

Sammenligning av klimagassutslipp fra passivhus og TEK10-bygg

En casestudie av Lade skole

Mona Presthus

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2017

Hovedveileder: Rolf André Bohne, IBM

Medveileder: Marianne Røstadli, Betonmast Trøndelag

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Oppgavens tittel: Sammenligning av klimagassutslipp fra passivhus og TEK10-bygg <i>- En casestudie av Lade skole</i>	Dato: 11.06.17 Antall sider (inkl. bilag): 160			
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave	
Navn: Mona Presthus				
Faglærer/veileder: Rolf André Bohne				
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Marianne Røstadli				
<p>I denne oppgaven er formålet å vurdere hvilken innvirkning strengere krav til energieffektivitet har for bygningers klimagassutslipp, dette gjøres ved å sammenligne et energieffektivt bygg med et standard bygg. Det er i oppgaven gjort en livsløpsvurdering og livssyklus kostnadsanalyse for én bestemt case, Lade skole i Trondheim. I livsløpsvurdering er klimagassutslipp fra produktfase, transport i gjennomføringsfasen, utskifting og driftsmessig energibruk er vurdert. For driftsmessig energibruk er tre ulike energiforsyningsløsninger for oppvarming vurdert. Livssyklus kostnadsanalysen er gjort i henhold til NS3454, og sammenligner investeringskostnad, utskiftningskostnad og energikostnad til passivhus-skolen og TEK10-skolen.</p> <p>Resultatene fra analysen viser at driftsmessig energibruk og produktfasen har størst innvirkning på totalutslippet av klimagasser. Driftsmessig energibruk utgjorde omtrent 60 % av totalutslippet, og produktfasen utgjorde omtrent 30 %. Det er potensiale for reduksjon i klimagassutslipp fra passivhus-skolen og -flerbrukshallen sammenlignet med TEK10-referansene i løpet av byggets levetid, (opptil 30 %).</p> <p>Sammenligning av passivhus-skolen med TEK10-skolen viser at det er mulig å bygge et passivhus med lavere klimagassutslipp fra produktfasen enn et TEK10-bygg. I denne fasen har passivhus-skolen omtrent 10 % lavere klimagassutslipp. Betong og stål var materialene som utgjorde mesteparten av klimagassutslippet for produktfasen, for alle byggene. Dette indikerer at det er størst potensiale i reduksjon av klimagassutslipp fra produktfasen ved å redusere bruken av disse materialene.</p> <p>Vurderes klimagassutslipp og livssyklus kostnader i sammenheng, hadde passivhus-skolen både lavere klimagassutslipp og lavere årskostnad enn TEK10-skolen. Investeringskostnaden for passivhus-skolen var høyere, men på grunn av lavere energiforbruk ble denne kostnadsforskjellen utjevnet over livsløpet.</p>				

Stikkord:

1. LCA
2. Klimagassutslipp
3. Energiforsyning
3. LCC

Mona Presthus

Mona Presthus

Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet våren 2017, ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet i Trondheim. Oppgaven tilsvarer 30 studiepoeng og er avslutningen på et 5-årig masterprogram i bygg- og miljøteknikk, innen hovedprofilen prosjektledelse. Oppgaven er skrevet i samarbeid med Betonmast Trøndelag AS.

Jeg vil gjerne takke min hovedveileder Rolf André Bohne ved NTNU for god hjelp og innspill underveis i arbeidet. I tillegg vil jeg takke min biveileder hos Betonmast, Marianne Røstadli. Tusen takk til min samboer for motivasjon, støtte og korrekturlesning.

Trondheim 11.juni 2017



Mona Presthus

Sammendrag

Nasjonalt og internasjonalt stilles det stadig strengere krav til nye bygningers energieffektivitet. I denne oppgaven er formålet å vurdere hvilken innvirkning strengere krav utgjør på bygningers klimagassutslipp, dette gjøres ved å sammenligne et energieffektivt bygg med et standard bygg. I tillegg er det ønskelig å undersøke hva som har størst påvirkning på klimagassutslipp i løpet av en bygnings livsløp, og ved hjelp av en slik undersøkelse er det mulig å vurdere hvor det er potensiale til å redusere klimagassutslipp i fremtidens bygg. I en slik analyse er det også ønskelig å vurdere hvordan økt energieffektivitet påvirker kostnadene.

Det er i oppgaven gjort en livsløpsvurdering og livssyklus-kostnadsanalyse for én bestemt case, Lade skole i Trondheim. Lade skole bygges som passivhus, og består av en skoledel og en flerbrukshall. Skoledelens bæresystem, dekker og yttertak består i store deler av massivtre. I oppgaven sammenlignes passivhus-skolen og passivhus-flerbrukshallen med henholdsvis TEK10-skoleen og TEK10-flerbrukshallen. Livsløpsvurdering er gjort i henhold til NS15978, hvor klimagassutslipp fra produktfase, transport i gjennomføringsfasen, utskifting og driftsmessig energibruk er vurdert. Klimagassregnskap.no er brukt som verktøy i utførelsen av livsløpsvurderingen. For driftsmessig energibruk er tre ulike energiforsyningsløsninger for oppvarming vurdert. Det er gjort en vurdering av hvordan elektrisitetsmiks og allokering av avfall fra fjernvarme påvirker klimagassutslippet fra denne modulen. Analyseperioden er 60 år. Livssyklus-kostnadsanalysen er gjort i henhold til NS3454, og sammenligner investeringskostnad, utskiftningskostnad og energikostnad til passivhus-skolen og TEK10-skolen.

Resultatene fra analysen viser at driftsmessig energibruk og produktfasen har størst innvirkning på totalutslippet av klimagasser, dette gjelder for både passivhus-skolen, TEK10-skolen, passivhus-flerbrukshallen og TEK10-flerbrukshallen. Driftsmessig energibruk utgjorde omtrent 60 % av totalutslippet, og produktfasen utgjorde omtrent 30 %.

Det er potensiale for reduksjon i klimagassutslipp fra passivhus-skolen og -flerbrukshallen sammenlignet med TEK10-referansene i løpet av byggets levetid, (opptil 30 %). Hvor stor denne reduksjonen blir avhenger i stor grad av energiforsyningsløsningen til oppvarming av bygget. Resultatene viser at energiforsyning til oppvarming med varmepumpe fører til mindre klimagassutslipp enn fjernvarme.

Sammenligning av passivhus-skolen med TEK10-skolen viser at det er mulig å bygge et passivhus med lavere klimagassutslipp fra produktfasen enn et TEK10-bygg. I denne fasen har passivhus-skolen omtrent 10 % lavere klimagassutslipp. Reduksjon i klimagassutslipp fra produktfasen ble derimot ikke oppnådd for flerbrukshallen. Betong og stål var materialene som utgjorde mesteparten av klimagassutslippet for produktfasen, for alle byggene. Dette indikerer at det er størst potensiale i reduksjon av klimagassutslipp fra produktfasen ved å redusere bruken av disse materialene. Dette kan for eksempel gjøres ved økt bruk av massivtre.

Vurderes klimagassutslipp og livssyklus kostnader i sammenheng, hadde passivhus-skolen både lavere klimagassutslipp og lavere årskostnad enn TEK10-skolen. Investeringskostnaden for passivhus-skolen var høyere, men på grunn av lavere energiforbruk ble denne kostnadsforskjellen utjevnet over livsløpet. Årskostnaden for passivhus-skolen var omtrent 5 % lavere enn for TEK10-skolen.

Oppgaven viser at for at kunne redusere klimagassutslipp for et passivhus sammenlignet med et TEK10-bygg, må det gjøres en nøye vurdering av materialvalg og energiforsyning helt fra tidlig fase av byggeprosjektet. En helhetlig vurderingene må gjøres over hele byggets levetid for å kunne se innvirkningen beslutninger vil ha på lang sikt.

Abstract

Increased requirements to reduce energy use in buildings is a priority both nationally and internationally. The purpose of this thesis is to assess what difference these requirements make in the effects of greenhouse gas emission (GHG) from buildings, this was done by comparing an energy-efficient building with a standard building. An assessment of what parts of a building's life cycle influences the GHG-emission the most, and of life cycle cost was done. This to make improvement potential visible and enable further GHG-emission from buildings of the future.

A life cycle assessment and a life cycle cost assessment of a school in Trondheim, "Lade skole", has been performed. "Lade skole" is a passive house, and comprised of a school and a gymnasium. The load bearing structure, slabs and roof of the school building is of largely massive-wood. In this thesis, the passive house-school and passive house-gymnasium was compared to a TEK10-school and a TEK10-gymnasium. The life cycle assessment was performed in compliance with NS15978. The product stage, transport (A4), replacement (B4) and operational energy use (B6) were included in the assessment. To carry out the assessment the tool klimagassregnskap.no was used. Three different energy solutions for heating were analysed. An assessment of how the electricity-mix and allocation of waste in district heating processes influenced GHG-emission was also performed. A 60-year period was used as the building's lifetime in the assessment. The life cycle cost analysis was done in compliance with the method in NS3454. An assessment was done of the investment costs, replacement costs and energy cost for the passive house-school and the TEK10-school.

The results show that the largest impact of GHG-emission is caused by the operational energy use and product stage. The operational energy use accounts for about 60 % of total life cycle emission and the product stage for about 30 %.

Comparing the passive house- school and gymnasium to the TEK-10 reference buildings shows that the potential for reduction of greenhouse gas emission is large, up to 30 %. The magnitude of the reduction depends largely on the energy solution for heating. The results show that the heat pump solution has the lowest greenhouse gas emission for heating in operational energy use.

The comparison of the passive house-school and TEK10-school shows that it is possible to build a passive house-school with lower emission from the product stage than the TEK10-school. In the product stage the passive house-school's emission was about 10 % lower than the TEK10-school. Reduction in emission from the product stage was not attained in the product stage for the passive house-gymnasium. Concrete and steel were the two materials that by far accounted for most of the emission in the product stage. This indicated that by reducing the use of these materials a reduction of climate gas emission can be made possible. This can be done by using more massive wood.

The assessments show that the passive house-school's life cycle emission and cost were less than the TEK-10 school. The passive house-school's investment cost was higher, but the reduced energy consumption counterbalanced this over the life cycle. And the net present value of the passive house-school was less than of the TEK10-school.

To be able to reduce the greenhouse gas emission of a passive house compared to a TEK10-building, a thorough assessment should be carried out of both the material selection and energy supply early in the project. An integrated assessment must be done over the entire life cycle to be able to see the full effects of decisions regarding a buildings energy performance.

Innhold

Forord	i
Sammendrag	iii
Abstract	v
1 Introduksjon	1
1.1 Temabakgrunn	1
1.2 Formålet med masteroppgaven.....	2
1.3 Masteroppgavens struktur og avgrensninger	2
2 Teori.....	3
2.1 Global oppvarming	3
2.2 Klimapolitikk og prioriteringer	4
2.3 Innvirkningen fra byggebransjen.....	4
2.4 Energieffektive bygninger	5
2.4.1 Byggeteknisk forskrift, TEK10.....	5
2.4.2 Passivhus	6
2.4.3 Zero emission building (ZEB).....	7
2.5 Energi – energiforsyning	8
2.5.1 Fjernvarme	8
2.5.2 Strøm	9
2.6 Livsløpsvurdering.....	11
2.6.1 Fastsettelse av hensikt og omfang	11
2.6.2 Livsløpsregnskap.....	11
2.6.3 Livsløpseffektvurdering	12
2.6.4 Tolkning	13
2.7 Vurdering av bygningers miljøprestasjon.....	14
2.8 Klimagassregnskap.no	17
2.8.1 Beregningsmodellen.....	17
2.8.2 Materialdatabasen i klimagassregnskap.no	18
2.8.3 Materialmodul – tidligfase	18
2.8.4 Referansebygg	19
2.8.5 Prosjekttert materialmodul	19
2.8.6 Energimodulen	20
2.8.7 Usikkerhetsmomenter for klimagassregnskap.no.....	22

2.9	Materialbruk og innvirkningen til modulene	23
2.10	Livssyklus kostnader	26
2.11	Tidligfaseplanlegging og bruk av livsløpsanalyser som beslutningsverktøy	30
3	Metode	33
3.1	Litteraturstudium	33
3.1.1	Strategi for utførelse av søk	33
3.1.2	Beskrivelse av databaser	33
3.1.3	Utførelse av søk	33
3.1.4	Kildekritikk	34
3.2	Casestudie	34
3.3	Metodiske beslutninger i analyse av klimagassutslipp	35
3.3.1	Metodiske beslutninger for vurdering av produktfasen (A1-A3)	37
3.3.2	Metodiske beslutninger for transportutslipp A4	38
3.3.3	Metodiske beslutninger for utskifting	41
3.3.4	Metodiske beslutninger energibruk og energiforsyning	43
3.4	Metodiske beslutninger ved livsløpskostnadsanalysen	45
3.5	Pålitelighet og gyldighet	48
4	Casebeskrivelse av Lade skole	49
4.1	Skolebygget og flerbrukshallen	49
4.2	Referansebygget	55
5	Resultater	59
5.1	Skolebygget	59
5.1.1	Produktfase (A1-A3)	59
5.1.2	Transport (A4)	61
5.1.3	Utskifting (B4)	62
5.1.4	Driftsmessig energiforbruk (B6)	62
5.1.5	Sammenfatning av utslipp fra alle faser	66
5.2	Flerbrukshallen	68
5.2.1	Produktfase (A1-A3)	68
5.2.2	Transport (A4)	70
5.2.3	Utskifting (B4)	70
5.2.4	Driftsmessig energiforbruk	71
5.2.5	Sammenfatning av utslipp for modul A1-A3, A4, B4 og B6	74

5.3	Livssyklus kostnader – Skolebygget	76
6	Diskusjon	79
7	Konklusjon	85
8	Forslag til videre arbeid	86
9	Referanseliste	87
10	Vedlegg	1
1	Vedlegg utslippsfaktor for EU= 2-gradersmålet	1
2	Produktfasen A1-A3	1
3	Transport A4	1
4	Utskifting B4	1
5	Investeringskostnad passivhus-skolen	1
6	Investeringskostnad passivhus-flerbrukshall	1

Figurliste

Figur 2.1: Årlig menneskeskapt utslipp av klimagasser fra 1970-2010 (Pachauri et al. 2015) .	3
Figur 2.2: Eksempel på energibehov og energiproduksjon for ulike typer energieffektive eneboliger (Aspehaug 2015)	5
Figur 2.3: Illustrasjon av ambisjonsnivåene innenfor ZEB (Kristjansdottir et al. 2014) Røde sirkler viser forbruk og grønne energiproduksjon.....	7
Figur 2.4: Fjernvarmeproduksjon og-produksjonssystem (Fornybar.no 2016)	8
Figur 2.5: Oversikt over de fire ulike senarioene som blir undersøkt av Graabak og Feilberg (2011)	9
Figur 2.6: Klassifisering av faser og moduler etter NS15978 (Standard Norge 2011)	15
Figur 2.7: Systemgrenser for energibruk i drift (Selvig 2012).....	20
Figur 2.8: Andel miljøpåvirkning for indikatorene i byggets livsløp (Junnila & Horvath 2003)	23
Figur 2.9: Livssyklus kostnader- fordeling av kostnader over analyseperioden (Standard Norge 2013).....	27
Figur 2.10: Livssyklus kostnader – diskontering (Standard Norge 2013)	27
Figur 2.11: Livssyklus kostnader - årskostnader(Standard Norge 2013).....	27
Figur 2.12: Sammenheng mellom usikkerhet, informasjon og kostnader og faser(Samset 2014).....	30
Figur 2.13 Sammenheng mellom kostnader og miljøpåvirkning i ulike faser av livsløpet (Rebitzer 2002).....	30
Figur 2.14: Stegvis strategi for reduksjon av energibehovet i bygg, tilpasset fra Hasse et al. (2010)	31
Figur 3.1: Brenselsmiks - Fjernvarme i Trondheim	44
Figur 4.1: Illustrasjon av Lade skole (Eggen Arkitekter 2017).....	49
Figur 4.2: Plantegning som viser inndeling av hovedsoner	49
Figur 4.3: Sål søyler og -bjelker i midtre, sett fra øst til vest.....	50
Figur 4.4: Massiv tresøyler sett fra øst til vest	50
Figur 4.5: Massiv tre bjelker sett fra øst til vest.....	50
Figur 4.6: Sintt av oppbygning av yttervegg.....	51
Figur 4.7: Gesims	52
Figur 4.8 Prefabrikkert betong og stål.....	53
Figur 4.9 Betonghulldekker.....	52
Figur 4.10 Prefabrikkerte DT-element	53
Figur 4.11 Massiv tredekker.....	53
Figur 4.12 Oppbygning over massiv tredekker	53
Figur 4.13 Oppbygning over hulldekker	53
Figur 5.1: Sammenligning av produktfase (A1-A3) for passivhus-skolen og TEK10-skolen.	59
Figur 5.2: Utslipp fordelt på materialer, sammenligning av passivhus-skolen og TEK10-skolen	60
Figur 5.3: Fremstilling av tonn materialer, km materialene transporteres og utslipp fra transporten i A4.....	61

Figur 5.4: Sammenligning av utslipp fra modul B4: utskifting fra passivhus-skolen og TEK10-skolen	62
Figur 5.5: Akkumulert utslipp fra produktfasen (A1-A3), transport (A4), utskifting (B4) og driftsmessig energibruk (B6).....	66
Figur 5.6: Passivhus-skole: utslipp fordelt etter modul.....	67
Figur 5.7: TEK10-skolen- utslipp fordelt etter modul	67
Figur 5.8: Sammenligning av totalutslipp for passivhus-flerbrukshall og TEK10-flerbrukshall fordelt etter bygningsdeler	68
Figur 5.9: Fordeling av utslipp etter materialer, sammenligning av passivhus-flerbrukshall og TEK10-flerbrukshall	69
Figur 5.10: Sammenligning av transport (A4) for passivhus- flerbrukshallen og TEK10-flerbrukshallen.....	70
Figur 5.11: Sammenligning av utslipp fra utskifting (B4) for prosjektert og referanse flerbrukshall	70
Figur 5.12:Flerbrukshall: Akkumulert utslipp fra produktfase (A1-A3), transport (A4), utskifting (B4) og driftsmessig energibruk (B6)	74
Figur 5.13: Passivhus-flerbrukshall utslipp fordelt etter modul.....	75
Figur 5.14: Referanse-flerbrukshall utslipp fordelt etter modul.....	75
Figur 5.15: Kontantstrømsdiagram for passivhus-skolen, primæraksen er knyttet til investeringskostnaden og sekundæraksen til løpendekostnader (strøm og utskifting)	76
Figur 5.16: Kontantstrømsdiagram for TEK10-skolen, primæraksen er knyttet til investeringskostnaden og sekundæraksen til løpende kostnader (strøm og utskifting)	77

Formelliste

Formel 2.1: Globalt oppvarmingspotensiale (Solomon et al. 2007)	3
Formel 2.2: Formel som benyttes i klimagassregnskap.no til å beregne byggets totale utslipp av klimagasser	17
Formel 2.3: Grunnprinsippet for beregningene i materialmodulen i klimagassregnskap.no (Selvig 2012)	18
Formel 2.4: Beregning av CO ₂ -ekv. utslipp for en bestemt energibærer	21
Formel 2.5: Utslipp fra fjernvarme til oppvarming	21
Formel 2.6: Utslippsfaktor for fjernvarme	21
Formel 2.7: CO ₂ -faktor for elektrisitet	21
Formel 2.8: Gjennomsnittlig utslippsfaktor	21
Formel 3.1: Utrekning av transportutslipp	38
Formel 3.2: Beregning av enhetspris i Norsk Prisbok	46

Tabelliste

Tabell 2.1; Minimumskrav til energieffektivitet tilpasset fra (Klinski 2016).....	5
Tabell 2.2: Minstekrav for passivhus i henhold til NS3701(Hole 2013)	6
Tabell 2.3: Faser av livsløpet som er inkludert i klimagassregnskap.no (Selvig 2012).....	18
Tabell 2.4: Kostnadsklassifikasjon (Standard Norge 2013).....	26
Tabell 2.5: Formler brukt ved livssyklus kostnadsanalyse	28
Tabell 2.6: Innvirkingen teknisk kvalitet og påkjenning fra klima og bruk har på utskifting- og vedlikeholdsintervall (Edvardsen 2017).....	28
Tabell 3.1: Søkeord	33
Tabell 3.2: CO ₂ -ekv. utslipp per tonn km for lastebil og tog (European Enviromental Agency 2017; Madslie & Kwong 2015; Thune-Larsen et al. 2009)	38
Tabell 3.3: Oversikt over materialenes leverandør og produksjonssted samt avstand fra produksjonssted til Lade skole	39
Tabell 3.4: Levetid bruk til å bestemme utskiftingsintervaller for konstruksjonsdeler som har levetid under 60 år (Klimagassregnskap.no 2017).....	41
Tabell 3.5: Tabellen viser hvordan de ulike materialene handteres, hvor, hvilken bedrift det er antatt som står for gjenvinningen, avstanden fra Lade skole til gjenvinningsstasjon og hvordan det er antatt at dette transporteres.....	42
Tabell 3.6: Energibærere og utslippsfaktor for fjernvarme.....	44
Tabell 3.7: Relevante kostnadsposter.....	45
Tabell 3.8: Ekstrapolering av enhetspris til forskaling	46
Tabell 4.1: Inngangsdata og avlede størrelser for referansebygget for skolebygget (Klimagassregnskap.no 2017).....	55
Tabell 4.2: Inngangsdata og avlede størrelser for referansebygget for flerbrukshallen (Klimagassregnskap.no 2017).....	55
Tabell 4.3: Energibehov for referansebygget, TEK10 Skolebygg	57
Tabell 4.4: Energibehov for referansebygget, TEK10 Flerbrukshall.....	57
Tabell 5.1: Energibehov, energiforsyning og utslipp for TEK10-skolen.....	62
Tabell 5.2: Energibehov, energiforsyning og utslipp for alternativ 1: 80 % varmepumpe og 20 % fjernvarme	63
Tabell 5.3: Energibehov, energiforsyning og utslipp for alternativ 2: 80 % varmepumpe og 20 % el-kjel	63
Tabell 5.4: Energibehov, energiforsyning og utslipp for alternativ 3: 100 % fjernvarme	63
Tabell 5.5: Elektrisitetsmiks - utslippsfaktorer	64
Tabell 5.6: Fremstilling av påvirkning utslippsfaktorer og elektrisitetsmiks har for totalutslippet for driftsmessig energibruk for passivhus-skolen.....	65
Tabell 5.7: Energibehov, energiforsyning og utslipp for TEK10-flerbrukshallen.....	71
Tabell 5.8: Energibehov, energiforsyning og utslipp for alternativ 1: 80 % varmepumpe og 20 % fjernvarme	71
Tabell 5.9: Energibehov, energiforsyning og utslipp for alternativ 2: 80 % varmepumpe og 20 % el-kjel	72
Tabell 5.10: Energibehov, energiforsyning og utslipp for alternativ 3: 100 % fjernvarme	72

Tabell 5.11: Fremstilling av påvirkningen utslippsfaktorer og elektrisitetsmiks har for totalutslippet for driftsmessig energibruk for passivhus-flerbrukshallen.....	73
---	----

1 Introduksjon

1.1 Temabakgrunn

Klimagassutslipp har på verdensbasis vokst dobbelt så fort i det siste tiåret (2000-2010) som i noen andre tiår siden 1970 (Victor et al. 2014). For å unngå irreversible klimaendringer må global temperaturstigning begrenses. I følge FNs-klimapanel må ikke temperaturstigningen bli høyere enn to grader. Gjennom Paris-avtalen, som ble inngått på klimatoppmøtet i 2015, forpliktet Norge seg til å jobbe for å begrense temperaturstigningen til under 1,5 grader og ikke over to grader (UNFCCC 2017). For å kunne nå dette målet innebærer det internasjonalt samarbeid, streng nasjonal og internasjonal utslippskontroll samt utvikling og bruk av lav- og nullutslippsteknologi.

