life - Output flow

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A1- A3
CR	kg	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
MR	kg	0.00E+00	0.00E+00	1.30E+00	1.30E+00
MER	kg	0.00E+00	0.00E+00	6.00E-01	6.00E-01
EEE	MJ	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
ETE	MJ	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

CR Components for reuse; MR Materials for recycling; MER Materials for energy recovery; EEE Exported electric energy; ETE Exported thermal energy

Reading example: $9,0 \text{ E-03} = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$



Additional Norwegian requirements

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

National production mix from the Danish Ministry of Energy official statistics (ens.dk), including imports from NO, SE and DE, low voltage (production of transmission lines, in addition to direct emissions and losses in grid) of applied electricity for the manufacturing process (A3).

Data source	Amount	Unit
Danish Ministry of Energy, 2015	237	g CO ₂ -eqv/kWh

Dangerous substances

Aalborg Portland is conscious of the REACH directive and the impact of the REACH directive on which Aalborg Portland's business and products have been evaluated. Aalborg Portland certifies that it is not using any chemicals that fall under the REACH regulation. However, Aalborg Portland continues to evaluate, research and review to fulfil the demands of the regulation, including the Candidate List of Substance of Very High Concern. See the certification letter from the link below.

http://www.aalborgportland.dk/media/pdf_filer/reach_erklaering_epd.pdf

Release to waters and soil

The EPD does not give information on release of dangerous substances to soil and water because the horizontal standards on measurement of release of regulated dangerous substances from construction products using harmonised test methods according to the provisions of the respective technical committees for European product standards are not available.

Indoor environment





The EPD does not give information on release of dangerous substances to indoor air because the horizontal standards on measurement of release of regulated dangerous substances from construction products using harmonised test methods according to the provisions of the respective technical committees for European product standards are not available.

Carbon footprint

The carbon footprint of the declared product has been carried out as part of this EPD. It refers to the impact category Global Warming and the indicator GWP.

Bibliography

ISO 14025:2010	<i>Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures</i>
ISO 14044:2006	<i>Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines</i>
EN 15804:2012+A1:2013	<i>Sustainability of construction works - Environmental product declaration - Core rules for the product category of construction products</i>
ISO 21930:2007	<i>Sustainability in building construction - Environmental declaration of building products</i>
Sacchi R (2017)	Life Cycle Assessment report 2015. Project report, January 2017
UN CPC 3744 CEMENT	Cement Product Category Rule (http://environdec.com/en/PCR/Detail/?Pcr=5942). Accessed in October 2016. Valid until May 2018.
ecoinvent Version 3	Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., and Weidema, B., 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. The International Journal of Life Cycle Assessment, [online] 21(9), pp.1218–1230.

 epd-norge.no The Norwegian EPD Foundation	Program operator V@Á[!, ^* ã Æ ÁÜÖÁ[~ } åæå } Ú[• ò[ç Á G € Á æ [• ç ^ } É Æ H Á • [] p[!, æ	Phone: É Í Á Ç H É Á G Á G e-mail:] [• ò ^] á Æ [! * ^ Æ [. . . É] á Æ [! * ^ Æ [] web: . . . É] á Æ [! * ^ Æ []
 epd-norge.no The Norwegian EPD Foundation	Publisher The Norwegian EPD Foundation Post Box 5250 Majorstuen, 0303 Oslo Norway	Phone: +47 23 08 82 92 e-mail: post@epd-norge.no web: www.epd-norge.no
 aalborgportland CEMENTIR HOLDING	Owner of the declaration Aalborg Portland A/S Rørdalsvej 44, 9220 Aalborg Denmark	Phone: +45 99 33 77 34 Fax: +45 98 10 11 86 e-mail: cement@aalborgportland.dk web: http://www.aalborgportland.dk/
 aalborgportland CEMENTIR HOLDING	Author of the Life Cycle Assessment Romain Sacchi Research and Quality Center, Cement Holding S.p.A Sølystvej 18, 9220 Aalborg, Denmark	Phone: +45 91 93 40 83 Fax: e-mail: romain.sacchi@aalborgportland.com web: http://www.aalborgportland.dk/