Bygninger stod i 2010 for 32 % av det totale globale energiforbruket, og for 19 % av energirelatert klimagassutslipp (Lucon et al. 2014). På grunn av global befolkningsvekst, fortetting i byer og økt levestandard vil trolig energiforbruket øke, og enda flere bygg bli bygget i fremtiden. At myndighetene innfører strengere krav og standarder som fremmer energieffektivisering, har vist seg å være et effektivt tiltak for å iverksette miljøeffektive løsninger. Ifølge Lucon et al. (2014), er det store muligheter for å redusere klimagassutslippene i byggenæringen.

Byggeforskriften ble i 2007 og 2010 skjerpet for energieffektivisering og energiforsyning i bygg i Norge (Miljøverndepartementet 2012). Stortinget besluttet i 2012 at energikravene i byggtekniskforskrift skulle skjerpes ytterligere, til nesten nullenerginivå i 2020 (Andersen et al. 2015). Dette betyr at nye bygninger skal være mer energieffektive og slik bidra til mindre klimagassutslipp. I klimaforliket i 2012 ble det også bestemt at Norge skal være et karbonnøytralt land i 2050, det vil si at den mengden karbon vi slipper ut skal tilsvare mengden som blir tatt opp i naturen (Miljøverndepartementet 2012).

Ved å redusere energiforbruk i bygninger, vil det iboende utslippet i materialer stå for en større andel av et byggs totale klimagassutslipp (Blengini & Di Carlo 2010; Lucon et al. 2014; Ramesh et al. 2010). Derfor må det også gjøres nøye vurderinger av hvilke materialer man bruker, samt hvilke tiltak man iverksetter for å gjøre bygg mer energieffektive.

I følge Miljøverndepartementet (2012) har utbyggere i offentlig sektor, som staten, fylkeskommunen og kommunen, en særskilt rolle i dette arbeidet ved at de kan bidra til mer klimavennlige bygg i valg av konstruksjonsmaterialer og energibærere. Første ledd av §5 i Lov om offentlige anskaffelser sier: «*Statlige, fylkeskommunale og kommunale myndigheter og offentligrettslige organer skal innrette sin anskaffelsespraksis slik at den bidrar til å redusere skadelig miljøpåvirkning, og fremme klimavennlige løsninger der dette er relevant. Dette skal blant annet skje ved at oppdragsgiveren tar hensyn til livssyklus-kostnader.*» (Nærings- og fiskeridepartementet 2017).

Livssyklus-kostnader synliggjør de økonomiske konsekvensene av materialvalg og valg av energiforsyning, og dette over hele livsløpet til bygget (Bjørberg et al. 2009). Dette kan bidra til å øke fokuset på levetidsperspektivet.

1.2 Formålet med masteroppgaven

Det stilles strengere krav til nye bygningers energieffektivitet. Det er derfor ønskelig å vurdere hvilken innvirkning strengere krav utgjør for klimagassutslipp fra bygningers, samt å undersøke hva som har størst påvirkning på klimagassutslipp i løpet av en bygnings livsløp. Ved hjelp av en slik undersøkelse, er det mulig å vurdere hvor forbedringspotensialet til å redusere klimagassutslipp i fremtidige bygg ligger. I denne oppgaven undersøkes dette ved å sammenligne klimagassutslipp fra et bygg som er bygget etter passivhusstandard med et bygg som er bygget etter TEK10-forskriften.

For å konkretisere oppgavens formål, har følgende forskningsspørsmål blitt formulert:

- Hvilken innvirkning har valg av byggematerialer på klimagassutslipp?
- Hvilken innvirkning har valg av energiforsyning og energibruk på klimagassutslipp?
- Kan et passivhus være konkurransedyktig på pris sammenlignet med et bygg som er bygget i henhold til TEK10?

1.3 Masteroppgavens struktur og avgrensninger

Denne oppgaven er delt inn i åtte hovedkapitler. Kapittel 2 gir en gjennomgang av grunnleggende teori som relevant for oppgavens tema. Her blir blant annet relevant fagstoff innenfor LCA, LCC og energiløsninger presentert, og teorien blir underbygget av utvalgte funn fra litteraturstudien. Kapittel 3 presenterer metoden som er benyttet for å besvare oppgavens forskningsspørsmål, og for å komme frem til oppgavens resultater. Her er metodene som er brukt i gjennomføringen beskrevet, samt hvilke valg og begrensninger som er gjort i utførselen. I kapittel 4 presenteres casene som oppgaven har analysert; Lade skole og de tilhørende referansebyggene. Resultatet av analysene gjort i oppgaven presenteres deretter i kapittel 5. I kapittel 6 diskuteres resultatene med bakgrunn i teori og litteraturstudie. I kapittel 7 blir de viktigste punktene i diskusjonen trukket fram til en konklusjon, og videre arbeid blir foreslått i kapittel 8.

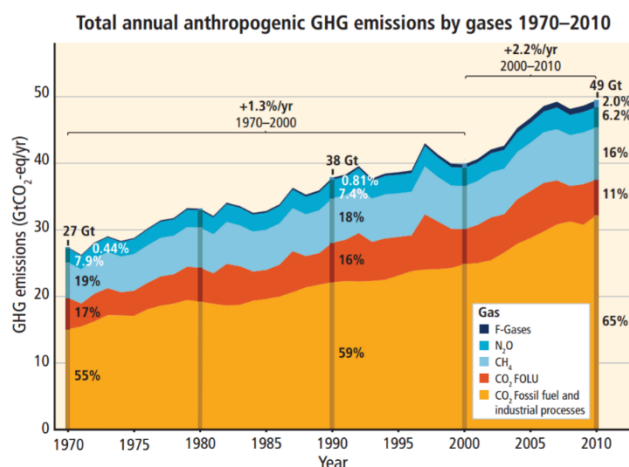
I denne oppgaven blir en bestemt case analysert innenfor nøye utvalgte deler av livsløpet. Tekniske anlegg er ikke medregnet i analysen. Oppgavens avgrensninger blir nærmere beskrevet i kapittel 3.

2 Teori

2.1 Global oppvarming

Menneskeskapt utslipp av klimagasser har vært jevnt økende fra den industrielle tidsalder og frem til i dag (Bernstein et al. 2007; Lucon et al. 2014). Den global oppvarmingen har aldri før skjedd så fort (Pachauri et al. 2015). Atmosfæren og havet har blitt varmere, mengden snø og is har minket, og havnivået har hevet seg. Effekten av dette har innvirkning på naturen og samfunnet forøvrig.

Klimaendringene påvirkes i hovedsak av endringer i atmosfærens konsentrasjon av klimagasser og aerosoler (partikler og støv), innstrålt solenergi og endring i bruk av landarealer (Bernstein et al. 2007). Endringer i konsentrasjon av klimagasser gjør at vi får en forsterket drivhuseffekt, noe som bidrar til en stigende global gjennomsnittstemperatur. Menneskelig aktivitet fører til utslipp av fire klimagasser som har stor betydning for dette: karbondioksid (CO₂), metan (CH₄), lystgass (N₂O) og halokarboner. Figur 2.1 viser årlig menneskeskapt utslipp av klimagasser fra 1970 til 2010.



Figur 2.1: Årlig menneskeskapt utslipp av klimagasser fra 1970-2010 (Pachauri et al. 2015)

Klimagassene har ulik innvirkning på klimet på grunn av at de har forskjellig strålingspådriv og oppholdstid i atmosfæren. For å kunne sammenligne påvirkningen brukes det en felles enhet basert på strålingspådrivet til CO₂, CO₂-ekvivalent utslipp. For å komme frem til CO₂-ekvivalent utslipp, beregnes en utslippsfaktor for globale oppvarmingspotensiale (GWP). Utslippsfaktoren beregnes etter Formel 2.1, og angir hvilket strålingspådrivet utslipp av 1 kg gass har over en viss tidsperiode relativt til samme mengde utslipp av CO₂-gass over samme tidsperiode (Solomon et al. 2007). Vanlig tidshorisont for utslippsfaktorene er 100 år.

Formel 2.1: Globalt oppvarmingspotensiale (Solomon et al. 2007)

$$GWP_{x,T} = \frac{\int_0^T R F_i(t) dt}{\int_0^T R F_r(t) dt}$$

RF_i = Strålingspådriv til substans i (radiative forcing)
 RF_r = Strålingspådriv til referansen r
 T = tid

2.2 Klimapolitikk og prioriteringer

Det kreves internasjonalt samarbeid for å løse klima- og miljøutfordringer (Lucon et al. 2014). Paris-avtalen ble vedtatt i desember 2015, og er en avtale som gir plikter og rettigheter til alle land (Eriksen 2015). Alle land skal ha utslippsmål som skal rapporteres. Målet med avtalen er at de globale utslippene av klimagasser skal reduseres, og at den globale oppvarmingen skal begrenses. Målet er at det temperaturstigningen skal begrenses til under 2 grader i sammenlignet med før industriell tid. Norge har ratifisert avtalen, og har ved dette forpliktet seg til å utarbeide nasjonale utslippsmål og oppdatere disse hvert femte år.

EU sitt utøvende organ har laget en strategi for å redusere klimagassutslipp med 80 % sett i forhold til nivået i 1990, innen 2050 (European Commission u.å). Innen bygg har de et mål om å redusere klimagassutslippet med 90 % innen 2050. For å gjøre dette skal de innføre passivhus-teknologi i nybygg, ombygge eldre bygg for å forbedre energieffektiviteten og bytte ut fossile energikilder i varme, kjøling og matlaging. Nybygg bygget fra 2021 og utover må være nesten null-energibygget for at dette målet skal nås (European Commission 2011).

I Norge er det politisk enighet om at Norge skal ta et ansvar for å redusere utslippene av klimagasser (Miljøverndepartementet 2012). Overordnede mål for norsk klimapolitikk er innrettet mot følgende:

- Norge skal frem til 2020 kutte det norske utslippet av klimagasser tilsvarende 30% av utslipp i 1990.
- Norge skal være et karbonnøytralt land innen 2050.

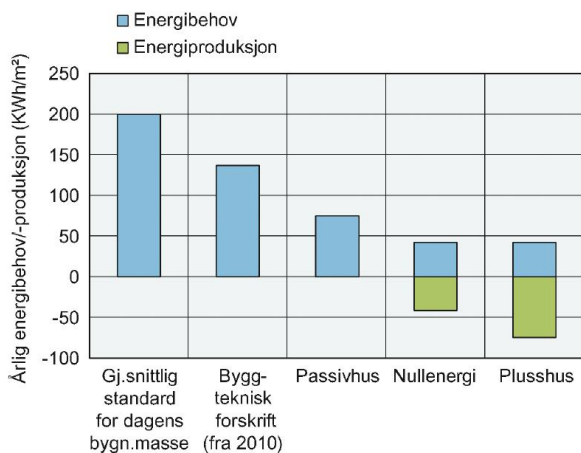
2.3 Innvirkningen fra byggebransjen

Som nevnt i innledningen står energibruk fra bygg for en stor andel av de globale klimagassutslipp, og slik påvirker bygg de globale klimaendringene. Samtidig finnes det innenfor byggenæringen stort potensiale for å effektivt kunne redusere energibruket (Lucon et al. 2014). Ved å innføre strengere krav til byggs energieffektivitet i bygg teknisk forskrift skal dette redusere innvirkningen fra byggebransjen (Miljøverndepartementet 2012). Det var mål om å innføre krav om passivhus i byggtetnik forskrift innen 2015, men arbeidet med dette er fremdeles pågående og i den byggtetnik forskriften som utarbeides nå er ikke dette gjort som krav. Ifølge Lucon et al. (2014) har innføring av standarder og forskrifter med strenge energieffektiviseringskrav, som blir oppdatert over tid, vist å være en av de mest kostnads- og energieffektive løsningene for å redusere påvirkningen fra bygg.

På grunn av bygningers lange levetid er det viktig å implementere tiltak tidlig i prosessen. Energiforbruket som et bygg har blir bestemt når det bygges, og for å unngå å binde seg til ineffektive løsninger haster det å ta i bruk de mest effektive løsningene som finnes i dag (Lucon et al. 2014).

2.4 Energieffektive bygninger

I dette kapitlet gis det en gjennomgang av generelle krav og metoder for bygging av bygg med ulik grad av energieffektivitet. Figur 2.2 viser et eksempel på forskjell i energibehov for ulike typer energieffektive eneboliger.



Figur 2.2: Eksempel på energibehov og energiproduksjon for ulike typer energieffektive eneboliger (Aspehaug 2015)

2.4.1 Byggteknisk forskrift, TEK10

Byggteknisk forskrift, kalt TEK10, angir minimumskravet til egenskaper et bygg må ha for å kunne oppføres lovlig i Norge (Direktoratet for byggekvalitet 2016).

TEK10 -forskriften stiller rammekrav etter bygningstype for totalt netto energibehov, som ikke skal overstiges (Klinski 2016). Som et eksempel er kravet for skolebygninger 110 kWh/m². At et bygg er innenfor kravet skal kontrollberegnes i henhold til NS3031, og det stilles minimumskrav til enkelte bygningsdeler sin energieffektivitet (Tabell 2.1). For yrkesbygg skal det i tillegg settes opp et energibudsjett.

Totalt netto energibehov er den energimengden som bygningen forbruker, uten å ta hensyn til varmevirkningsgrad for varme- og kjøleanlegg. Dersom et bygg har flere funksjoner, som f.eks både skole og idrettshall, skal det kontrolleres at hver del av bygget er innenfor kravet i den aktuelle kategorien.

Tabell 2.1; Minimumskrav til energieffektivitet tilpasset fra (Klinski 2016)

U-verdi, yttervegg	Maks. 0,22 W/(m ² K)
U-verdi, tak	Maks. 0,18 W/(m ² K)
U-verdi, gulv på grunnen og mot det fri	Maks. 0,18 W/(m ² K)
U-verdi, glass/vinduer/dører	Maks. 1,2 W/(m ² K)
Lekkasjetall	Maks. 1,5 luftutvekslinger per time ved 50 Pa trykkforskjell
Isolering av rør, utstyr og kanaler knyttet til bygningens varme- og distribusjonssystem	Isoleres for å hindre unødig varmetap

2.4.2 Passivhus

Et passivhus-bygg er et bygg som bruker mindre energi til oppvarming sammenliknet med andre bygg som er bygget etter dagens eller tidligere standarder (Aspehaug 2015). Passivhus konseptet er opprinnelig utviklet i Tyskland (Hole 2013). Det er tilpasset til norske forhold og standardisert for henholdsvis boligbygg og yrkesbygg i NS3700 og NS3701. I standardene stilles det krav til netto energibehov for oppvarming og kjøling, samt minstekrav til enkelt verdier for bygningskomponenter. Kravene for yrkesbygg er satt opp i Tabell 2.2.

Tabell 2.2: Minstekrav for passivhus i henhold til NS3701(Hole 2013)

Minstekrav enkeltverdier	
U-verdi for vindu og dører	$\leq 80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Normalisert kuldebroverdi for hele bygningen	$\leq 0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner	$\geq 80\%$
SFP-faktor for ventilasjonsanlegget	$\leq 1,5 \text{ W/m}^3/\text{s}$
Lekkasjetall ved 50 Pa	$\leq 0,06 \text{ h}^{-1}$
Energibehov og behovstyring for belysning	Minst 60 % av effekten til belysning behovstyres

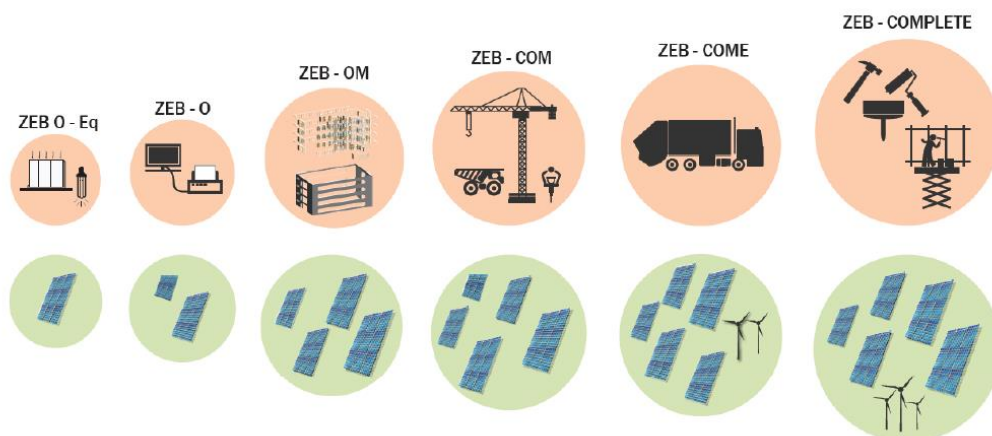
For å oppfylle disse kravene, kan det anbefales å ta følgende hensyn i tidligfase (Hole 2013):

- Utforme bygningskroppen kompakt for få mindre overflate og slik også mindre varmetap.
- Ta hensyn til vind og solinnstråling ved orientering av bygget for å unngå infiltrasjon og redusere varme/kjølebehov.
- Vurdere plassering og størrelse av vinduer slik at kuldeboer reduseres, gjøre avveining mellom økt varmetap gjennom vinduer og dagslysbehov og krav til utsyn.
- Begrense varmetap gjennom vegger, tak, gulv, vinduer og dører.
- Begrense kuldebroer med å være spesielt påpasselig med overganger mellom vegg og vindu, overganger mellom fasade og ringmur/kjellervegg, bærende elementer som går inn i isolasjonssjiktet og oppbygning av klimaskjerm i forhold til bæresystemet.
- Unngå utettheter.
- Installere ventilasjonssystemer med lavt energibehov og høy varmegjenvinning

2.4.3 Zero emission building (ZEB)

ZEB-bygninger er energieffektive bygg, som i tillegg produserer energi for å kompensere for visse deler av byggets miljøpåvirkning. Hvor mye energi som må produseres er avhengig av ambisjonsnivået til bygget. Ambisjonsnivåene er illustrert i Figur 2.3, og defineres som følgende:

1. ZEB-O-EQ: Utslippet fra energibruk i drift, bortsett fra energibruk på grunn av utstyr, skal kompenseres for ved hjelp av energiproduksjon på tomten.
2. ZEB-O: Utslippet fra energibruk i drift skal kompenseres for ved hjelp av energiproduksjon på tomten.
3. ZEB-OM: Utslippet fra energibruk i drift og materialer skal kompenseres for ved hjelp av energiproduksjon på tomten.
4. ZEB-COM: Utslippet fra energibruk i drift, materialer og bygging skal kompenseres for ved hjelp av energiproduksjon på tomten.
5. ZEB-COME: Utslippet fra energibruk i drift, materialer, bygging og rivning skal kompenseres for ved hjelp av energiproduksjon på tomten.
6. ZEB-COMPLETE: Utslippet fra materialer, transport, bygging, drift og rivning skal kompenseres for ved hjelp av energiproduksjon på tomten.



Figur 2.3: Illustrasjon av ambisjonsnivåene innenfor ZEB (Kristjansdottir et al. 2014) Røde sirkler viser forbruk og grønne energiproduksjon.

Kristjansdottir et al. (2014) spesifiserer viktige metodiske beslutninger for fremgangsmåten til utregning og fremstilling av vurderingen av et ZEB-byggs miljøprestasjon.

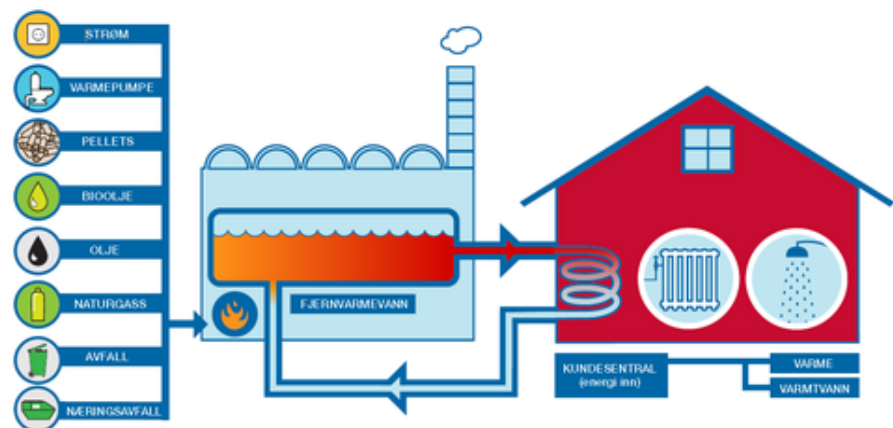
Dokka et al. (2013) viser at det med tradisjonelle materialer er mulig å bygge et bygg som produserer tilsvarende mengde energi som det bruker. Men, dersom klimagassutslipp fra materiale og installasjoner også blir tatt med i beregningene, blir dette mer krevende.

2.5 Energi – energiforsyning

Energikilden man bruker i et bygg har mye å si for utslipp av klimagasser – energibruk og klimagassutslipp er to faktorer som er nært knyttet sammen. Klimagassutslipp knyttet til forbruk av energi er avhengig av hvor energien kommer fra. Er det fornybar kraft som forbrukes, som for eksempel vann som vi har mye av i Norge vil miljøkonsekvensene av energibruk være mindre enn dersom man ikke hadde benyttet fornybar kraft.

2.5.1 Fjernvarme

Ved fjernvarmeproduksjon inngår flere energikilder i et produksjonssystem som varmer opp en energibærer, og som oftest er energibæreren vann (Fornybar.no 2016). Det oppvarmede vannet transporteres fra fjernvarmeanlegget i rør frem til sluttbrukers varmesentral. Varmevekslerer utnytter varmen i vannet til å romoppvarming og oppvarming av tappevann. Dette er illustrert i Figur 2.4.



Figur 2.4: Fjernvarmeproduksjon og-produksjonssystem (Fornybar.no 2016)

I fjernvarmeproduksjonen vil ikke all energi kunne utnyttes, og det vil derfor være tap. Det vil i forbrenningsprosessen være et tap knyttet til hver energivare som brukes til å varme opp vannet (Skaansar et al. 2010). Det vil også være et distribusjonstap, som skyldes varmetap fra rørene som transporterer vannet. I sentralsystemet hos kunden vil det også være tap i regulering, distribusjon og produksjon for utnyttelse av varmen.

Netto energibehov tar ikke hensyn til energisystemets virkningsgrad eller tap i energikjeden (Standard Norge 2014). Derfor må man også opplyse om systemvirkningsgrader til systemet i bygget, samt produksjon og distribusjon av fjernvarme. På grunn av tapene vil det være en andel energi som man ikke får nyttiggjort, men som fremdeles må tas hensyn til fordi det er klimagassutslipp knyttet til produksjonen av tapet.

Konsesjonsplikt

Dersom et fjernvarmeanlegg forsyner eksterne brukere og har en ytelse på over 10 MW, kan kommunen kreve at bygninger som oppføres innenfor konsesjonsområde skal tilknyttes fjernvarmenettet (Bølling 2016). Dette sikrer det økonomiske grunnlaget for drift og utbygging av fjernvarmeanlegget (Andresen et al. 2010).

Miljøpåvirkning

Miljøpåvirkningen fra fjernvarme er avhengig av hvilke energibærere som benyttes i produksjonen. Holmgren (2006), Eriksson et al. (2007) og Lund et al. (2010) viser at variasjonene i klimagassutslipp fra fjernvarme er store fra en energibærer til en annen. Avfall utgjør den største energibæreren for fjernvarme i Norge (Bølling 2016). Ved nedgraving og nedbryting av avfall, vil det oppstå klimagassutslipp i form av blant annet metangass. Det stilles stadig strengere krav knyttet til håndtering av avfall, og det er etter *Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall* ikke tillatt å deponere organisk avfall (Lovdata 1981). Fjernvarme er dermed alternativ til å nyttiggjøre avfall (Andresen et al. 2010).

2.5.2 Strøm

I Norge har vi stor tilgang på vannkraft, og dette har ført til en heldig tilgang på ren kraft til strøm og oppvarming. Men, siden Norge er knyttet til elektrisitetsnettet i Norden, og det nordiske nettet er knyttet til elektrisitetsnettet i Europa, er kilden til elektrisiteten vi bruker i Norge dynamisk og endres med tilbud og etterspørsel (Andresen et al. 2010).

Graabak og Feilberg (2011) har publisert en rapport som viser fire ulike scenarier for utviklingen av kraftsystemet i Europa i et langsiktig perspektiv. Rapporten viser hvordan sosiale, økonomiske, politiske og teknologiske drivkrefter påvirker CO₂-ekvivalente utslipp frem til 2050. Dette gjøres ut ifra fire ulike perspektiv, som er vist i Figur 2.5. Verdiene som de har kommet frem til viser hva vi kan forvente av tendenser, og gir indikasjon på hva utslippsfaktoren for elektrisitet kan bli i fremtiden.



Figur 2.5: Oversikt over de fire ulike scenarioene som blir undersøkt av Graabak og Feilberg (2011)

Varmepumpe

Varmepumper fungerer i prinsippet ved at de har en enhet som utnytter en ekstern varmekilde som for eksempel sjøvann, grunnvarme, fjell, jord eller uteluft og at det tilføres elektrisitet som gjør at denne varmen kan utnyttes til romoppvarming, varmtvannsberedning og kjøling (Stene 2009). Varmepumper har høy systemvirkningsgrad.

Elkjel

Elkjeler varmer opp vann som distribueres i et vannbårent distribusjonssystem (Stene 2006). Elkjelen består av elektroder som dykkes ned i vann som er tilsatt salt. Saltet fører til økt ledningsevne i vannet, og når spenning settes på elkjelen, utvikles varme. Konsentrasjonen av salt justeres for å kalibrere effekten.

Energikvalitet

Innenfor termodynamikk blir eksergi brukt som et begrep for å vurdere kvaliteten av en energileveranse (Gundersen 2000). Eksergiinnholdet er den delen av energien som kan omdannes til mekanisk arbeid. Desto høyere eksergiinnhold, desto høyere kvalitet. Energi med høy kvalitet kan brukes til flere formål enn energi med lav kvalitet. Elektrisitet er en energitype som kan omgjøres fullstendig til andre typer energi, og har enn eksergi kvalitetsfaktor på 1. Fossilt brensel har omtrent samme faktor. Vann har derimot en eksergi faktor mellom 0,25-0,08 avhengig av temperaturen. Dersom en energitype ikke kan omdannes til andre typer energi betegnes den som anergi.

2.6 Livsløpsvurdering

Livsløpsvurdering (eng: life cycle assessment LCA) er en metode for å vurdere miljøaspekter og miljøvurdering gjennom hele livsløpet til objektet som vurderes (Standard Norge 2007). Vurderingen omfatter anskaffelse av råmaterialer, produksjon, distribusjon, transport, bruk og avhending. Livsløpsvurderinger kan for eksempel brukes til å finne muligheter til å forbedre miljøprestasjoner for produkter og gi informasjon om miljøprestasjon for å gi grunnlag beslutninger.

2.6.1 Fastsettelse av hensikt og omfang

Det første steget i LCA-analysen er fastsettelse av hensikt og omfang. Hensikten forteller hva studien skal brukes til, hvem som er målgruppen, hvorfor studien gjennomføres og om resultatene skal brukes i materiale som skal offentligjøres (Standard Norge 2007). Omfanget bestemmes av produktsystem, systemgrenser og funksjonell enhet. Et produktsystem er en modell av flere enhetsprosesser som til sammen utgjør livsløpet. Skillet mellom et produktsystem og et annet angis av systemgrensen, som bestemmer hva som inngår i analysen. Referanseenheten man bruker i livsløpsvurderingen kalles den funksjonelle enheten, og den skal være klart definert og målbar (Standard Norge 2007). Den funksjonelle enheten beskriver funksjonen som produktet skal oppfylle gjennom hele livsløpet, og ved å bruke en funksjonell enhet er det mulig å sammenligne produkter med ulike egenskaper (Wærp 2014). Dersom ikke hele livsløpet tas i betraktning, skal det brukes en deklarerert enhet (som for eksempel kg eller m³) i stedet for en funksjonell enhet.

2.6.2 Livsløpsregnskap

Livsløpsregnskap (eng: life cycle inventory - LCI) består av innhenting og kvantifisering av informasjon om inngangsfaktorer og utgangsfaktorer til enhetsprosessene som inngår i livsløpet til systemet som analyseres (Curran 2012). I hver enhetsprosess som inngår i en LCA har man materialer, ressurser, energi o.l. som forbrukes (inngangsfaktorer), og materialer, avfall, utslipp o.l. som er et resultat av prosessen (utgangsfaktorer). For alle enhetsprosessene som inngår, bør input og output spesifiseres og kvantifiseres. Målet er å komme frem til mengden ressurser som forbrukes, og utslipp og avfall som genereres per funksjonelle enhet. Dette kan være spesielt utfordrende i to tilfeller (Curran 2012):

- Når det er vanskelig å kvantifisere utslipp fra tidligere produksjonsprosesser eller senere avhendelse av produktet.
- Når det i en enhetsprosess blir produsert flere produkter.

I det første tilfellet løses dette ved å kutte bort visse prosesser som er langt unna produktet som analyseres som for eksempel utslipp knyttet til produksjon av maskinen som produserer produktet som analyseres (Curran 2012). Dette kan også føre til problemer, fordi man ikke vet hvor stor feil som da introduseres til analysen. Det andre tilfellet løses ved allokering av utslipp mellom produktene i samme prosess.

Innenfor LCA-analyser skiller man i hovedsak mellom to ulike metoder for å modellere et produktsystem (Rebitzer et al. 2004). Hvilken metode som blir brukt er avhengig av målet for analysen; enten å beskrive produktets system og miljømessig påvirkning, eller å beskrive hvordan miljømessig påvirkning i et system forventes å endre resultatet eller handlinger i systemet. Dette kalles regnskaps-LCA (attributional LCA) og konsekvens-LCA (consequential LCA). I metoden regnskaps-LCA finnes det en totalflyt som er knyttet til den funksjonelle enheten, og dette skaleres lineært i forhold til forbruket. Størrelsen av forbruket påvirker ikke systemets flyt. I konsekvens-LCA finner man derimot hvordan størrelsen av forbruket påvirker systemet, altså at man tar hensyn til marginale effekter.

2.6.3 Livsløpseffektvurdering

Målet med det tredje steget i analysen er å vurdere og forstå resultatene fra livsløpsregnskapet, slik at man kommer fram til betydningen og størrelsen av miljøpåvirkningen produksjonssystemet har gjennom livsløpet (Curran 2012). Dette gjøres gjennom følgende steg:

- **Valg av effektkategorier, kategoriindikatorer og karakteriseringsmodeller:** Effektkategorier sier noe om typer miljøproblemer som oppstår på grunn av utslipp. Dette kan for eksempel være global oppvarming, nedbryting av ozonlaget og forsurening av jord og grunnvann. Det kan velges én eller flere effektkategorier avhengig av hensikt og omfang. Karakteriseringsmodellen er metoden som skal være grunnlag for vurdering av kategoriene.
- **Tilordning av LCI-resultater til de valgte effektkategoriene:** Resultatene fra inventaranalysen tilordnes effektkategoriene som er valgt.
- **Beregning av resultat for indikator for effektkategori:** Hver effektkategori skal ha en felles enhet for alle utslippene som er tilordnet kategorien. For å omgjøre de ulike utslippene til én felles enhet, benyttes det en karakteriseringsfaktor som skaleres utslippene i forhold til deres relative bidrag innenfor effektkategorien. Resultatet fra LCI vil være en sammenstilling av de omregnede utslippene innenfor hver effektkategori. En vanlig indikator for global oppvarming CO₂-ekvivalenter.
- **(Valgfrie steg) Normalisering, gruppering, vekting og datakvalitetsanalyse:**
 - Normalisering innebærer å beregne resultatet for kategoriindikatoren i forhold til en referanse.
 - Gruppering kan gjøres enten ved å sortere eller ved å rangere effektkategoriene.
 - Vekting innebærer å bruke faktorer som reflekterer verdiene knyttet til det som vurderes, som for eksempel sosiale eller politiske prioriteringer.
 - Datakvalitetsanalyse

Det finnes ulike metoder for å vurdere konsekvensen av miljøpåvirkninger, en av de mest brukte er ReCiPe- metoden (Goedkoop et al. 2009). Denne metoden består av to ulike typer indikatorer; mid-point-indikatorer og end-point-indikatorer. Metoden inneholder 18 kategorier for mid-point og 3 for end-point. Indikatorene baserer seg på at menneskeskapt påvirkning

fører til miljømessige mekanismer. Når påvirkningen av disse mekanismene er slutt er man ved end-point, som har en viss konsekvens innenfor følgende tre kategorier; skade på menneskets helse, skade på økosystemer og ressurskostnader. Ved midten av mekanismen har man mid-pointindikatorer som viser konsekvensen innenfor 18 andre kategorier. Kategoriene sier noe om betydningen av målbare indikatorer som man kommer frem til ved hjelp av kategoriseringsfaktorer. Et eksempel på en kategori er klimaendring, et eksempel på en indikator er infrarødt-strålingspådriv og et eksempel på en indikator for dette er globalt oppvarmingspotensiale (kategorifaktoren). Kategorifaktoren brukes til å gjøre om infrarødt-strålingspådriv til kg CO₂-ekvivalenter.

2.6.4 Tolkning

Tolkningen av analysen omfatter å sammenstille resultatene fra livsløpsregnskapsfasen og livsløpseffektvurderingen (Wærp 2014). Fra dette identifiseres vesentlige forhold fra resultatene, og man gjør en vurdering av fullstendighet, sensitivitet og konsistens, samt at man kommer med konklusjoner, begrensninger og anbefalinger (Standard Norge 2007).

2.7 Vurdering av bygningers miljøprestasjon

For å vurdere bygningers miljøprestasjon er det i Norge innført en standard, NS-EN 15978, som baserer seg på livsløpsvurderinger (LCA) (Standard Norge 2011). Vurderingen skal gjøres på bakgrunn av bestemte trinn, som er definert i standarden:

Identifikasjon av vurderingens formål ↓	← Mål Tiltenkt bruk
Spesifikasjon av objektet som skal vurderes ↓	← Funksjonell ekvivalent Referanseanalyseperiode Systemgrense Bygningsmodell – Fysiske egenskaper
Scenarier for bygningens livsløp ↓	← Bygningsmodell – Tidsavhengige egenskaper Stadier i livsløpet Scenarier for hvert stadium av livsløpet og fordeler og/eller ulemper som går ut over systemgrensen
Kvantifisering av bygningen og dens livsløp ↓	← Netto mengde Brutto mengde Type data
Utvelgelse av miljødata og annen informasjon ↓	← Bruk av EPD Bruk av annen informasjon Datakvalitet Konsistens
Beregning av miljøindikatorer ↓	← Miljøaspekter og miljøpåvirkning Beregningsmetode(r) Aggregering
Rapportering og kommunikasjon ↓	← Generell informasjon Resultat fra vurdering Datakilder
Verifikasjon ↓	← Verifikasjon
Fullføring av vurdering	

Vurderingens formål

Målet, omfanget og den tiltenkte bruken av vurderingen avgjør formålet. Målet til alle vurderinger vil være å kvantifisere miljøprestasjonen til bygget. Vurderingen kan for eksempel brukes som bistand i beslutningsprosessen, deklarasjon av prestasjon i forhold til lovfestede krav eller dokumentasjon av byggets miljøprestasjon (Standard Norge 2011).

Spesifikasjon objektet som skal vurderes

Formålet med dette trinnet er å spesifisere hva som skal inkluderes i vurderingen. Utgangspunktet er at alt som befinner seg innenfor byggeplasstomta i løpet av bygningens livsløp skal inkluderes. Men, det går også an å velge å vurdere enkeltdele av bygget hvis dette begrunnes. I standarden blir byggverk utenfor byggeplasstomten, som f.eks. infrastruktur, energi, vann og avfall, utelukket fra vurderingens omfang.

I standarden brukes det en funksjonell ekvivalent for å definere de tekniske egenskapene og funksjonene som kreves for bygningen. Dette gjøres for at sammenligninger skal være så tydelige og objektive som mulig.

Referanseanalyseperiode

For å bestemme hvilke prosesser som skal tas hensyn til ved vurdering av bygget, må det settes tydelige systemgrenser. Fasene i livsløpet er inndelt som vist i Figur 2.6. Hvordan utslippet fordeles i livsløpet følger modularitetsprinsippet, som sier at prosesser som påvirker byggets miljøprestasjon skal tilordnes det punktet hvor det forekommer. I NS 15978 er det detaljert beskrevet hvordan grensene defineres innenfor hver modul.

Informasjon om vurdering av bygningen														
Informasjon om bygningens livsløp													Tilleggsinformasjon utover bygningens livsløp	
A1-3			A4-5		B1-7					C1-4				D
Produktfase			Gjennomføringsfase		Bruksstadium					Livsløpets sluttstadium				Fordeler og ulemper som går ut over systemgrensen
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	Potensiale for: - Gjenbruk- Gjenvinning - Resirkulering
Forsyning av råmaterialer	Transport	Produksjon	Transport	Bygge-/ monteringsprosess	Montere produkter i bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskifting	Renovering	Dekonstruksjon riving	Transport	Avfallshandtering	Avhending	
					B6	Driftsmessig energibruk								
					B7	Driftsmessig vannbruk								

Figur 2.6: Klassifisering av faser og moduler etter NS15978 (Standard Norge 2011)

Ved å kvantifisere massen og energistrømmene, kan en bygningsmodell settes opp. Dette gjøres på en strukturert måte, for eksempel etter bestanddeler eller prosesser. Hvor detaljert dette gjøres er avhengig av tilgjengelig data på det tidspunktet vurderingen gjennomføres. I kapittel 7.5.2 i NS15978 listes det opp hvilke bygningsdeler som skal beskrives for å fastsette bygningens fysiske egenskaper.

Scenarier for å definere bygningens livsløp

Innenfor dette trinnet skal miljøinformasjon knyttet til hver modul defineres og dokumenteres. I tillegg skal alle de relevante prosessene som gjennomføres innenfor en modul beskrives.

Kvantifisering av bygningen og dens livsløp

Byggemodellen og beskrivelsene danner grunnlag for kvantifisering av bygningen. Netto mengde spesifiseres i henhold til prosjektets tegninger eller lignende, og vurderingen skal ta med produkter, materialer, komponenter og elementer som til sammen utgjør bygget.

Brutto mengde skal også settes opp, og dette inkluderer svinn og utskifting. Det regnes bare med at man gjør et helt antall utskiftinger, og det rundes alltid opp. Når den gjenværende levetiden til en bygning er kort, må det vurderes hvor sannsynlig det er at den siste planlagte utskiftingen vil skje.

Hvor stor grad av tillitt det kan gis til resultatene avhenger av dataenes presisjonsnivå og detaljerings-grad. Dataene som benyttes bør representere bygget så presist som mulig på det tidspunktet og med det grunnlaget som finnes på vurderingstidspunktet. Data kan gis på forskjellige former (på komponent-nivå, i kg, i m², i m³ osv.) og fremstilles ved generiske data og prosjektspesifikke verdier (EPDer osv.). Tabell 1 i NS15978 angir hvilke data som foretrekkes ved ulike tidspunkt for vurderingen.

Valg av meteorologiske data og annen informasjon – Bruk av miljødeklarasjon

NS-EN 15978 tar utgangspunkt i at det anvendes EPD¹ for spesifikke produkter. Dersom slike EPDer ikke er tilgjengelige, kan det hentes informasjon fra andre kilder: For eksempel kan man benytte generiske verdier, aggregerte verdier eller andre EPDer, gitt at disse er relevante og hensiktsmessige.

Beregning av miljøindikatorer

NS-EN 15978 angir indikatorer som beskriver miljøpåvirkning, ressursbruk, avfallskategorier og utgangsstrømmer. Ved å multiplisere den kvantifiserte mengden for hvert produkt og hver komponent i en modul med den tilhørende miljøindikatoren, kommer man frem til komponentens miljøpåvirkning.

Rapportering av resultatet fra vurderingen

Standarden stiller krav til hvilken informasjon en rapport skal inneholde, og hvordan dette skal presenteres.

¹ EPD (eng: Environmental Product Declaration) er et dokument som beskriver miljøegenskaper til et produkt over hele eller deler av livsløpet (Wærp 2010)

2.8 Klimagassregnskap.no

Det er valgt å bruke *klimagassregnskap.no* som LCA-verktøy i denne oppgaven. Beregningsmetodene i klimagassregnskap.no forklares i dette kapittelet.

2.8.1 Beregningsmodellen

Klimagassregnskap.no er en beregningsmodell for klimagassutslipp i levetiden til et bygg. Dette er en begrenset livsløpsanalyse, fordi kun det globale oppvarmingspotensialet blir beregnet i modellen. Andre miljøbelastninger ikke blir tatt med. I klimagassregnskap.no regnes klimagassutslippet som CO₂-ekvivalenter (Selvig 2012). Verdiene som brukes er basert på globalt oppvarmingspotensial i et 100-årsperspektiv (se kapittel 2.1). Faktorene som utslippene vektet med er fra FN's klimapanel, og det er disse det er vanlig å bruke når man utfører en slik omregning (Selvig 2012). For å komme frem til et samlet utslipp av klimagasser for et bygg benyttes Formel 2.2.

Formel 2.2: Formel som benyttes i klimagassregnskap.no til å beregne byggets totale utslipp av klimagasser

$$E_T = \sum_i (a_i \times v_i \times e_i)$$

*E_T = Byggets totale utslipp av klimagasser beregnet som CO₂
– ekv. fra alle aktiviteter og innsatsfaktorer knyttet til bygget*

i = innsatsfaktorene i – n

a = aktivitetsdata for innsatsfaktorene i – n

v = volum av aktivitetene i – n

e = utslippsfaktor for innsatsfaktorene i – n

I beregningene inkluderes både direkte og indirekte utslipp fra innsatsfaktorene og aktivitetene knyttet til bygget i byggefase, driftsfase og vedlikehold for en 60-årsperiode (Selvig 2012). Den prinsipielle oppbygningen bygger på livsløpsanalyse, og derfor at man skal se på utslippsbidragene i alle ledd fra råvaren produseres og frem til avhending. I klimagassregnskap.no er det mulig å inkludere utslipp for alle innsatsfaktorer fra de delene av livsløpet som er oppgitt i Tabell 2.3, dette tilsvarer A1-A4 og B6, Figur 2.6. Ved å sammenligne Figur 2.6 og Tabell 2.3 ser man at livsløpets sluttstadium (C1-4) ikke er inkludert i klimagassregnskap.no, og heller ikke alle delene av bruksstadiet (B1-B7).

Tabell 2.3: Faser av livsløpet som er inkludert i klimagassregnskap.no (Selvig 2012)

1.	Utvinning av råvare	Utslipp før varen anvendes på byggeplass
2.	Transport av råvare	
3.	Raffinering/foredling/produksjon av vare anvendbar for sluttbruker f.eks. et byggemateriale, drivstoff, energivare ol.	
4.	Distribusjon/transport av varen til sluttbruker/byggeplass	
5.	Karboninnhold i brensel/drivstoff (CO ₂ -utslipp ved forbrenning)	Aktiviteter som medfører utslipp ved bruk
6.	Energibruk (stasjonær) og transport (av varer og personer) ved bruk av bygget, forutsetter gitte virkningsgrader og teknologinivå.	

2.8.2 Materialdatabasen i klimagassregnskap.no

Materialdatabasen som utslippsberegningene baseres på består av generiske verdier for materialene som inngår. Databasen i klimagassregnskap.no består av 11 hovedkategorier, med omtrent 120 ulike materialvalg. Utslippsdataene i modellen er gitt i kg CO₂-ekvivalenter per kg materiale. Dataene er basert på livsløpsinventar og livløpsvurderinger etter krav i ISO 14040-44 (Selvig 2012). Systemgrensen for dataene er fra vugge til port (A1-A3, Figur 2.6). Dataene som er i databasen er hentet inn av forskningsgruppe for miljøledelse og CSR ved institutt for industriell økonomi og teknologiledelse ved NTNU.

2.8.3 Materialmodul – tidligfase

Beregningsmetodikk og systemgrenser

For å beregne utslipp fra en bygningsdel, benyttes grunnprinsippene i Formel 2.3. Formelen viser at utslippet beregnes for hvert sjikt i bygningsdelen ut fra angitt volum, type og utslippsfaktor for materialet. Det blir også tatt hensyn til utskifting av sjiktene basert på deres levetid. Alle sjiktene som inngår i en bygningsdel summeres, og utgjør slik samlet utslipp for en bygningsdel.

Formel 2.3: Grunnprinsippet for beregningene i materialmodulen i klimagassregnskap.no (Selvig 2012)

$$E_{IM} = \sum_I \left(\left(\sum_i v_i \times m_i \times e_i \times t_i \right) + \dots + \left(\sum_n v_n \times m_n \times e_n \times t_n \right) \right)$$

E_{IM} = klimagassutslipp i CO₂ – ekv. fra material M i bygningsdel I

I = bygningsdel I – N, med levetid T

i = sjikt i – n i bygningsdel I – N

v_{i-n} = volum av sjikt i – n

m_{i-n} = materialet i sjikt $i - n$

e_{i-n} = utslippsfaktor for material m

t_{i-n} = hvor ofte sjikt $i - n$ skiftes ut, $\left(1 + \frac{60}{t}\right)$, t = levetiden for sjiktet

Tekniske installasjoner medgår ikke i beregningene for byggets samlede utslipp. Årsaken til dette er at tekniske anlegg ofte er basert på antall brukere, og derfor er vanskeligere å anslå. Ifølge Selvig (2012) blir det også brukt lite materiale til de tekniske anleggene sett i forhold til resten av materialene i bygget. Bidraget anslår Selvig (2012) til å være en liten del av totalmengden (1-2%).

2.8.4 Referansebygg

I klimagassregnskap.no opprettes det et referansebygg som kan brukes til sammenligning for prosjektert bygg, eller til å gjøre vurderinger av eget konsept. Referansebygget som opprettes er et rektangulært bygg som tilpasses av inngangsdata om bygningskategori, oppvarmet bruksareal, total bruttoareal og bebygd areal/fotavtrykk samt brutto kjellerareal. Grunnlaget for referansebyggene som inngår i klimagassregnskap.no er hentet fra erfaringstall fra prosjekter fra Bygganalyse. Det inngår omtrent 100 prosjekter som er utført de siste 5-10 årene innenfor de ulike kategoriene. Det brukes forholdstall mellom bygningstype, geometri, volum og mengder av de ulike bygningsdelene for å komme frem til standard materialer og løsninger for bygningsdelene. Materialvalgene og skalering som gjøres er basert på det som anses som standard basert på erfaringstallene for et bygg innenfor en byggingskategori. Dimensjonering av vegger, tak og gulv gjøres basert på størrelsen til bygget og hvilket teknisk nivå som velges. For yttervegger er det for eksempel ved valg av TEK10 nivå antatt en standard isolasjonstykkelse på 250 mm og for passivhus-nivå antatt 350mm isolasjon

Påliteligheten i dataene for referansebyggene varierer avhengig av bygningstype. Dette fordi det i materiale fra Bygganalyse finnes varierende antall bygg som utgjør referansen innenfor en kategori, og det kan også være større variasjonen i utforming ol. innenfor en kategori.

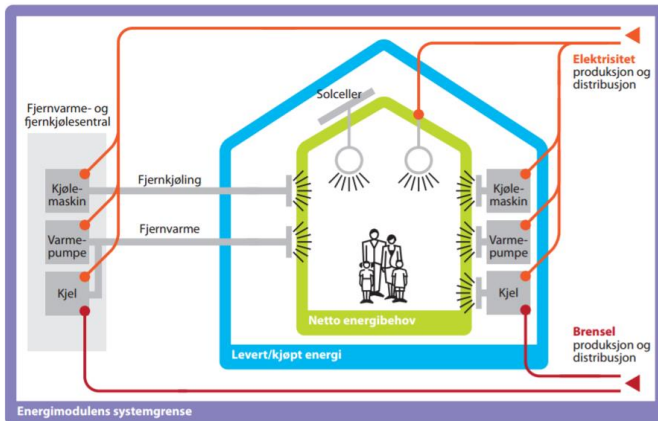
2.8.5 Prosjektert materialmodul

Innenfor denne modulen må detaljerte data for materialmengder fra alle bygningsdeler som inngår i det prosjekterte bygget innhentes. Den samlede utslippsberegningen blir i stor grad påvirket av hvor komplett informasjon som innhentes er.

2.8.6 Energimodulen

I energimodulen i klimagassregnskap.no sammenlignes bygningens energibehov innenfor oppvarming, kjøling og el-spesifikk med standarden for passivhus og TEK10.

Inngangsparameterne man trenger for bygget er netto energibehov, som man finner fra energiberegninger gjort i henhold til NS3031. Fra dette får man det totale utslippset som sammenlignes med utslippstall for passivhus og TEK10.



Figur 2.7: Systemgrenser for energibruk i drift (Selvig 2012)

Figur 2.7 viser systemgrenser for energibruk i driftsmodulen. Fra inngangsdataene man legger inn om netto energibehov, tar klimagassregnskap.no også hensyn til systemtap ved levering. Dette angis som levert energi og inkluderer tap i distribusjonssystem i bygget, reguleringstap i varmeavgivende enhet og kjeler eller gevinster for varmepumpe eller solvarme. Tap i overføringsnett blir også tatt hensyn til av modellen. For elektrisitet er tap i distribusjonsnett medregnet i utslippsfaktoren, mens for fjernvarme er det lagt inn en standardverdi som kan endres etter opplysninger fra fjernvarmeleverandøren man har.

Systemvirkningsgradene til energibæreren i klimagassregnskap.no er basert på verdier fra NS3031, dersom ikke egne verdier fra leverandør legges inn. For en bygnings varmesystem vil systemvirkningsgraden angi hvor stor del av levert energi til systemet som kan brukes. Systemvirkningsgraden er produktet av produksjonsvirkningsgraden (forholdet mellom energi levert til produksjonsenhet og energien som leveres videre til distribusjonssystemet), distribusjonssvirkningsgraden (forholdet mellom levert energi til distribusjonssystemet og energien som leveres til det varmeavgivende system) og romvirkningsgraden (1 - andelen tap fra varmesystemets varmeavgivende system).

$\text{Års-gjennomsnittlig systemvirkningsgrad} = \text{produksjonsvirkningsgrad} * \text{distribusjonsvirkningsgrad} * \text{reguleringsvirkningsgrad}$.

Utslippstaktorene som klimagassregnskap.no benytter i modulen inkluderer direkte utslipp i produksjon og i transport av energibærere fra produksjon til forbruker. Modulen inkluderer ikke utslipp på grunn av bygging av infrastruktur eller produksjon av produksjonsutstyr.

For å beregne utslipp i modulen benyttes prinsippet i Formel 2.4.

Formel 2.4: Beregning av CO₂-ekv. utslipp for en bestemt energibærer

$$\text{Utslipp} = \frac{\text{netto arealspesifikt energibehov} \times \text{utslippsfaktor} \times \text{oppvarmet BRA}}{\text{systemvirkningsgrad}}$$

For fjernvarme benyttes Formel 2.5 og Formel 2.6

Formel 2.5: Utslipp fra fjernvarme til oppvarming

$$\begin{aligned} & \text{Utslipp fra FV til oppvarming} \\ &= \frac{\text{oppvarmet BRA} \times \text{netto varmebehov per m}^2 \times \% \text{FV} \times \text{utslippsfaktor for FV}}{((1 - \text{distribusjonstap i huset}) \times (1 - \text{reguleringstap i huset}))} \end{aligned}$$

Formel 2.6: Utslippsfaktor for fjernvarme

$$\begin{aligned} & \text{Utslippsfaktor for fjernvarme} \\ &= \frac{\text{kWh innfyrte energigivare} \times \text{utslipp per energinnhold for energigivare}}{\text{produksjonsvirkningsgrad per energigivare} \times (1 - \text{distribusjonstap fram til kunde})} \end{aligned}$$

Fjernvarme

Systemvirkningsgrad for fjernvarme er mindre enn null, og dermed går noe av energien som blir produsert tapt før den blir nyttiggjort. Dermed vil det være forskjell på varmebehovet man har og energien man kjøper. Tapet blir tatt hensyn til i utslippsberegningen ved at det brukes kjøpt energi i beregningen.

Stasjonær energibruk

I klimagassregnskap.no er det tre alternativer for utslippsfaktor knyttet til elektrisitetsbruk. Der standard-alternativet er «EU-mål= 2 graders målet». Ved å velge dette alternativet legger man til grunn at utslipp knyttet til elektrisitet vil synke lineært frem til null i år 2054 (Selvig 2012). Man tar utgangspunkt i en utslippsfaktor på 361 gCO₂-ekv/kWh i 2010, som reduseres i henhold til Formel 2.7.

Formel 2.7: CO₂-faktor for elektrisitet

$$K_{el}(t) = 361 - 8,3 \times (2010 - t) \quad t = \text{årstall}$$

Formel 2.8: Gjennomsnittlig utslippsfaktor

$$K_{el} = \frac{\sum_{t_{start}}^{t_{slutt}} K_{el}(t)}{(t_{slutt} - t_{start})}$$

Utslippsfaktoren som klimagassregnskap.no bruker for elektrisitet beregnes som en gjennomsnittsfaktor fra året bygget tas i bruk til slutten av levetiden, se Formel 2.8.

2.8.7 Usikkerhetsmomenter for klimagassregnskap.no

Det er i hovedsak tre momenter som fører til usikkerhet i beregningene og resultatet fra klimagassregnskap.no

1. Usikkerhet i beregningsmodellen: kan være overlappende deler, manglende elementer eller for stor vektning av visse elementer. Beregningene som gjøres er relativt enkle, og feil her eller i programmeringen vil oppdages gjennom testing og bruk.
2. Det er stor variasjon i utslipp fra én produsent til en annen av samme materiale, dette fordi det produseres på ulikt sted, transporteres på forskjellige måter, med forskjellige råvarer og teknologinivå ol. For å redusere usikkerheten i utslippstallet for et materiale bruker derfor klimagassregnskap.no generiske verdier.
3. De som bruker modellen kan øke usikkerhet ved begrensinger i inngangsdata og misforståelser av modellen.

I livsløpsanalyser vil innsamling av data føre til usikkerhet i resultatet. I klimagassregnskap.no blir det hentet inn informasjon fra en rekke ulike kilder, prosesser og produksjonsledd, og denne informasjonen er satt sammen i beregningsmodellen (Selvig 2012). Det er usikkerhet knyttet til alle ledd i datakildene i modellen. Hovedkategoriene er usikkerhet i dataene som er tilgjengelige, og usikkerhet fordi dataene kan være ufullstendige, dvs. at noen ledd mangler i produksjon- eller livsløpskjeden.

2.9 Materialbruk og innvirkningen til modulene

Tidligere studier av miljøpåvirkning fra bygg kan gi indikasjoner på hvilke byggematerialer og stadier i livsløpet som har størst innvirkning på resultatet. Dette kapitlet gir en kort oppsummering av et utvalg av funnene som er gjort i litteraturstudien innenfor miljøpåvirkning fra bygg.

Zabalza Bribián et al. (2011) har gjort en LCA-studie der tradisjonelle bygningsmaterialer ble sammenlignet med øko-materialer innenfor tre ulike kategorier; primært energiforbruk, globalt oppvarmingspotensial og vannforbruk. Studiens funksjonelle enhet var én kg materiale, og stadiene i livsløpet som ble inkludert var produksjon, transport til byggeplass, bygging, rivning og avhending. For isolasjonsmaterialene som ble sammenlignet viste studien at isolasjon som går igjennom flere industrielle prosesser, som EPS og polyetilane-skum, har en betydelig større innvirkning innenfor alle tre kategoriene enn naturlige materialer. EPS sitt GWP fant de til å være 7,34 kg CO₂-ekv/kg, mens steinull hadde et utslipp på 1,51 kg CO₂-ekv/kg materiale. Forskjellen i materialenes termiske isoleringsegenskaper er liten, og derfor oppfordrer Zabalza Bribián et al. (2011) til større fokus på bruk av resirkulerte eller naturlige isolasjonsmaterialer. Ved analysen av betong fant de at sement, og særlig produksjonen, hadde størst innvirkning på resultatene. En forbedring av hvilken energivare som brukes ved produksjon kan bidra til en reduksjon i CO₂-ekv utslipp på 30 % i Spania.

Analysen av treprodukter viser at GWP er lavt. Dette skyldes at det ikke er nødvendig med mye industriell prosessering av treet. I tillegg til dette legger Zabalza Bribián et al. (2011) også fokus på at tre har evnen til å absorbere CO₂.

Junnila og Horvath (2003) har analysert livsløpet til et seks etasjer høyt kontorbygg på 15600 m². Fasene som de har inkludert er produksjon av materialer, byggeprosessen, bruk, vedlikehold og rivning samt transport. I analysen ble indikatorene klimaendring, forsuring, eutrofiering og spredning av skadelige stoffer vurdert. En faktor ble sett på som betydningsfull dersom den hadde en innvirkning på 80 % på noen av indikatorene innenfor den kategorien som ble vurdert. Analysen viste at byggematerialer og energibruk i drift er de to kategoriene som har betydelig påvirkning for alle indikatorene. Av bygningsmaterialene er det stål (betydelig innvirkning på fire kategorier) og betong (betydelig innvirkning på to kategorier) som påvirker mest. Innenfor energibruk i bruk er det forbruk av elektrisitet til lys, ventilasjonssystem, varme og uttak som gir betydelig påvirkning innenfor alle indikatorene. For fasene i livsløpet viser de at selve byggingen og rivning har liten innvirkning på det samlede utslippet.

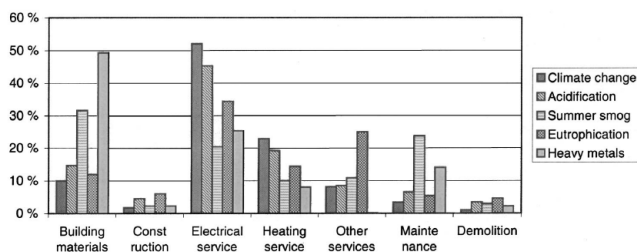


Fig. 1. Proportion of environmental impacts of an office building over 50 years of service life

Figur 2.8: Andel miljøpåvirkning for indikatorene i byggets livsløp (Junnila & Horvath 2003)

En casestudie gjort av Dalhstrøm et al. (2012) sammenligner klimapåvirkning og energiforbruk i hus bygget etter henholdsvis TEK10-standard og passivhus-standard. Dette gjøres for fire ulike energiforsyningsløsninger for oppvarming; strøm, strøm og ved, solfangere og strøm samt luft til vann-varmepumpe. Analysen omfatter midpoint- og endpoint-indikatorer. I forhold til løsningen med TEK10-hus og strøm til oppvarming (T01), reduseres nesten alle midpoint-indikatorene med opptil 25 % for alle kombinasjoner av passivhus og oppvarmingsløsning. Sammenlignes passivhusene og energiforsyningsløsningene innbyrdes, er det varmepumpe som har størst reduksjon av flest midpoint-indikatorer. Men, varmepumpeløsningen har betydelig høyere andel ozonnedbryting enn de andre. Dette gjør at solfangerløsningen er å foretrekke. For endpoint-indikatorene er passivhus-løsningene 18 til 27 % bedre enn T01. Sammenlignes TEK10 med ulike energiforsyninger med T01, er de fra -2 % til 14 % bedre. Ved undersøkelse av klimagassutslipp fra spesifikke materialer fant de at mineralull, XPS og betong hadde størst utslipp. Ved undersøkelse av bygningsdeler hadde passivhusvegger, -tak og -gulv større utslipp enn tilsvarende bygningsdeler i TEK10. Passivhus hadde totalt større klimagassutslipp fra materialer enn TEK10. Artikkelen illustrerer også hvilken betydning elektrisitetsmiks har for det totale utslippet av klimagasser. Utslippsfaktor og totalutslipp fra best til verst er; norsk, NORDEL- og UCTE-elektrisitetsmiks. Kombinasjon av TEK10 eller passivhus og energiforsyningsløsning innenfor en elektrisitetsmiks gir samme anbefalte løsning, men valget har størst innvirkning på totalen for UCTE-miks.

Blengini og Di Carlo (2010) gjennomførte en LCA av en lavenergi familiebolig bygget i nord-Italia. I boligen var energibehovet til oppvarming redusert fra 110 kWh/m², som var standard i området boligen ble bygget, til 10 kWh/m². Studien undersøkte hvilken innvirkning energisparingstiltakene hadde i et livsløpsperspektiv. Resultatet viste at tiltakene kan virke mot sin hensikt, fordi betydningen av materialforbruk var større enn forventet. Utslipp fra klimaskallet hadde høyest innvirkning, men vedlikehold hadde også stor betydning. Resultatet viser at slutfasen kan redusere innvirkningen i livsløpet fra 2 % til 17 % avhengig av indikatoren. Dette viser at materialvalg og resirkuleringspotensiale er en viktig faktor å vurdere. Bidraget fra tomt, bygging og transport var lav i forhold til de andre delene. Livsløpsenergi ble redusert i forhold til standarden med en faktor på 2,1, og globalt oppvarmingspotensiale med en faktor på 2,2.

Ruuska og Häkkinen (2015) har utført en casestudie av en boligblokk i Finland. Studien tok utgangspunkt i et faktisk bygg bygget med betongelementer og plasstøpt betong. De fant at bæresystemet hadde størst materialbidrag (582 tonn CO₂-ekv. for basistilfellet), og at komponentene som bidro mest innenfor dette fra mest til minst var; dekker, vegger, innervegger og tak. For andre bygningsdeler var bidraget fra størst til minst; balkonger, møbler og komplementering, vinduer, andre materialer, innervegger, sjakter og trapper. Totalt var utslippet 264 tonn CO₂-ekv for basistilfellet. De fant at utslippet fra materialer til utskifting og oppgradering også var betydelig, totalt 281 tonn CO₂-ekv for basistilfellet. Basisen ble byttet ut med alternative løsninger for oppbyggingen, for å se innvirkningen dette kunne ha på totalutslippet. Maks. og min. for totalutslippet i de alternative løsningene var henholdsvis 1,9 ganger større og 1,4 ganger mindre enn basistilfellet. Ved normal

energistandard stod energiforbruk i drift for 55-63 % av det relative totalutslippet, og for passivhus var dette 46-63 % av totalutslippet.

Tobias et al. (2015) sammenlignet klimagassutslippet fra materialer som inngår i et bæresystem i tre (med kjeller i armert betong) med et tilsvarende bygg med bæresystem i armert betong. I analysen inngår hele livsløpet inkludert alternativer for avhending. Resultatet viser at bæresystemet i tre har et utslipp som er omtrent halvparten av utslippet til bæresystemet i stål og betong. For begge casene driver betong og stål utslippet betydelig mer opp enn de andre materialene som inngår. Selv for bæresystemet, som i hovedsak består av tre bortsett fra i kjeller, er det betong og stål som forårsaker 75 % av utslippet fra materialene. Avhending utgjør omtrent 10 % av totalutslippet. Analyser gjort av Skullestad et al. (2016) viser også at klimagassutslipp fra bæresystem i tre er betydelig lavere enn fra et tilsvarende bæresystem i armert betong.

Takano et al. (2014) sin studie av klimagassutslipp i tre ulike caser viser at A1-A3-modulen har størst innvirkning for alle byggene sammenlignet med modul A4 og A5. Resultatene viser at A1-A3 står for 70-80 % av klimagassutslippet, mens modul A4-A5 står for 20-30 %. Dersom modul B6 (energibruk i drift) vurderes i tillegg, viser studien at denne utgjør 55-78 % av totalbidraget. Modul A1-A3 utgjør da 16-35 % av totalbidraget, og A4-A5 utgjør 6-10%.

2.10 Livssyklus kostnader

Livssyklus kostnadsanalyse (eng. "life cycle cost" – LCC) er en økonomisk evalueringsmetode av det å eie og drifte en bygning for en viss periode (Cabeza et al. 2014). Formålet med analysen er å tallfeste livssyklus kostnadene, dvs. alle kostnadene som påløper gjennom livsløpet, slik at de kan brukes som en del av en beslutnings- eller evalueringsprosess (The International Organization for Standardization 2008). Livssyklus kostnadsanalyser blir brukt i forbindelse med prosjekt- og investeringsplanlegging, prosjektering, bygging og bruksfasen til ett bygg.

En livssyklus analyse synliggjør konsekvensene av valg i et langsiktig tidsperspektiv (Bjørberg 2017). Ved å gjøre livssyklus kalkulasjoner, vil ulike løsnings forskjell i kvalitet og varighet bli synlige. Selve metodologien ble utviklet som et alternativ til å gjøre beslutninger kun basert på investeringskostnader. Denne metodologien er ofte nødvendig å benytte, ettersom et fokus kun på investeringskostnader kan føre til lite holdbare løsninger.

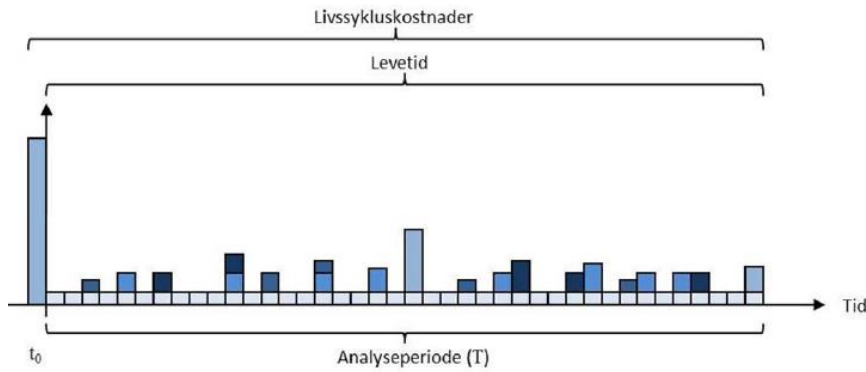
Standarden «NS345: Livssyklus kostnader for byggverk Prinsipper og klassifikasjon» gir en forklaring av kalkulasjonsmetoden for livssyklus kostnader. Metoden er basert på nåverdiberegninger, og kostnadene klassifiseres etter bestemte poster; kontoplan.

Kontoplanen er bygget opp i to nivåer, der nivå én er hovedposter og nivå to underposter (se Tabell 2.4). Hver kostnads post er definert som en aktivitet, og inn i denne aktiviteten skal alle kostnader som er knyttet til denne medregnes. Det vil si at man må inkludere, lønn, materiell, utstyr, maskiner, påslag ol.

Tabell 2.4: Kostnads klassifikasjon (Standard Norge 2013)

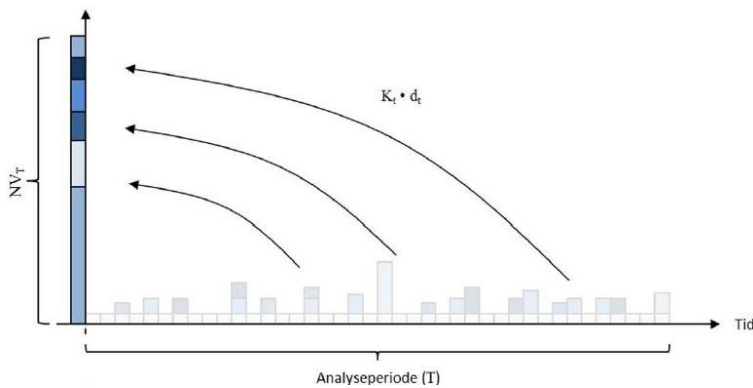
1	2	3	4	5	6
Anskaffelses- og restkostnader	Forvaltningskostnader	Drifts- og vedlikeholds-kostnader	Utskiftings- og utviklingskostnader	Forsyningskostnader	Renholds-kostnader
11 Tomt 12 Nybygg 13 Hovedombygging 14 Restkostnader	21 Skatter og avgifter 22 Forsikring 23 Eiendomsledelse og administrasjon	31 Drift 32 Vedlikehold 33 Reparasjon av skader	41 Utskifting 42 Utvikling	51 Energi 52 Vann og avløp 53 Renovasjon	61 Regelmessig renhold 62 Periodisk renhold 63 Ekstraordinært renhold 64 Rengjøringsrelatert oppgaver

En LCC-kalkulasjon gjøres for en bestemt analyseperiode (T). Denne perioden kan for eksempel være levetiden til bygningsdelen, leieperiode, forventet tid frem til hovedombygging ol. (Standard Norge 2013). Formler brukt i kalkulasjonen er satt opp i Tabell 2.5. Innenfor analyseperiodens tidsrom vil det påløpe kostnader (Kt) i forbindelse med de ulike kostnadskategoriene. Kostnadene knyttes til en bestemt dato.



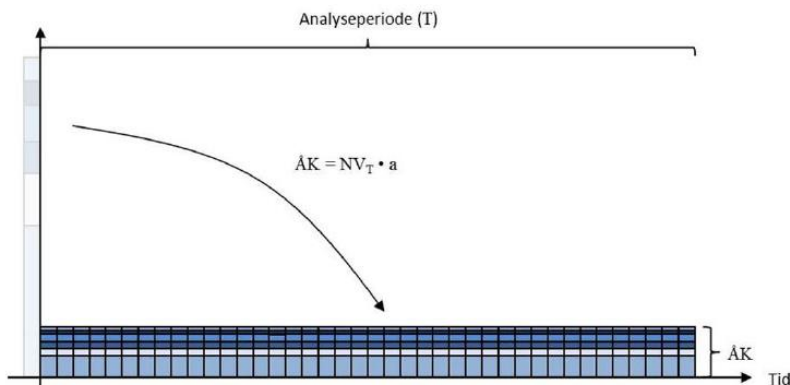
Figur 2.9: Livssyklus kostnader - fordeling av kostnader over analyseperioden (Standard Norge 2013)

For å finne nåverdien (NV) av kostnaden diskonteres den til et fastsatt basisår (t_0 – startåret til beregningen), se Figur 2.10 (Standard Norge 2013). Dette gjøres ved at man beregner diskonteringsfaktoren (d_t), som bestemmes av kalkulasjonsrenten (r) og antall år kostnaden påløper fra basisåret. Denne multipliseres deretter med kostnaden (K_t).



Figur 2.10: Livssyklus kostnader – diskontering (Standard Norge 2013)

Summen av alle nåverdiene av kostnadene er totalbeløpet som bygget vil koste over analyseperioden i dagens verdi (Standard Norge 2013). Det er ønskelig å fordele disse kostnadene jevnt utover analyseperioden for å få en oversikt over hva man må betale hvert år for å kunne dekke kostnadene gjennom analyseperioden, se Figur 2.11. Dette betegnes som årskostnaden. Årskostnaden finner man ved å først finne en annuitetsfaktor, og deretter å multiplisere denne med NV_t , summen av alle nåverdiene av kostnadene i analyseperioden.



Figur 2.11: Livssyklus kostnader - årskostnader (Standard Norge 2013)

Tabell 2.5: Formler brukt ved livssyklus kostnadsanalyse

$d_t = \frac{1}{(1+r)^t}$	Diskonteringsfaktor
$NV = K_t \times d_t$	Nåverdi
$NV_t = \sum_{t=0}^T K_t \times d_t$	Summen av nåverdier av kostnader i analyseperioden
$a = \frac{r}{1 - (1+r)^{-T}}$	
$\text{ÅK} = NV_t \times a$	Årskostnad

Levetid

Levetiden til et bygg eller en bygningsdel defineres som «tiden som bygget eller dets deler oppfyller krav til ønsket funksjon» (Haagenrud 2004). Funksjonen er kravene man stiller til bygningsdelen eller byggets egenskaper, og beskrives med en målbar ytelse. Et eksempel på dette er glansgrad til maling eller absorpsjonsevne til akustiske absorbenter.

Hvor ofte en bygningsdel skiftes ut er en usikker parameter (Edwardsen 2017). Det kan være andre faktorer enn bare den tekniske funksjonaliteten som har innvirkning på utskifting, som for eksempel estetikk og brukerkrav. Man skiller derfor mellom teknisk levetid (levetiden en bygningsdel kan brukes før den blir utslitt), funksjonell levetid (levetiden frem til en bygningsdel ikke lenger oppfyller kravene til sin opprinnelige funksjon), estetisk levetid (levetiden hvor bygningsdelen er estetisk tilfredsstillende) og økonomisk levetid (grensen hvor det å beholde bygningsdelen er mindre gunstig enn å bytte den ut) (Bjørberg et al. 2009). Det må også forutsettes at det gjøres vedlikehold slik at nedbryting av komponenter forhindres, og levetiden ikke blir kortere enn forutsatt.

For å kunne beregne livsløpskostnader er utskiftings- og vedlikeholdsintervaller viktige. Det er mest vanlig å bruke erfaringsdata for å anslå intervallene. Faktorer som alder, teknisk kvalitet og påkjenning (fra klima og bruk) vil påvirke, se Tabell 2.6, noe som gjør at det vil være variasjoner i hvert enkelt tilfelle som må vurderes (Edwardsen 2017). I Norge er det ikke en bestemt standard for disse intervallene, men det finnes veiledninger for eksempel fra SINTEF Byggforsk.

Tabell 2.6: Innvirkningen teknisk kvalitet og påkjenning fra klima og bruk har på utskifting- og vedlikeholdsintervall (Edwardsen 2017)

Teknisk kvalitet	Påkjenning		
	Små	Middels	Store
Lav	Middels	Kort	Kort
God	Lang	Lang	Middels
Meget god	Lang	Lang	Middels

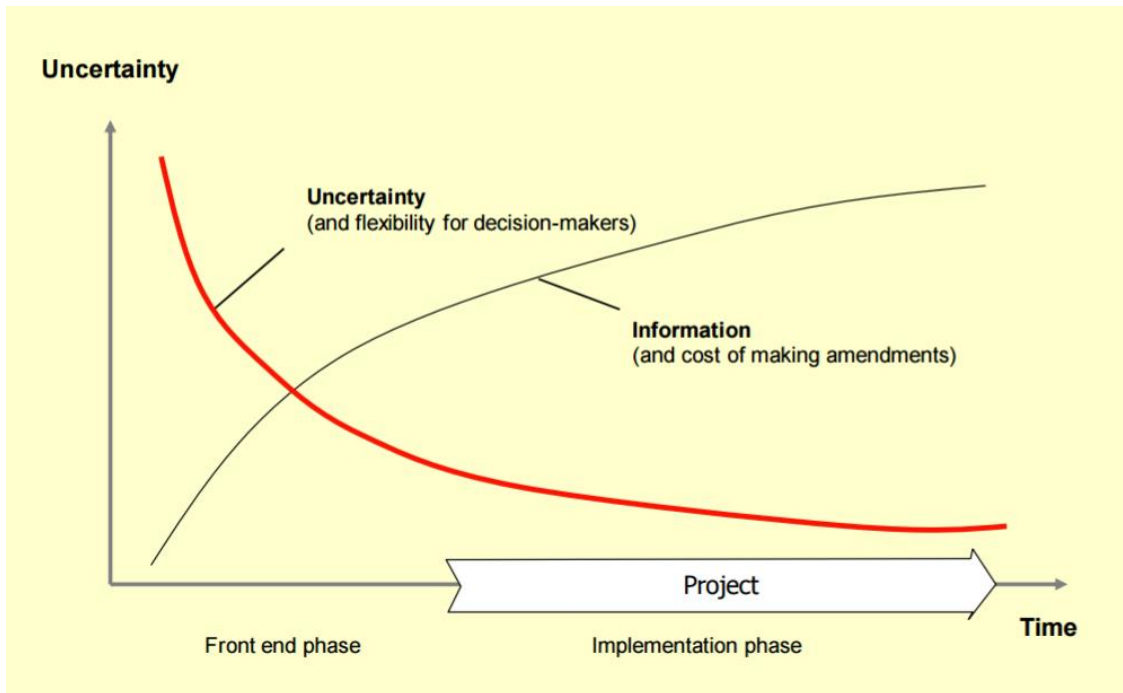
Materialvalg

Komponentene som inngår i et bygg kan klassifiseres i fire kategorier etter hvor ofte de byttes ut:

1. Bygningsdeler som aldri byttes ut
2. Bygningsdeler som er svært kostbare eller vanskelige å bytte ut
3. Bygningsdeler som må byttes ut
4. Tekniske installasjoner

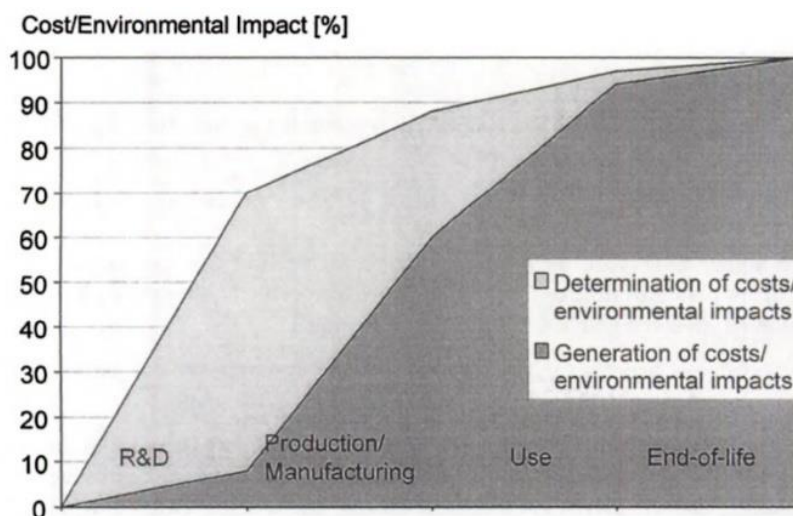
Levetiden for bygningsdelene i de ulike klassene har stor innvirkning på livssyklus kostnadene. Dette er derfor noe som må tas hensyn til ved valg av løsninger, og det kan være lurt å ta høyde for forbindelser mellom bygningsdeler, samt hvor ressurskrevende det vil være å erstatte ulike deler.

2.11 Tidligfaseplanlegging og bruk av livsløpsanalyser som beslutningsverktøy



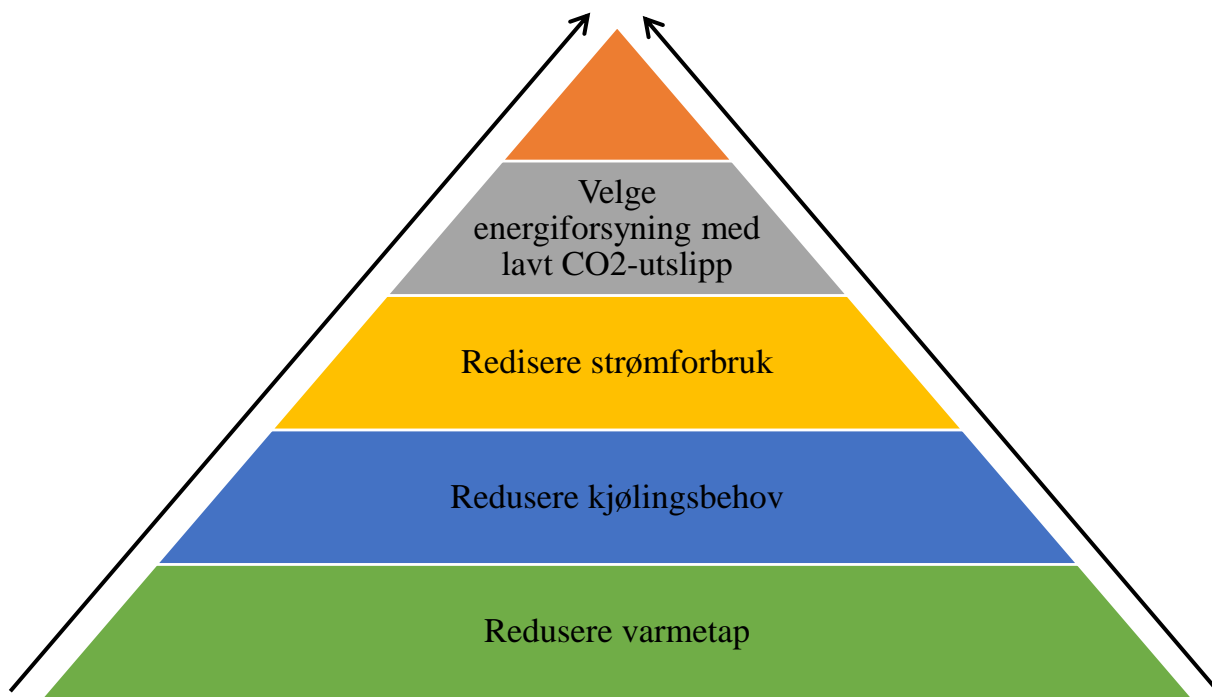
Figur 2.12: Sammenheng mellom usikkerhet, informasjon og kostnader og faser (Samset 2014)

Det er i tidligfase rammene for og premisene til et prosjekt defineres. Her kan prosjektets mål endres uten at dette har store konsekvenser. Dersom dette gjøres senere i prosjektet vil det innebære endringer i planer og forpliktelser, noe som fører til økte kostnader, dette illustreres på Figur 2.12 (Samset 2014). Rebitzer (2002) illustrerer også hvor viktig det er å ta hensyn til miljømessige og kostnadmessige spørsmål i tidligfase (R&D- Research and Development) i Figur 2.13. Figuren viser at det er her man har størst påvirkningspotensiale. Sammenlignet med de andre fasene i et byggeprosjekt er det minst direkte kostnader og utslipp som genereres i tidligfase. Ding (2008) argumenterer for at miljøvurderinger bør starte så tidlig som mulig i et prosjekt for å minimere miljøpåvirkning, maksimere utnyttelsen av naturressurser og redusere kostnader.



Figur 2.13 Sammenheng mellom kostnader og miljøpåvirkning i ulike faser av livsløpet (Rebitzer 2002)

Hvis målene i prosjektet ikke defineres tidlig, kan målene få mindre fokus eller vise seg å ikke være mulig å gjennomføre (Hasse et al. 2010). For å få tilgang på så god informasjon som mulig må det involveres parter med god kompetanse innen klima og energi i tidligfase (Hasse et al. 2010). Dette for å sikre at de nødvendige hensyn til funksjonalitet, arealeffektivitet, energibruk og materialer blir ivaretatt, slik at krav til miljø og energieffektivitet overholdes. Pyramiden i Figur 2.14 viser en stegvis strategi for å redusere energibehov i bygninger.



Figur 2.14: Stegvis strategi for reduksjon av energibehovet i bygg, tilpasset fra Hasse et al. (2010)

Ett av formålene med å utføre LCA- og LCC-analyser er å tydeliggjøre konsekvensene av valg som beslutningstakerne har. For LCA vurderes dette i et miljøperspektiv, og for LCC gjelder dette for et langsiktig økonomisk perspektiv. Men, for at beslutningstakerne skal kunne gjøre best mulige valg, er dette to perspektiver som må sees i sammenheng. Ifølge Norris (2001), vil en ved å ikke se LCA-analyser i sammenheng med økonomiske konsekvenser miste relevansen og betydningen av analysene. Man vil da utelate synliggjøringen av muligheter, og dermed også gjøre det vanskelig å ta gode beslutninger.

I følge Basbagill et al. (2013) har utfordringer med implementering av livssyklusvurderinger i bygg- og anleggs industri blant annet vært å få tak i komplett informasjon om miljøpåvirkningen til bygningens komponenter, følge materialflyt og definere systemgrenser. I tillegg til dette er prosjekteringsarbeidet i starten av prosjekter ofte fragmentert, der det er en rekke faktorer som må tas hensyn til, og der forslag til løsninger utformet av en rekke spesialister innenfor sine fagområder må integreres. Derfor er det viktig at man gir beslutningstakere informasjon om hvilke beslutninger som har betydning for byggets miljøpåvirkning, og slik gir dem mulighet til å prioritere beslutninger med stor påvirkning tidlig i prosessen. Ved å gi økt informasjon om miljøpåvirkning og økt forståelse fremmes utvikling av bærekraftige bygg (Häkkinen & Belloni 2011).

3 Metode

Metoden som er benyttet i oppgaven er litteraturstudie, casestudie, dokumentanalyse og beregning av klimagassutslipp etter NS15978. I dette kapittelet presenteres det hvordan dette har blitt utført og hvilke metodiske valg som er gjort i gjennomføringen.

3.1 Litteraturstudium

Litteraturstudien vil gi pålitelige svar, fordi det er en metode som enkelt kan gjentas av noen andre. Materialet som er brukt er tilgjengelig på internett, og det er derfor mulig for andre å finne frem til den samme informasjonen og gjøre de samme vurderingene.

3.1.1 Strategi for utførelse av søk

I litteratursøket er søkemetodene systematisk søk og kjedesøk benyttet. Systematiske søk fungerer slik at man gjennom emnespesifikke ord søker etter kilder i databaser (Rienecker et al. 2013). I kjedesøk finner man frem til nye kilder gjennom søk i relevante kilders referanseliste. Databasene som er brukt i søket er valgt ut med bakgrunn i databasekatalogen til universitetsbiblioteket. NTNU har kjøpt rettigheter til en rekke vitenskapelige tidsskrifter, databaser, e-bøker o.l. Ved å være logget på NTNUs internett får man tilgang til disse. Dette er kilder som NTNUs bibliotekarer vurderer og kvalitetssikrer til en viss grad før de blir kjøpt inn (Tangen 2010).

3.1.2 Beskrivelse av databaser

Det er utført systematiske søk i databasene; Scopus, Oria og Google Scholar. Disse er databaser som inneholder stoff fra en rekke ulike fagfelt og ulike typer materiale. Dette gjør at søk i disse databasene krever mer innsnevring av søket og tilpasning for å unngå støy i søket.

3.1.3 Utførelse av søk

I Tabell 3.1 er det listet opp eksempler på ord som har blitt benyttet i forbindelse med litteratursøket. Ordene har noen ganger også blitt brukt i kombinasjoner med hverandre, for å begrense antall treff.

Tabell 3.1: Søkeord

Norsk	Engelsk
	LCA
	LCC
Passiv hus	Passive house
Klimagassutslipp materialer	Material emission
	Emodied emission
Materialer bygg LCA	Material building LCA
	ZEB
	Zero emission building

Kostnader bygg	Cost building
	Cost construction
	Cost LCA
Fjernvarme	District heating GHG
Fjernvarme utslipp	District heating emissions
Oppvarming utslipp	Heating emission

Bruk av logiske operatører, frasesøk og trunkering er også viktig for å begrense eller utvide søket. De ulike databasene har noe ulik funksjonalitet knyttet til dette. I Scopus og Oria kan man benytte trunkering og frasesøk, samt logiske operatører; AND, NOT, OR i Scopus og OG, ELLER, IKKE i Oria. Google Scholar forstår frasesøk, og mellomrom regnes her som OG. Databasene har også ulik funksjonalitet i forhold til innsnevring etter tema, nøkkelord, område, språk, årstall o.l.

3.1.4 Kildekritikk

For å vurdere materialet som ble funnet i litteratursøket ble VIKOs TONE-kriterier (Troverdighet, Objektivitet, Nøyaktighet, Egnethet) brukt, samt informasjon om kildekritikk i boken «Den Gode Oppgave» (Rienecker et al. 2013).

3.2 Casestudie

En casestudie er en metode som betrakter noe få prosjekter eller eksempler (Dahlum 2016). Ved å gjøre en casestudie knytter man teori opp mot praksis, og slik får man mulighet til å bruke og forstå teorien. I denne oppgaven er ett bestemt case undersøkt og sammenlignet med en referanse. Dette gjør at resultatene som er lagt frem i oppgaven kun er gjeldene for dette case og ikke uten videre kan utvides til andre tilfeller.

3.3 Metodiske beslutninger i analyse av klimagassutslipp

I oppgaven er det gjort en vurdering av et bygg som oppfyller kravene til passivhus-standard og et referansebygg bygget etter TEK10-forskriften. På grunn av formålet med oppgaven, og forskningsspørsmålene, er det ikke ansett som hensiktsmessig å utføre en fullstendig LCA-analyse som vurderer alle faser og hele livsløpet til bygget. For å kunne besvare spørsmålene er det i isteden lagt vekt på å undersøke klimagassutslipp fra materialer, energiforbruk og transport. Dette skal ifølge Wittstock et al. (2011) betegnes som en fokusert vurdering. Vurderingen er gjort i henhold til NS15978: «Bærekraftige byggverk Vurdering av bygningers miljøprestasjon Beregningsmetode» (Standard Norge 2011), og EeB-Guiden (Wittstock et al. 2011) er også brukt ved behov.

Spesifikasjon av objektet for vurdering

Lade skole er ett bygg som inneholder en skoledel og en flerbrukshall. Dette er to ulike bygningskategorier, og derfor vurderes delene mot to ulike referanser. Disse to delene vil i den videre teksten bli betegnet som passivhus-skolen og passivhus-flerbrukshallen.

Referansebyggene er bestemt etter klimagassregnskap.no sin modell og representerer et standard skolebygg og flerbrukshall bygget etter kravene i TEK10-forskriften, som forklart i kapittel 2.8.4. Når disse referansebyggene refereres til hver for seg vil i den videre teksten bli betegnet som TEK10-skole og TEK10-flerbrukshall.

I vurderingen av Lade skole og referansebyggene er alle materialer inkludert, mens uteområder, selv om de er innenfor tomtens grenser, er ikke inkludert. Dette er gjort fordi det er antatt at i alle tilfellene vil kravene til uteområdene være like, og dermed vil ikke påvirkningen bidra til å tydeliggjøre forskjeller mellom bygg bygget etter ulik standard. Ifølge NS15978 (Standard Norge 2011) er infrastruktur for kommunikasjon, energi, vann, avfall og transport som er utenfor byggeplasstomten ikke en del av miljøpåvirkningene som forbindes med bygging av en bygning. Dermed er ikke denne infrastrukturen tatt med i vurderingen.

Byggene sammenlignes over samme levetid på 60 år. Denne levetiden er valgt fordi dette ofte er satt som standard levetid for bygg (Kristjansdottir et al. 2014).

Systemgrensene som er satt er basert på formålet. Fordi det skal gjennomføres en sammenligning, er det ikke ansett som hensiktsmessig at alle deler av livsløpet inkluderes. Dette fordi flere av fasene vil være like for begge bygningene som sammenlignes og derfor ikke vil bidra med informasjon som tydeliggjør forskjeller. Modulene fra NS15978, som er forklart i kapittel 2.7, som ikke er vurdert på grunn av dette er: modul A5, B1, B2, B3, B5, B7 og C1-C4. Fasene som er inkludert er modul A1, A2, A3, A4, B4, B6.

Siden det ikke er gjort en analyse av alle deler av livsløpet skal det ikke brukes en funksjonell enhet (Wærp 2014). Det er i oppgaven sett på det totale klimagassutslippet fra de modulene som er vurdert. Siden passivhus-skolen og referanse-skolen har samme areal, er det allikevel mulig å sammenligne disse med hverandre. Det samme gjelder også for passivhus-flerbrukshallen og referanse-flerbrukshallen. Det er også mulig å sammenligne det prosentvise bidraget fra modulene på tvers av bygningskategorier.

Kvantifisering av bygningen og dens livsløp

For innhenting av materialmengder og -typer er det for Lade skole hentet inn informasjon fra BIM-modellen i Solibri Model Checker, og fra tegninger, beskrivelser og rapporter til prosjektet.

Solibri Model Checker kan brukes til å hente ut informasjon om lengde, bredde, volum, tverrsnittsareal o.l. for bygningsdelene. I programmet sorteres delene av bygget etter fagområde, for eksempel plasstøpt betong, massivtre, prefabrikkert betong og stål. I modellen ligger det informasjon knyttet til alle objektene som er tegnet. For å hente ut informasjonen man er ute etter spesifiseres dette først i programmet, og deretter hentes det ut av modellen og eksporteres til Excel. I Excel må deretter denne informasjonen sortert slik at ønsket informasjon kan summeres og brukes til beregning av klimagassutslipp.

I prosjektet oppdateres prosjekteringsgrunnlaget og Solibri-modellen relativt ofte, på grunn av at det er et pågående prosjekt. I denne oppgaven er det derfor valgt å bruke versjoner som var gjeldene på det tidspunktet beregningene ble utført, men som når denne oppgave skal leveres inn kan ha blitt oppdatert. Endringene i prosjekteringsgrunnlaget underveis i et prosjekt er små, ettersom alle hovedkomponenter er fastsatt. Det er derfor ikke brukt tid på å oppdatere mengder og areal etter hvert som det har kommet nye versjoner, ettersom dette har liten betydning for oppgavens resultat.

Oversikten over hvordan dette er gjort er i sin helhet er satt opp etter de samme postene som brukes i klimagassregnskap.no, og er vedlagt som Vedlegg 2.

Beregning av miljøindikatorer

Klimagassutslipp målt med CO₂-ekvivalenter fra globalt oppvarmingspotensiale og totalforbruk av energi er brukt som indikatorer i denne oppgaven. Hvordan disse indikatorene beregnes er forklart i dette kapittelet og kapittel 3.3.2, 3.3.3 og 3.3.4. Disse indikatorene er valgt fordi det er stort fokus på de i klimamål og forskriftskrav, samt en del av målene til byggherren. Klimagassutslipp, CO₂-ekvivalenter, er i den videre teksten betegnet som utslipp.

3.3.1 Metodiske beslutninger for vurdering av produktfasen (A1-A3)

I modul A1 til A3 er generisk data for CO₂-ekvivalent utslipp for produktfasen for materialene som inngår i bygget hentet fra klimagassregnskap.no. En beskrivelse av beregningsmetodikken i klimagassregnskap og oppbygningen av modulene er gitt i kapittel 2.8. Dataene for produktfasen og dataen i den stasjonære energimodulen i klimagassregnskap.no, skal ifølge Selvig (2012) være i tråd med «NS-EN 15978:2011: Bærekraftig byggverk - vurdering av bygningers miljøpåvirkning» og «NS-EN 15643-2:2011: Bærekraftige byggverk – vurdering av bygninger i et bærekraftperspektiv – Del 2 Rammeverk for vurdering av miljøpåvirkning». Disse dataene er brukt fordi det på tidspunktet vurderingen ble gjort ikke forelå EPD-er for alle produktene som brukes i bygget. I følge tabell 1 i NS-EN 15978 kan generiske data brukes for vurdering under bygging (Standard Norge 2011).

Ettersom oppgavens mål er å gjøre en sammenligning er det spesielt viktig at dataene har samme kilde (Wittstock et al. 2011). Derfor er det vurdert som hensiktsmessig å være konsekvent i bruken av data fra klimagassregnskap.no selv om det er noen av materialene på Lade skole som det finnes EPD-informasjon om.

Hvilke inngangsparametere som er brukt til vurdering av produktfasen og hvordan det er kommet frem til disse er beskrevet i kapittel 3.3. Et detaljert oppsett av alle inn- og utgangsparametere finnes i Vedlegg 2.

3.3.2 Metodiske beslutninger for transportutslipp A4

I vurderingen av transportutslipp, er utslipp knyttet til transport av materialer fra fabrikkport til byggeplassen inkludert. For å komme frem til avstandene som produktene transporteres, er det antatt at produktene transporteres fra produsentens fabrikk og direkte til Lade skole. Dette fordi det ikke har vært mulig å finne detaljert informasjon om hele transportkjedene til alle produktene. Dersom annet ikke er spesifisert i informasjonen som er funnet hos produsenten, er det antatt at alle varer blir transportert med lastebil. Det er antatt at hvor materialene i referansebygget og passivhuset er like, er disse produsert av samme produsent.

For utregning av utslipp for Transport modulen, A4 er Formel 3.1 benyttet.

Formel 3.1: Utregning av transportutslipp

$$\text{Transportutslipp} = \text{antall km transportert} \times \text{tonn materiale} \times \text{utslippsfaktor for transportmiddelet som benyttes}$$

Det er brukt informasjon om CO₂-ekvivalente utslippsfaktorer for godstransport fra Transport Økonomisk Institutt (European Environmental Agency 2017; Madslie & Kwong 2015; Thune-Larsen et al. 2009). I faktoren for utslipp fra lastebil er det tatt høyde for en gjennomsnittlig plassutnyttelse av lastebilers volum og av lastebilen når den kjører tilbake. Utslippsfaktorene som er brukt er satt opp i Tabell 3.2.

Tabell 3.2: CO₂-ekv. utslipp per tonn km for lastebil og tog (European Environmental Agency 2017; Madslie & Kwong 2015; Thune-Larsen et al. 2009)

Lastebil g CO ₂ /tonnkm	121
Tog g CO ₂ /tonnkm	10

For å sammenligne effekten av transport har på klimagassutslipp er det hentet inn informasjon vedrørende produsenter av materialer i det faktiske bygget. Der det har vært mulig å finne frem til faktisk leverandør og produsent av materialene i passivhus-skolen, er disse brukt, ellers er det funnet frem til materialer som har samme funksjon. Tabell 3.3 gir en oversikt over material produsentene, antall km fra produksjonssted til byggeplass og hvordan det blir produsert. Dersom ikke annet er oppgitt i tabellen er transportavstandene fra produksjonssted til Lade skole funnet ved bruk av Google maps (Google u.å).

3 Metode

Tabell 3.3: Oversikt over materialenes leverandør og produksjonssted samt avstand fra produksjonssted til Lade skole

Materiale/komponent	Leverandør	Produksjon	Km
Massivtre	Woodcon	I følge Woodcon (u.å) transporteres massivtreet/limtreet de leverer fra Stora Enso i Østerrike. Det er da antatt at dette fraktes med tog til Tyskland og deretter med jernbaneforbindelse til Trondheim. Denne distansen er, ifølge kart fra ScanMed RFC (u.å) og informasjon fra Banenor (2017), til sammen omtrent 2385 km.	2385
Armeringsstål	Celsa armeringsstål, Smith stål	I følge kontaktperson hos Smith stål får de blant annet armering fra Celsa armeringsstål, som har produksjonsanlegg i Mo (Celsa armeringsstål u.å), som de kapper og bearbeider i produksjonshallen sin på Heggstadmoen på Heimdal.	505
Betong	Norbetong	Norbetong har en fabrikk på Heggstadmyra på Heimdal (Norbetong u.å).	18
Betongelementer	Spenncon	Spenncon har fabrikk på Verdal (Spenncon u.å).	88
Stålbæresystem	Skanska stål	Skanska Stålfabrikken ligger på Øysand i Melhus (Skanska u.å).	27
Peler	NTF	Etter samtale med kontaktperson hos NTF produseres stålkjernepelene i Litauen og stålrørspelene i Finnland.	1000 1500
EPS	Sundolitt isolasjon	Sundolitt produserer isolasjonen på egne fabrikker i Ålesund (Sundolitt u.å).	296
Glassull	Knauf isolasjon	Knauf isolasjon har produksjon i flere land i Europa, og det er antatt at isolasjonen kommer fra mineralullfabrikken nærmest Norge, som er i Bernburg (Knauf Insulation u.å).	1670
Steinull	Rockwool	Rockwool har en fabrikk på Lade i Trondheim (Rockwool u.å).	3
Vindu, vindusdører	Lian	Lian har fabrikk på Kyrksæterøra (Lian u.å).	109
Fuktsperre	Icopal	Antar at dampspærre fra Icopal anvendes. Icopal har produksjon i Malmø.	1060
Stenderverk	Inn Tre	Antar at konstruksjonsvirke er fra InnTre, de har sagbruk og høvleri på Steinkjer	119
Kledning	Moelven	Antar at det er Malmfuru produsert av Moelven som blir brukt. Dette produseres på deres sagbruk Granvin Bruk (Moelven u.å).	590
GU	Norgips	Antar at gips fra Norgips anvendes, de har fabrikk i Selvik (Norgips u.å)	560
Dører	Swedoor – Jeld-Wen	Antar at dører fra Sweedoor brukes. Swedoor er en del av Jeld-Wen, gruppen som blant annet har produksjon i Åstorp i Sverige (JW u.å).	990
Maling	Jotun	Antar at Jotun-maling blir bruk. Jotun har malingsproduksjon i Sandefjord (Jotun u.å).	630

3 Metode

Leca	Lettklinker	Antar at Leca blir brukt, kulene blir produsert på Røingen, og blokkene i Borge og Vestnes (Leca u.å).	700
Laminat	Frobo	Antar at gulvbelaget linoleum produseres på Forbo sin fabrikk i Assendelft i Nederland (Forbo flooring systems u.å)	1800
Vinyl	Forbo	Antar at gulvbelegget i vinyl produseres på Forbo sin fabrikk i Coevorden i Nederland (Forbo flooring systems u.å)	1800
Parkett	Moelven	Antar at parkett produsert av Moelven blir brukt, og at dette produseres på deres sagbruk Granvin Bruk (Moelven u.å).	591
Keramisk flis	Azulev	Antar at flisene som anvedes er produsert av Azulev, som har produksjon i Onda i Spania.	3400
Gipsplate	Norgips	Antar at gips fra Norgips anvendes, de har fabrikk i Selvik (Norgips u.å)	560
Sponplate	Arbor	Antar at Sponplatene blir produsert av Arbor i Hattefjell, (Arbor u.å)	370
Asfaltpapp	Icopal	Asfaltpapp fra Icopal produseres i Malmø, avstanden til Lade skole er 1060 km	1060
Ståltrapp	Midthaug	Anar at Midthaug leverer ståltrapper til prosjektet. De produserer ståltrapper på Kleive i Molde (Midthaug u.å).	250
Tretrapp	Woodcon	Antar samme transport som for massivtreet.	2395
Stålstendere	Norgips	Sverige Sävsjö Plåtindustri AB	995
Himling	Glava	Antar at himling er produsert av Glava i Stjørdal (Glava u.å)	30
Avrettingsmasse og puss	Weber	Antar at dette leveres av Weber, som produserer på Lade i Trondheim.	2

3.3.3 Metodiske beslutninger for utskifting

Komponenter som skiftes ut i løpet av bygningenes livsløp er satt opp i Tabell 3.4. Levetiden til hver enkelt komponent er også inkludert i tabellen. Det antas at bygningsdelene skiftes ut etter forhåndsbestemte perioder. Den totale levetiden for bygget er satt til å være 60 år (Kristjansdottir et al. 2014). Det er i beregningene valgt å estimere utslippet i konservativ retning, ved at det er antatt at nye komponenter har samme levetid som komponenten som var der før utskifting, og at de nye komponentene fører til samme miljøpåvirkning. Dette gjøres fordi det er usikkert hvordan materialer vil håndteres og hvilken teknologisk utvikling det vil være i fremtiden, som anbefalt av Kristjansdottir et al. (2014) og Wittstock et al. (2011). Det er vurdert som usannsynlig at en komponent byttes ut i siste året av byggets levetid.

Komponenter som egentlig skulle ha blitt skiftet ut i år 60 er derfor ikke inkludert i byggets siste leveår.

Tabell 3.4: Levetid bruk til å bestemme utskiftingsintervaller for konstruksjonsdeler som har levetid under 60 år (Klimagassregnskap.no 2017)

Komponent	Levetid
Yttervegg	
• Glassfelt – utvendige vinduer	25
• Dører – utvendig	30
• Innvendigkledning	20
• Utvendigkledning	30
Innervegg	
• Lette innervegger og utforing	30
• Isolasjon	30
• Glassfronter (dør- og møteromsfront)	15
• Kledning	15
• Overflatebehandling	15
Dekker	
• Gulv	25
• Himling	15
Tak	
• Tekking	30

Det er også gjort en konservativ vurdering av transportutslipp fra produksjonssted til byggeplass og fra skolen til avfallshandtering. Utslippsfaktorene per tonnkm er de samme for begge. Hvor materialene transporteres etter utskifting er avhengig av hvordan de gjenvinnes og hvor dette gjøres. Det er antatt at dette gjøres på samme sted og måte som det gjøres i dag, se Tabell 3.5 (Kristjansdottir et al. 2014; Wittstock et al. 2011). Det er antatt at avfallet behandles på de nærmeste gjenvinningsstasjonene fra Lade skole, hvor dette er hentet fra bedriftenes nettsider (Celsa armeringsstål u.å; Gips Recycling Norge As u.å; Glava u.å; Norfolier u.å; Statkraft varme AS u.å; Trondheim Renholdsverk u.å), og for å finne transportavstanden er Google maps (Google u.å) benyttet.

Tabell 3.5: Tabellen viser hvordan de ulike materialene håndteres, hvor, hvilken bedrift det er antatt som står for gjenvinningen, avstanden fra Lade skole til gjenvinningsstasjon og hvordan det er antatt at dette transporteres.

Materiale	Avfallsbehandling	Sted	Bedrift	Transport-avstand, km	Transport-middel
Tre	Energi-gjenvinnes	Sluppen, Trondheim	Statkraft Varme AS	10	Lastebil
Metall	Resirkuleres	Mo i Rana	Celsa armeringsstål	480	Lastebil
Glass	Resirkuleres	Stjørdal	Glava As	35	Lastebil
Glassull	Resirkuleres	Stjørdal	Glava As	35	Lastebil
Asfaltpapp		Heimdal	Trondheim Renholdsverk	19	Lastebil
Isolasjon	Resirkuleres	Heimdal	Trondheim Renholdsverk	19	Lastebil
Gips	Resirkuleres	Selvik, Drammen	Gips recycling Norge AS	560	Lastebil
Plastikk	Resirkuleres	Follodal	Norfolier	200	Lastebil

Avhending (destruering, ombruk og gjenvinning) av materialene i bygget er ikke inkludert i beregningene i klimagassregnskap.no (Selvig 2012). Det har ikke lyktes med å finne en god kilde for utslippsfaktor for avfallet, og derfor har systemgrensen i utskiftingsmodulen blitt kuttet etter materialene er transportert til gjenvinningsstasjonene.

3.3.4 Metodiske beslutninger energibruk og energiforsyning

Det antas at energiforbruket til oppvarming, kjøling, belysning og varmtvann er det samme gjennom hele livsløp, og at det er likt hvert år for alle årene av byggets levetid. Forbruket som forutsettes er i henhold til energiberegningene som blir forklart nærmere i kapittel 4. Det er vurdert tre ulike scenarier for energiforsyning til oppvarming;

- Alternativ 1: 80 % varmepumpe og 20 % fjernvarme.
- Alternativ 2: 80 % varmepumpe og 20 % elkjel
- Alternativ 3: 100 % fjernvarme

Alternativ 1 var i forprosjektfasen ansett som hovedalternativet og den anbefalte løsningen. Ved å velge denne løsningen ville tilknytningskostnaden til fjernvarmenettet blitt dyrere enn dersom en 100 % fjernvarmeløsning ble valgt. Fordi Lade skole ligger innenfor konsesjonsområde med tilknytningsplikt til fjernvarme, ble en 100 % fjernvarmeløsning valg.

For å redusere skolebyggets energibehov er det gjort tiltak som å bruke effektiv varmegjenvinning, lav SFP, lysstyring og godt med isolasjon, samt at kuldebroer og luftlekkasjer er redusert (Svare Høijord 2016). Skolebyggets energibehov er beregnet av Rømbøll i SIMEN i henhold til NS3031.

El-spesifikk energi

Utgangspunkt for utslippsfaktoren for el-spesifikk energi i klimagassregnskap.no er «EU-målet = 2-gradersmålet» som beregnes etter Formel 2.7 og Formel 2.8. Det er for alle beregningene tatt utgangspunkt i startår 2017 og 60 års levetid. Beregningene gir følgende resultat (en fullstendig utregning er gitt i Vedlegg 1):

$$K_{el}(t) = 361 - 8,3 \times (2010 - t)$$

$$K_{el} = \frac{\sum_{t_{start}}^{t_{slutt}} K_{el}(t)}{(t_{slutt} - t_{start})} = \frac{\sum_{2017}^{2076} K_{el}(t)}{(2076 - 2017)} = 96,26 \text{ gCO}_2\text{-ekv./kWh}$$

Varmepumpe

Utslippsfaktoren for varmepumpe er den samme som for el-spesifikk energi.

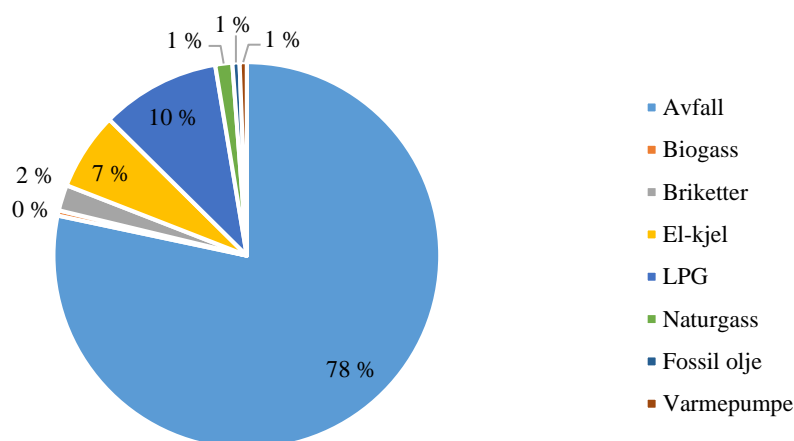
El-kjel

Utslippsfaktoren for elkjelen er den samme som for el-spesifikk energi. Det er tatt utgangspunkt i at elkjelen har en systemvirkningsgrad på 0,86 for alle de tre alternativene.

Fjernvarme

I utslippsberegningene er brenselmiksen fra Statkraft i Trondheim for 2016 brukt. Den består i hovedsak av spillvarme fra avfall (78,4 %), LPG (9,975%), elkjel (6,5%), briketter (2,1%), naturgass (1,425%), fossil olje (0,6%), varmepumpe (0,6%) og biogass (0,44 %) (Se Figur 3.1).

Brenselsmiks - Fjernvarme Trondheim



Figur 3.1: Brenselsmiks - Fjernvarme i Trondheim

Virkningsgradene som er brukt for brenselsmiksen er oppgitt av Statkraft (Statkraft Varme AS 2017). Virkningsgraden angir hvor stor andel av energien i kilden som omgjøres til energi vi kan bruke. For fjernvarme er denne mindre enn én, noe som betyr at energi går tapt i prosessen. Det er dermed tilført energi mer enn den produserte mengden som leveres. I tillegg til dette er det også tap i distribusjonsnett, noe som påvirker hvor mye energi leverandøren må produsere for at kunden skal få ønsket mengde varme. Leverandøren må derfor ta høyde for tap i distribusjonsnett, som for Statkraft er på 12 %. Hvordan dette påvirker energien som produseres og leveres for Lade skole, er satt opp i Tabell 3.6. Ved hjelp av energibærerdelen og virkningsgradene, er produsert kWh, utslippsfaktor satt opp.

Tabell 3.6: Energibærere og utslippsfaktor for fjernvarme

Energibærer	Energiandel	Produsert kWh/m ² /år	Prod. virk. grad	Disp. tap	Utslipp g/kWh	Utslippsfaktor kg CO ₂ -ekv/m ² /år
Elektrisitet		0,00	0,98	0,12	96	
El-kjel	6,50 %	2,37	0,98	0,12	96	0,265
Fyringsolje	0,60 %	0,22	0,87	0,12	315	0,090
Propan		0,00	0,9	0,12	298	
Naturgass	11,82 %	4,31	0,9	0,12	255	1,389
Bioolje		0,00	0,85	0,12	25	
Ved		0,00	0,8	0,12	14	
Flis		0,00	0,85	0,12	14	
Briketter	2,08 %	0,76	0,87	0,12	14	0,014
Pellets		0,00	0,85	0,12	25	
Varmepumpe	0,60 %	0,22	1	0,12	96	0,024
Solvarme		0,00	1	0,12	0	
Avfall	78,40 %	28,60	1	0,12	138	4,485
						6,3

3.4 Metodiske beslutninger ved livsløpskostnadsanalysen

Analysen av livssyklus kostnader er utført etter metodikken som er beskrevet i 2.10. Kostnadspostene som er markert med kryss i Tabell 3.7 sett på som relevante å ha med for å sammenligne alternativer. Dette fordi dette er vurdert å være poster som vil endre seg avhengig av hvilket alternativ som vurderes. Kostnadspostene som ikke er markert med kryss er vurdert å være konstante for bygningstypen.

Tabell 3.7: Relevante kostnadsposter

Kostnadsposter	Relevant ved sammenligning av alternativer
1	
Anskaffelses- og restkostnader	
11 Tomt	
12 Nybygg	X
13 Hovedombygging	
14 Restkostnader	
2	
Forvaltningskostnader	
21 Skatter og avgifter	
22 Forsikring	
23 Eiendomsledelse og administrasjon	
3	
Drifts- og vedlikeholdskostnader	
31 Drift	
32 Vedlikehold	
33 Reparasjon av skader	
4	
Utskiftings- og utviklingskostnader	
41 Utskifting	X
42 Utvikling	
5	
Forsyningskostnader	
51 Energi	X
52 Vann og avløp	
53 Renovasjon	
6	
Renholdskostnader	
61 Regelmessig renhold	
62 Periodisk renhold	
63 Ekstraordinært renhold	
64 Rengjøringsrelaterte oppgaver	

Anskaffelse - Nybygg

I oppgaven har «Norsk Prisbok» for 2016, med prisenivå for august 2016, blitt brukt til å estimere anskaffelseskostnadene (Norconsult Informasjonssystemer AS u.å). Det er brukt webversjonen av «Norsk Prisbok» for å finne pris til komponenter og materialer. Prisboken fungerer som et oppslagsverk, og er sortert etter bygningsdelstabellen. Enhetsprisene som inkluderer materialkostnader, uten rabatter, leveranse til byggeplass, festemateriell, kjøpte tjenester (UE), montasje og påslag. Påslaget omfatter dekningsbidrag, konsernbidrag, risiko og fortjeneste. Enhetsprisen beregnes etter Formel 3.2,

Formel 3.2: Beregning av enhetspris i Norsk Prisbok

$$\text{Enhetspris} = (\text{materialpris} + \text{UE} + (\text{enhetstid} \times \text{timepris})) \times \text{påslag}$$

I noen tilfeller har ikke Norsk Prisbok tilstrekkelig informasjon om bygningsdelene som benyttes i det prosjekterte bygget og i referansebygget. Dette dreier seg hovedsakelig om at det ikke alltid finnes riktig dimensjon for materialer og bygningsdeler i prisboken. I de tilfellene informasjonen ikke er tilstrekkelig, er det utført beregninger med lineær ekstrapolasjon eller interpolasjon for å komme frem til en omtrentlig pris. Dette fører til større grad av usikkerhet knyttet til svarene. Det er noe problematisk at det ved ulike dimensjoner ikke bare er materialprisen og arbeidstimer som endres, ved at man bruker mer eller mindre materiale og tid, men at det også kan være teknologiendringer i måten dette blir gjort på. Det har blitt vurdert i hvert enkelt tilfelle om dimensjonen endres så mye at dette kan forekomme, og kommentert dersom det virker sannsynlig for disse tilfellene. Ved ekstrapolering eller interpolering, er det gjort en antagelse om at begge deler økes/redueres likt. I noen tilfeller har det bare vært en prislinje og ikke mulig å ekstrapolere eller interpolere, det er da valgt den dimensjonen som er nærmest det faktiske dimensjonen.

Et eksempel på tilpasning for forskaling av plasstøpte betong bjelker er at det i Norsk Prisbok finnes det to poster for forskaling av kantbjelker; «Forskaling av kantbjelke h=400mm» og «Forskaling av kantbjelke h=600mm». Størsteparten av bjelkene er høyere enn dette, og det er derfor valgt å ekstrapolere enhetsprisen for å finne et estimat for disse verdiene, se Tabell 3.8.

Tabell 3.8: Ekstrapolering av enhetspris til forskaling

	Høyde, mm	Enhetspris, kr/m	y ₂ -y ₁	x ₂ -x ₁	Stigningstall
Forskaling av kantbjelke h=400mm	400	693	184	200	0,92
Forskaling av kantbjelke h=600mm	600	877			
	800	1061			
	1000	1245			
	1200	1429			

Et detaljert oppsett av kostnadsberegningene finnes i Vedlegg 5 og Vedlegg 6. Kostnadsposten er sortert på samme måte som ved klimagassberegningene. Hvor det er gjort tilpasninger for å bestemme pris er dette kommentert for de kostnadspostene det gjelder.

Utskifting

Det er antatt samme priser for materialene som skiftes ut som ved investering. Utskiftningsintervallene som er brukt ved kostnadsanalysen er de samme som ved vurdering av miljøprestasjon, hvilke komponenter som skiftes ut og ved hvilket intervall er satt opp i Tabell 3.4.

Forsyningskostnad

For elektrisitetsprisen som er det brukt tall fra SSB (2017a).

	Øre/kWh
Kraftpris	34,3
Nettleie	27,9
Avgifter	34,3
Totalpris	96,5

Fjernvarmeprisen som er brukt er også fra (SSB 2017b)

Gjennomsnittspris fjernvarme (ekskl. moms)	65,2 øre/kWh
--	--------------

Rente

Den kalkulatoriske renten uttrykker mulig produktivitet på investering (Torp 2014). Ved diskontering tar man ved å bruke en kalkulatoriskerente hensyn til den mulige produktiviteten over en gitt tid. I oppgaven er det benyttet en risikorealrente på 2%, med et risikotillegg på 2%. Dette gjør at kalkulasjonsrenten som er brukt er på totalt 4 %.

3.5 Pålitelighet og gyldighet

For å danne det teoretisk grunnlag for oppgaven er det i hovedsak brukt kilder som standarder fra Norsk Standard, rapporter fra SINTEF, rapporter fra ZEB-forskningscenteret og vitenskapelige artikler. For å forstå bakgrunnen for klimagassregnskap.no er informasjon direkte fra utgiver av verktøyet benyttet. Dette er vurdert som pålitelige og gyldige kilder. De kan enkelt finnes tilbake til av andre ved å bruke oppgavens referanseliste.

I en vurdering av klimagassutslipp er en av de viktigste faktorene å gjøre dette så klart og tydelig som mulig, slik at det som er gjort kan verifiseres av andre (Kristjansdottir et al. 2014). Det er i oppgaven er fremgangsmåten til vurderinger og beregninger forklart så godt det lar seg gjøre. Alle data som er brukt til å komme frem til utslipp samt hvilke mengder som er brukt i dette, er lagt ved som vedlegg. Dette viser hvilke utslippsfaktorer, mengde materialer, densitet, materialnavn, hvor materialet finnes i bygget m.m. (se vedlegg 2-4) Dette sammen med forklaringene av fremgangsmåte som er gitt i de tidligere delkapitlene i dette kapitlet gjør at resultatene som det er kommet frem til i denne oppgaven kan gjentas av andre.

I oppgaven er det usikkerhet knyttet til material- og energiutslippet på grunn av begrensinger ved utslippsfaktorene som er benyttet og antagelsene som er gjort i oppgaven.

Utslippsfaktorene som er benyttet for materialer er basert på generiske verdier og vil derfor ikke gi et nøyaktig bilde av det bygget som faktisk blir bygget. Men, siden samme kildene til utslippsfaktorer blir gjøres sammenligningene på likt grunnlag.

Materialutslipp knyttet til tekniske anlegg er ikke inkludert i oppgaven og ikke alle moduler er inkludert i utslippsvurderingen. Dette gjør at man muligens får et noe skjevt bilde av totalutslippet. Men, siden det er de samme systemgrensene og modulene som er benyttet i fra alle vurderinger gjøres sammenligningene på like premisser.

Verktøyene som er benyttet til mengdeuttak i oppgaven kan ha ført til noen unøyaktigheter. Det er i så stor grad som mulig forsøkt å inkludere alle komponenter, men det er også mulig at komponenter har blitt utelatt. I et bygg av denne størrelsen vil det være detaljer og avslutninger som ikke kommer godt frem i BIM-verktøy eller tegning. BIM er et godt verktøy for å visualisere et bygg, og til å inn hente informasjon, men dette forutsetter at komponenter sorteres likt og merkes rett. Det kan hende at noen komponenter har blitt utelatt på grunn av grensesnittet mellom fagområder, samt sortering i modellen.

Kostnadsdataene som er brukt i oppgaven har noen svakheter, fordi der er komponenter som er brukt i bygget som ikke finnes i Norsk Prisbok. Det er i disse tilfellene gjort justeringer av lignende kostnadsposter. Dette har mest sannsynlig ført til at kostnadsbildet er noe underestimert.

I oppgaven er det bare gjort en sammenligning av ett case mot en referanse, dette gjør at det ikke kan trekkes noen generelle slutninger fra resultatet og at resultat bare er gyldig for den spesifikke casen som er vurdert. Dette betyr likevel ikke at resultatene ikke kan indikere tendenser eller områder som også kan være interessant for andre å vurdere i lignende tilfeller.

4 Casebeskrivelse av Lade skole

4.1 Skolebygget og flerbrukshallen



Figur 4.1: Illustrasjon av Lade skole (Eggen Arkitekter 2017)

Byggeprosjektet Lade skole skal bli en grunnskole for 1.-7. trinn med avdeling for minoritetsspråklige, samt en flerbrukshall. Skolen bygges for 100 elever på hvert trinn. Byggherre i prosjektet er Trondheim kommune, og totalentreprenør er Betonmast Trøndelag. Skolen skal bygges på den samme tomten som den gamle skolen, som har blitt revet.

Prosjektet oppføres som passivhus, og skal ha fjernvarme som energiforsyning til oppvarming. Trondheim kommune har mål om at energiforbruket i drift og klimagassutslipp fra materialer (A1-A3) skal reduseres med 50 % i forhold til referansebygg gitt av klimagassregnskap.no

Bygget har 3 etasjer, som har etasjehøyde i 1. 2. og 3. etasje på henholdsvis 4,31-5,5 m, 4,5m og 4,5m. Bygget er formet som vist av plantegningen i Figur 4.2.

Ifølge informasjon fra arkitekten er:

- BYA² for skolebygget 3112,2 m².
- BYA for flerbrukshallen 1985,5 m²
- Skolebygget har et BTA³ på 9025 m², og et oppvarmet BRA⁴ på 8596 m².
- Flerbrukshallen har et BTA på 2047 m², og et oppvarmet BRA på 1995 m².



Figur 4.2: Plantegning som viser inndeling av hovedsoner

² Bebygd areal

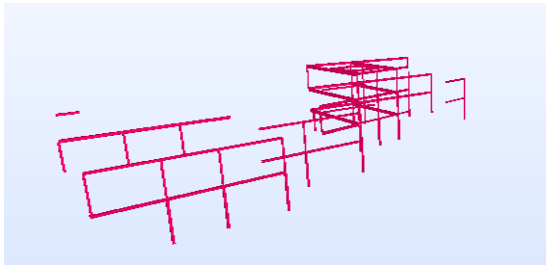
³ Bruttoareal

⁴ Bruksareal

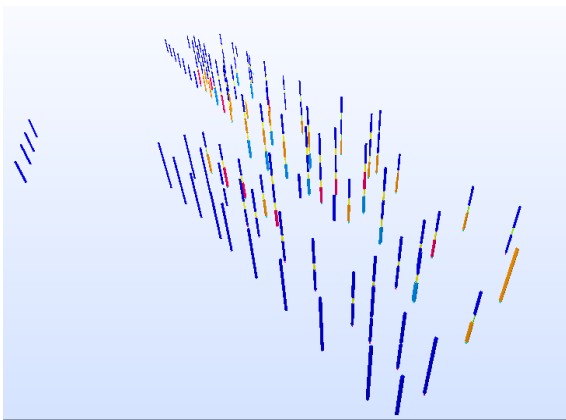
Fra Figur 4.2 viser hovedsonene i bygget, lilla sone er vestre-nordre, blå sone er idrettshallen, grønn sone er midtre og rosa sone er østre.

Bæresystemet

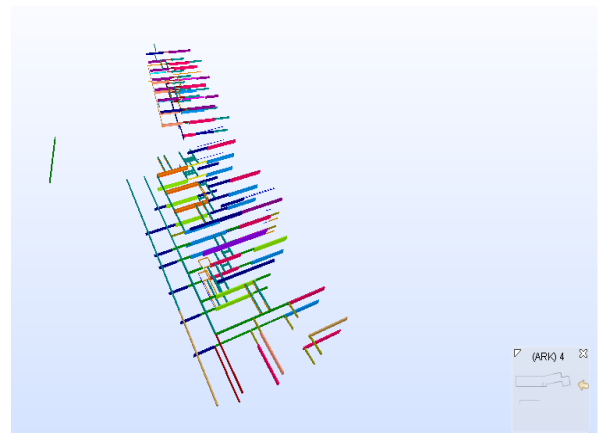
Bæresystemet i bygget består av massivtre, stål og betong. Massivtrebæresystemet består av massivtre/limtre- søyler, -bjelker og -vegger er satt opp på hele østre del i alle etasjer, øvre del av midtre og store deler av vestre-nordre. Mindre stålsøyler, -bjelker og -plater brukes som forbindelser mellom treelementene. Resten av midtre består av et bæresystem av stålbjelker og -søyler. Stålsøylene er i rektangulære profiler, og stålbjelkene er HEA-, HEB- og IPE-profiler. Hallen bæres i hovedsak av vegger i armert betong og noen prefabrikkerte betong søyler og bjelker. Figur 4.3, Figur 4.4 og Figur 4.5 viser utsnitt av bæresystemet fra BIM-modellen.



Figur 4.3: Stål søyler og -bjelker i midtre, sett fra øst til vest.



Figur 4.4: Massivtresøyler sett fra øst til vest



Figur 4.5: Massivtre bjelker sett fra øst til vest

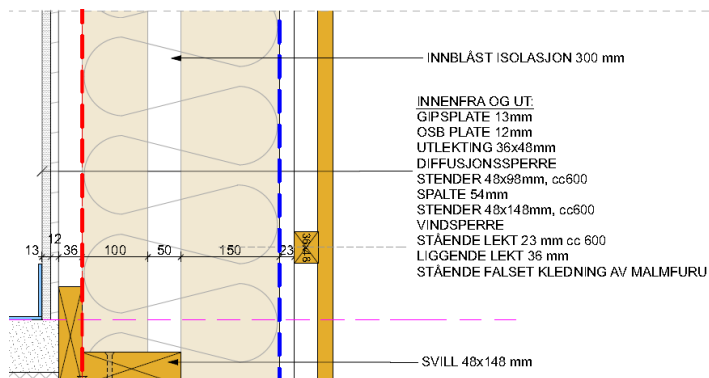
Grunn og fundamenter

Grunnforholdene på tomten gjør at omtrent 80 % av bygget fundamenteres på peler. Byggegrunnen har dårligst bæreevne på østsiden av tomten, og blir fastere og fastere mot vest. Derfor er det bare på vestsiden det er mulig med gulv på grunn. Gulvet på grunnen er bygget opp med EPS-isolasjon, radon/diffusjonssperre, nytt lag med EPS-isolasjon og armert påstøp på toppen. Den resterende delen er det bjelker i betong som bærer hulldekker i betong, og ringmur som danner kryperom under bygget. Gulvet over hulldekke er bygget opp på

følgende måte: EPS-isolasjon, radon/diffusjonssperre, nytt lag med EPS-isolasjon, trinnlydsplate og armert påstøp.

Yttervegger

Ytterveggene på vestsiden, sør i hallen og sør i midtre, er vegger av armert betong. Denne delen av bygget ligger inn mot fjell. Nord-, sør- og østsiden av bygget har lette yttervegger med splittet stenderverk og kledning av malmfuru. Det er brukt stående kledning på nord- og østfasaden, og på deler av sørfasaden. Det er brukt liggende kledning på størsteparten av sørfasaden. Det er tatt utgangspunkt i følgende oppbygning: innvendig kledning, utlekting, diffusjonssperre, 48x98mm stendere, 54mm spalte, 48x148mm stendere, 300 mm isolasjon, vindsperre (utvendige gipsplater i 3. etg, duk i 1. og 2. etg.), stående lekt 23 mm, liggende lekt 36mm (der det er stående kledning) og kledning av malmfuru. Den innvendige kledningen for ytterveggene består av OSB-plater og gipsplater, Figur 4.6.



Figur 4.6: Sitt av oppbygning av yttervegg

Glassfelt

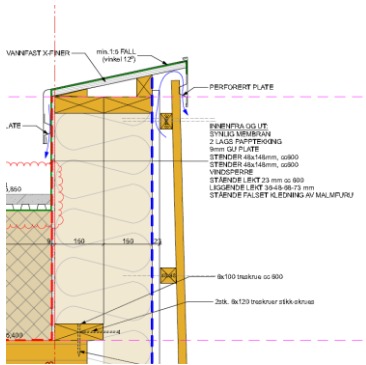
Det er antatt at vinduskarmene er av tre, og vinduene har trelags glass.

Ytterdører

Ytterdøren er enten tette ståldører eller dører av tre med glassfelt.

Gesims

Figur 4.7 viser oppbygningen for gesims; 2 lags papptekking, 9 mm GU-plate, 48x148 mm stender, 48x148mm stender, vindsperre, 23 mm stående lekt, 36 mm liggende lekt og stående falset kledning. Mål fra tegning gir høyde 300 mm fra toppen av isolasjon til toppen av gesims. Dette brukes til å finne areal for tolags tekking.



Figur 4.7: Gesims

Innervegger

Innerveggene på skolen består av flere ulike oppbygninger. Men, fellesnevneren for oppbygningen er stålstendere (uisolert og isolert) og kledning av enten gipsplate-/branngipskledning, massivtreplater, flis og OSB-plater. Hvordan dette er fordelt er mer detaljert satt opp i Vedlegg 2. Noen innervegger er også av massivtre.

Innerdører

I bygget er det tette dører av tre og dører med glassfelt.

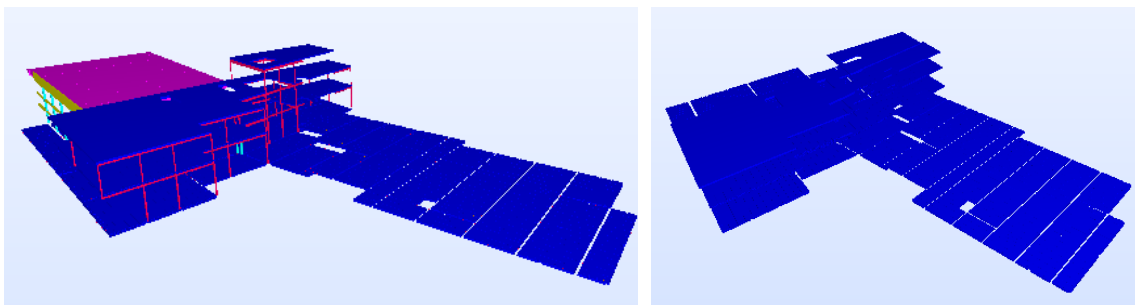
Innvendige glassfelt

Vegger for gruppe- og møterom o.l. er modulvegger av glass med trekarm.

Dekker

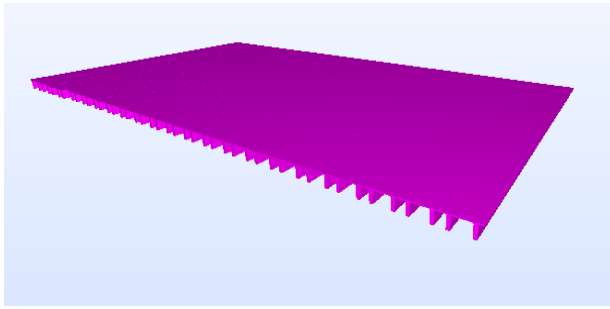
Det er brukt betongelementer som dekke på grunn, i midtbygget og på taket over idrettshallen. For beregningene i klimagassregnskap.no forutsettes det at hulldekkene har følgende oppbygning; 50 % hulrom og 50 % betong/armering, hvor armeringen er 2 % av betong/armering og består av 80% resirkulert stål. Der det ikke er betongelementer er det massivtredekker med stålforbindelser, se Figur 4.11.

Både massivtredekkene og betongdekkene er bygget opp med trinnlydsplate, armert påstøp og gulv, se Figur 4.12 og Figur 4.13. For dekker som er lagt på ringmur er gulvet bygget opp med EPS-isolasjon (200 mm), radonsperre/fuktsperre, trinnlydsplate (20mm) og armert påstøp (80 mm).

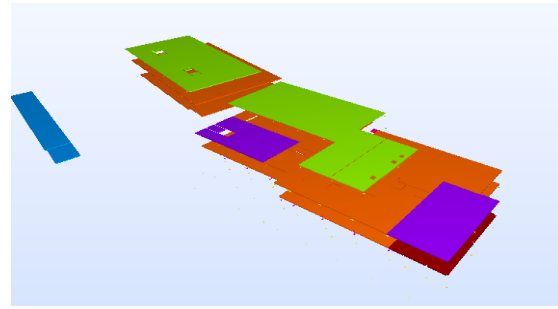


Figur 4.9 Betonghulldekker

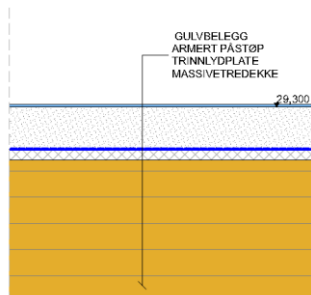
Figur 4.8 Prefabrikkert betong og stål



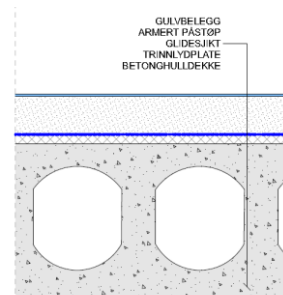
Figur 4.10 Prefabrikkerte DT-element



Figur 4.11 Massivtredekker



Figur 4.12 Oppbygning over massivtredekker



Figur 4.13 Oppbygning over hulldekker

Himling

Himlingen er i størsteparten av bygget systemhimling med gipsplater eller mineralullplater.

Gulv

Gulvet i bygget er i linoleum, vinyl, keramisk flis, parkett og slipt betong.

Yttertak

Oppbygning for yttertak er forutsatt å være som følgende: dampsperre, 300 mm EPS-isolasjon, 50mm steinullisolasjon og 2-lag med asfaltpapp. Det er antatt samme oppbygning over dekke for både massivtre og betong. Yttertaket over hallen er DT-elementer, og har samme oppbygning som resten men har i tillegg påstøp av betong.

Trapper og balkonger

I bygget er det til sammen syv trapper. Fire av disse er i tre; en er plassert i aulaen, to er bi-trapper i øst-og vest-delen og den siste er en del av flerbrukshallen. To av trappene er av stål, hvor en er hovedtrappen ute fra første til andre etasje og en er en spiralrømningsstrapp på østsiden. Den siste er en liten betongtrapp mellom midtre og østre for å utjevne nivåforskjellen på omtrent en meter.

Beskrivelse av energibehov

Rambøll Norge AS har utført energiberegninger og utarbeidet et energikonsept for Lade skole. Beregningen er utført i programmet Simien (Svare Høijord 2016). Det er i beregningen brukt normaliserte klimadata, og standardiserte inndata for internlaste og driftstider. Energiforbruket som er beregnet vil derfor ikke tilsvare det faktiske forbruket. Det faktiske forbruket kan ikke finnes før bygget tas i bruk, og dermed er de utregnede verdiene brukt fordi de vil gi et realistisk estimat for energiforbruket.

Skolebygg - Energiramme (§ 14-4, samlet netto energibehov)

Beskrivelse	Verdi
1 a Beregnet energibehov romoppvarming	13,1
1 b Beregnet energibehov for ventilasjonsvarme (varmebatterier)	8,9
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	10,1
3 a Beregnet energibehov vifter	14,1
3 b Beregnet energibehov pumper	0,2
4 Beregnet energibehov belysning	9,9
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	13,3
6a Beregnet energibehov romkjøling	0
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling	0
Totalt beregnet energibehov	69,9

Idrettsbygg - Energiramme (§ 14-4, samlet netto energibehov)

Beskrivelse	Verdi
1 a Beregnet energibehov romoppvarming	4,3
1 b Beregnet energibehov for ventilasjonsvarme (varmebatterier)	14,7
2 Beregnet energibehov varmtvann (tappevann)	50,4
3 a Beregnet energibehov vifter	7,9
3 b Beregnet energibehov pumper	0,2
4 Beregnet energibehov belysning	21,2
5 Beregnet energibehov teknisk utstyr	2,7
6a Beregnet energibehov romkjøling	0
6b Beregnet energibehov ventilasjonskjøling	0
Totalt beregnet energibehov	101,4

4.2 Referansebygget

Fra BYA, BTA og BTK genererer klimagassregnskap.no et referansebygg. Referansebygget representerer et standardbygg innenfor den valgte bygningskategorien. Inngangsdata og de avledede størrelsene som klimagassregnskap.no genererer er satt opp i Tabell 4.1 og Tabell 4.2.

Tabell 4.1: Inngangsdata og avledeles størrelser for referansebygget for skolebygget (Klimagassregnskap.no 2017)

Inngangsdata	
BYA	3112,2
BTA	9025
BTK	560
Avledele størrelser	
BRA	8778
YUM	218
YOM	3469
INV	6047
BTA_OM	8465
«AGT»	5913
«AGB»	5353

Tabell 4.2: Inngangsdata og avledele størrelser for referansebygget for flerbrukshallen (Klimagassregnskap.no 2017)

Inngangsdata	
BYA	1985,5
BTA	2047
BTK	1633
Avledele størrelser	
BRA	1993
YUM	982
YOM	262
INV	757
BTA_OM	414
«AGT»	62
«AGB»	0

I fanen «Tilpassing av utførelse» i klimagassregnskap.no har man for hver bygningsdel, i referansebygget, muligheten til å gå inn på hvert element og se nærmere på fordelingen. Standardverdiene for disse er vist i en kolonne, og i en annen kolonne går det an å tilpasse disse. For eksempel er det i referansebyggene endret til flatt tak, istedenfor saltak. Det er oppgitt for hvert element hvor mange prosent av arealgrunnlaget det utgjør. Man kan også gå videre for å se hvilke deler et element er bygget opp av, og utførelse av denne.

Bæresystemet

Bæresystemet i referansebyggene består av søyler og bjelker i armert betong.

Grunn og fundamenter

I klimagassregnskap.no er det ikke mulighet til å tilpasse referansebygget til grunnforholdene på stedet. Referansebygget justeres til å fundamenteres på peler hvis $YUMxBTA > 2\,000\,000$, og det legges da til grunn at 300 kg/YUM med peler brukes. For å få en sammenligning som også reflekterer grunnforholdene på tomten til Lade skole er det valgt å inkludere peler i referansebygget også, selv om $YUMxBTA$ i referansebygget vårt er 1 949 761.

Yttervegger

Ytterveggene består av plasstøpte betongvegger og bindingsverksvegger. Oppbygningen av bindingsverkveggene er: stenderverk av tre, PE-folie, glassullisolasjon, vindsperre av GU-plater og tre-panel. Oppbygging av betongveggene er betong og EPS-isolasjon.

Vinduene er to-lags vinduer med karm av tre og aluminium.

Dørene er av glass og aluminium.

Den innvendige kledningen av ytterveggene er gipsplater og keramisk flis. Gipsplatene er malt.

Innervegger

Innerveggene består av pussede plasstøpte betongvegger og murvegger, samt bindingsverkvegger av tre som er isolert med steinull. Innerdørene er laminatdører med tre karmen. Kledningen er av malt gips og fliser.

Dekker

Dekkene er hulldekkeelementer med armert påstøp og trinnlydsplater. Gulvet er av parkett, vinyl og keramisk flis. Himlingen er av gipsplater og mineralullsplater.

Yttertak

Yttertaket består av hulldekkeelementer, steinullsisolasjon, PE-folie og er tekket med asfaltpapp.

Trapper og balkonger

Trapper er av stål.

Beskrivelse av energibehov

Energibehovet for referansebygget til varme, kjøling og el-spesifikt forbruk er satt opp i Tabell 4.3 og Tabell 4.4.

Tabell 4.3: Energibehov for referansebygget, TEK10 Skolebygg

Netto energibehov i bygget	TEK10 Skolebygg
Varme	64
Kjøling	0
El.spesifikt	59
Sum	123

Tabell 4.4: Energibehov for referansebygget, TEK10 Flerbrukshall

Netto energibehov i bygget	TEK10 Flerbrukshall
Varme	128
Kjøling	0
El.spesifikt	46
Sum	174

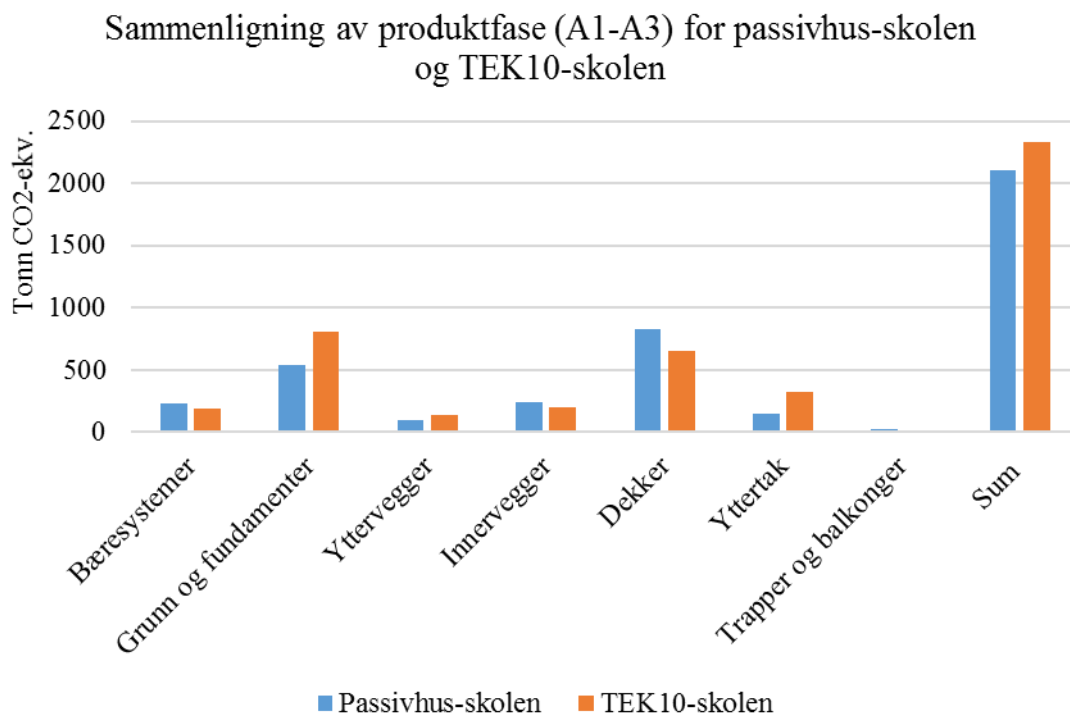
5 Resultater

I dette kapittelet er oppgavens resultater presentert i tre delkapitler. Det første delkapittelet gir en sammenligning av utslippet for passivhus-skolebygget og referanse-skolebygget. Det andre delkapittelet gir en tilsvarende sammenligning av utslippet for passivhus-flerbrukshallen og referanse-flerbrukshallen. Det tredje delkapittelet presenterer og sammenligner totale livsløpskostnader for passivhus-skolebygget og referanse-skolebygget. Grunnlagsmateriale til utregningene er presentert i Vedlegg 2-6.

5.1 Skolebygget

Resultatene i dette delkapittelet viser utslippet fra passivhus-skolen sammenlignet med referanse-skolen. Resultatet er først presentert innenfor hver modul, og til slutt i kapittelet sammenlignes modulene og totalutslippet.

5.1.1 Produktfase (A1-A3)



Figur 5.1: Sammenligning av produktfase (A1-A3) for passivhus-skolen og TEK10-skolen

Figur 5.1 viser totalutslippet i tonn CO₂-ekv. for hver bygningsdel for passivhus-skolen og for TEK10-skolen. Totalsummen av utslippet for passivhus-skolen er omtrent 10 % lavere enn for TEK10-skolen. Det passivhus-skolen har lavere utslipp enn TEK10-skolen for grunn og fundamenter, yttervegger og yttertak, mens TEK10-skolen har lavere utslipp enn det prosjekterte bygget for bæresystemer, dekker og trapper og balkonger. Grunn og fundamenter, samt dekker, er de mest dominerende bygningsdelene for utslippet i både passivhus-skolen og referanse-skolen.

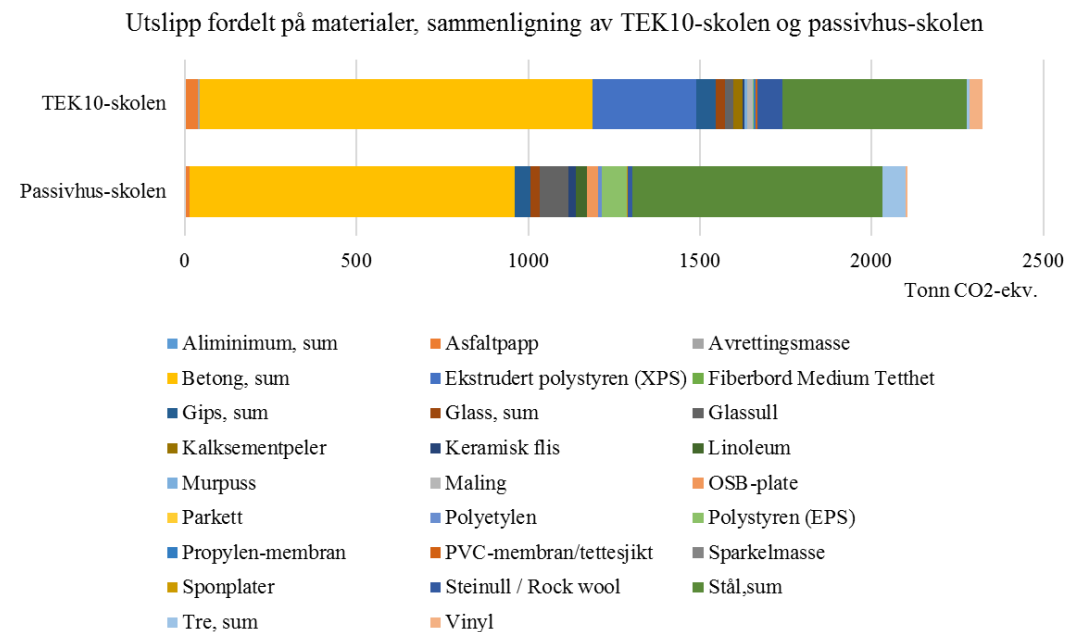
Midtbyggets bæresystem av stål står for størsteparten av utslippet for bæresystemet i det passivhus-skolen, ca. 60 %. Stål har en høyere utslippsfaktor og høyere tetthet enn betong, som referansebyggets bæresystem består av. Dette ser ut til å føre til at utslippet fra bæresystemet har blitt omtrent 15 % høyere for det prosjekterte bygget enn for TEK10-skolen.

Isolasjon står for ca. 50 % av utslippet i ytterveggene til passivhus-skolen. I TEK10-skolen er det de plasstøpte betongveggene som bidrar mest til utslippet, ca. 50 %.

I det passivhus-skolen er det brukt lite betong i utvendige vegger, men i innvendige vegger, hvor det er nødvendig med sjakter o.l., er det benyttet mer betong. Dette gjør at betongutslippet her står for ca. 30 % av utslippet for innvendige vegger, og det samme bidraget har også kledning, ca. 30 %. Innvendige vegger i betong bidrar også til størst andel utslipp (50 %) for innvendige vegger i TEK10-skolen.

Hulldেকেelementene står i begge byggene for den største andelen av utslippet for dekker, henholdsvis 47 % for det passivhus-skolen og 68 % for TEK10-skolen. Massivtredekkene i passivhus-skolen står for 8 % av totalutslippet for dekkene. Påstøp over dekkene står for omtrent 30 % av utslippet i begge byggene.

Hulldেকেelementene har også størst bidrag for yttertak. Oppbygningen til taket er for det TEK10-skolen og passivhus-skolen ganske like, bortsett fra at i det passivhus-skolen har brukt massivtredekker. Massivtredekkene har et utslipp per kvadratmeter som er lang lavere enn for hulldেকেelementene, og dermed blir utslippet for det prosjekterte bygget lavere.

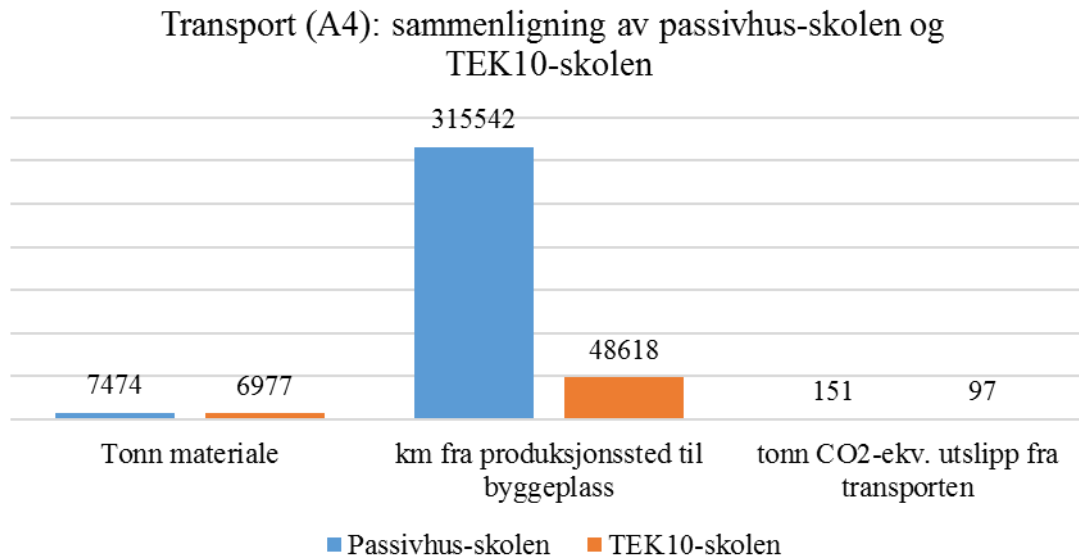


Figur 5.2: Utslipp fordelt på materialer, sammenligning av passivhus-skolen og TEK10-skolen

Figur 5.2 viser totalutslippets fordeling etter materialer i passivhus-skolen og TEK10-skolen. Det er tydelig fra figuren at betong og stål står for størst for både passivhus-skolen og TEK10-skolen.

For å gjøre fremstillingen tydeligere, er noen materialer lagt sammen til summerte poster i Figur 5.2. Disse er betegnet med sum bak materialnavnet. Dette gjelder for; betong av ulik styrkegrad, stål av ulik resirkuleringsgrad inkludert «Stålseksjon av varmrullet stål», bygningsdeler i tre («Limtrebjelker», «Tre» og «Norsk konstruksjonslast»), bygningsdeler i gips («Gipsplater» og «Gips»), bygningsdeler i glass («2-lags vindu» og «Glass») og bygningsdeler i aluminium med ulik resirkuleringsgrad (inkludert «Aluminiumprofil, ekstrudert»).

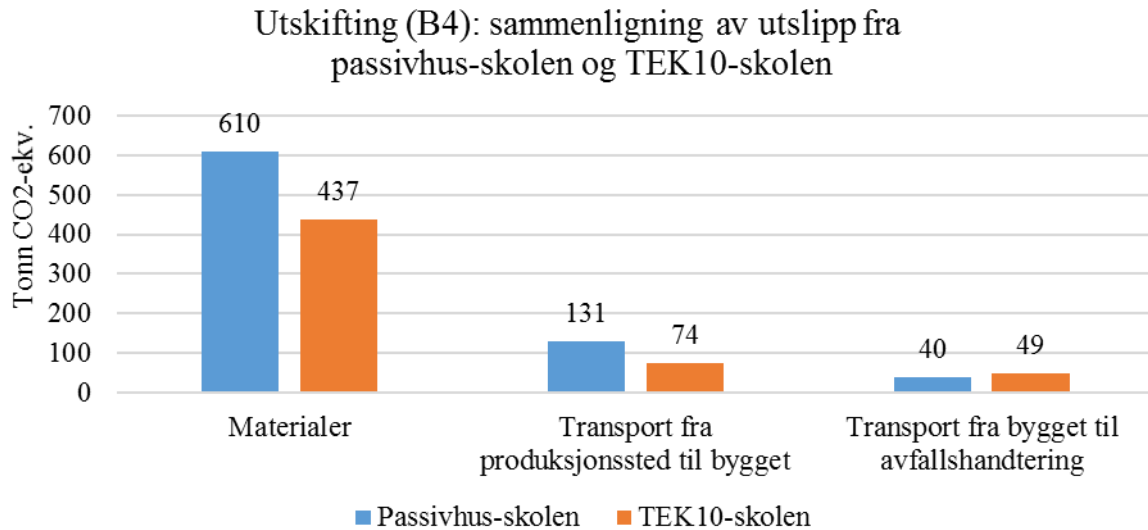
5.1.2 Transport (A4)



Figur 5.3: Fremstilling av tonn materialer, km materialene transporteres og utslipp fra transporten i A4

TEK10-skolens materialer fraktes en distanse som er omtrent 85 % kortere enn det passivhus-skolens materialer. Mye av grunnen til dette er at massivtredekkene produseres i Østerrike, og disse materialene har derfor lang transportvei. Betongproduksjonen skjer omtrent 20 km fra byggeplassen, og siden mye av materialene i TEK10-skolen består av dette, blir den totale transportdistansen kortere.

5.1.3 Utskifting (B4)



Figur 5.4: Sammenligning av utslipp fra modul B4: utskifting fra passivhus-skolen og TEK10-skolen

Det fremgår av Figur 5.4 at materialutslippet (produktfasen) har størst innvirkning på utslippet i utskiftingsmodulen. Det skiftes ut flere tonn materialer for det prosjekterte bygget enn for TEK10-skolen, og dermed krever dette flere tonnkilometer, noe som fører til høyere utslipp. Utslippet på grunn av transport til avfallshandtering er ganske likt for begge byggene.

5.1.4 Driftsmessig energiforbruk (B6)

For valg av energiforsyning ved Lade skole er tre alternativer vurdert.

- Alternativ 1: 80 % varmepumpe og 20 % fjernvarme
- Alternativ 2: 80 % varmepumpe og 20 % elkjel
- Alternativ 3: 100 % fjernvarme

Energibehovet, energiforsyningen og utslippet til TEK10-skolen er satt opp i Tabell 5.1. I TEK10-skolen er standardløsningen for TEK10 brukt, dvs. at energiforsyning for varme består av 60 % varmepumpe og 40 % elkjel.

Tabell 5.1: Energibehov, energiforsyning og utslipp for TEK10-skolen

TEK 10	Behov (kWh/m ² /år)	Energiforsyning (% av posten)	Utslipp (kg CO ₂ -ekv./år/m ²)	Tonn CO ₂ -ekv./livsløpet
El-spesifikk energi	59	100 % el	6,3	3239
Varme	64	60 % varmepumpe (sys.virk.grad 2,25) 40 % elkjel (sys.virk.grad 0,86)	4,7	2146
Kjøling	0	100 % lokal kjøling	0	
Sum	123	-	11,0	5385

5 Resultater

Energibehov, energiforsyning og utslipp for alternativ 1, 2 og 3 for passivhus-skolen er angitt i henholdsvis Tabell 5.2,

Tabell 5.3 og

Tabell 5.4.

Tabell 5.2: Energibehov, energiforsyning og utslipp for alternativ 1: 80 % varmepumpe og 20 % fjernvarme

<i>Alternativ 1</i>	Behov (kWh/m ² /år)	Energiforsyning (% av posten)	Utslipp (kg CO ₂ -ekv. /år/m ²)	Tonn CO ₂ -ekv. /livsløpet
El-spesifikk energi	37,5	100 % el	3,6	1856
Varme	32,1	80 % varmepumpe (sys.vrik.grad 3,1) 20 % fjernvarme (sys.virk.grad 0,88)	0,794 1,25	1054
Kjøling	0	100 % lokal kjøling	0	
Sum	69,6	-	5,731	2910

Tabell 5.3: Energibehov, energiforsyning og utslipp for alternativ 2: 80 % varmepumpe og 20 % el-kjel

<i>Alternativ 2</i>	Behov (kWh/m ² /år)	Energiforsyning (% av posten)	Utslipp (kg CO ₂ -ekv. /år/m ²)	Tonn CO ₂ -ekv. /livsløpet
El-spesifikk energi	37,5	100 % el	3,6	1856
Varme	32,1	80 % varmepumpe (sys.virk.grad 3,1) 20 % elkjel	0,8 0,72	781
Kjøling	0	100 % lokal kjøling	0	
Sum	69,6	-	5,12	2637

Tabell 5.4: Energibehov, energiforsyning og utslipp for alternativ 3: 100 % fjernvarme

<i>Alternativ 3</i>	Behov (kWh/m ² /år)	Energiforsyning (% av posten)	Utslipp (kg CO ₂ -ekv. /år/m ²)	Tonn CO ₂ -ekv. /livsløpet
El-spesifikk energi	37,5	100 % el	3,6	1856
Varme	32,1	100 % fjernvarme	6,7	3232
Kjøling	0	100 % lokal kjøling	0	
Sum	69,6	-	10,3	5088

Sammenligning av Tabell 5.2,

Tabell 5.3 og

Tabell 5.4 viser at over livsløpet til skolen vil alternativ 2 (80 % varmepumpe og 20 % elkjel) føre til minst utslipp for energibruk i drift, mens alternativ 3 (100 % fjernvarme) vil gi mest utslipp. Alternativ 2 gir omtrent 50 % lavere utslipp enn alternativ 3.

Sensitivitet i utslippsberegningene for energi

Det er særlig to utslippsfaktorer som det er knyttet større usikkerhet til i energimodulen: avfallsforbrenning i fjernvarme og elektrisitet. For å illustrere usikkerheten, og for å vise mulig påvirkning endrede utslippsfaktorer vil få for utslippet til bygget, er det satt opp en sensitivitetmatrise. Matrisen viser påvirkning av å allokere utslippet fra forbrenning av avfall til fjernvarme, samt hvordan norsk, nordisk og senarioer for europeisk miks påvirker dette.

Det er ikke klare regler for hvordan utslipp knyttet til avfallsforbrenning skal allokere, og dette fører til konsekvenser for byggets samlede utslipp. Statkraft Varme allokere ikke utslipp fra forbrenning av avfall til fjernvarmeprosessen (Statkraft Varme AS 2017), noe som fører til en lavere samlet utslippsfaktor for fjernvarme enn det som benyttes i klimagassregnskap.no.. Hvilken innvirkning denne utslippsfaktoren har på utslipp fra oppvarming er vist i Tabell 5.6. Det er kun utslippet fra avfall som er forskjellig i det allokerte og det ikke allokerte alternativet, ellers er utslippsfaktorene fra de andre energibærerne som inngår i utslippsfaktoren for fjernvarme like. Dette er nærmere forklart i kapittel 3.3.4. Utslippsfaktoren for strøm varierer for strøm og for strøm som inngår i fjernvarme, med elektrisitetmiksen i matrisen.

Det er utført beregninger med fire ulike elektrisitetmikser; norsk, nordisk, EU-to graders målet og europeisk rød. Utslippsfaktorene som er brukt er satt opp i Tabell 5.5. Norsk elektrisitet er i hovedsak basert på vannkraft, samt noe vind, naturgass og import (Solli 2016). På grunn av den høye andelen av ren fornybar energi har norsk kraft et utslipp som er vesentlig lavere enn nordisk eller europeisk kraft. Nordisk elektrisitetmikser har en økende andel fornybar energi, men en høy andel fossile kilder og import fra land med ikke-fornybar kraft gjør at denne elektrisitetmiksen har et høyere utslipp. Graabak og Feilberg (2011) har utarbeidet en rapport over mulige senarioer for utvikling av europeisk elektrisitetmikser frem til 2050. Senarioene har ulik grad av sosial, økonomisk, politisk og teknologisk driv i miljøvennlig retning. Det røde senarioet beskriver en fremtid med lav teknologisk utvikling og lite politisk vilje.

Tabell 5.5: Elektrisitetmikser - utslippsfaktorer

Utslippsfaktorer	g/kWh
Norsk (Solli 2016)	47
Klimagassregnskap EU-mål= 2 graders målet (Se Vedlegg 1)	96,3
Nordisk (Solli 2016)	128
Europeisk Rød (Graabak & Feilberg 2011)	234,8

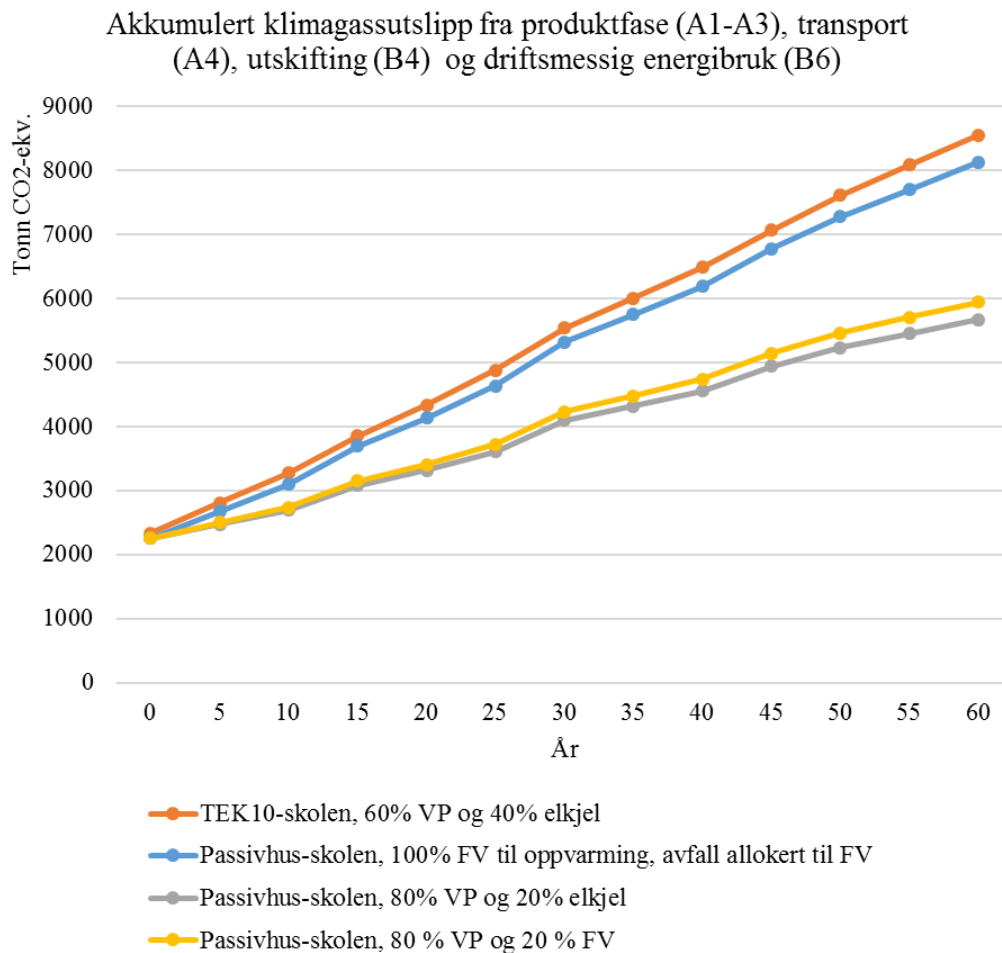
5 Resultater

Tabell 5.6: Fremstilling av påvirkning utslippsfaktorer og elektrisitetsmiks har for totalutslippet for driftsmessig energibruk for passivhus-skolen

	Fjernvarme med utslippsfaktor for avfall fra kgr	Avfall ikke allokert til FV																								
Europeisk rød miks	<table border="1"> <caption>Data for European red mix, Fjernvarme with emission factor</caption> <thead> <tr> <th>Alternative</th> <th>Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)</th> <th>Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alt1: 80% VP+ 20%FV</td> <td>~500</td> <td>~5500</td> </tr> <tr> <td>Alt2: 80% VP + 20% El-kjel</td> <td>0</td> <td>~6500</td> </tr> <tr> <td>Alt3: 100% FV</td> <td>~4000</td> <td>~4500</td> </tr> </tbody> </table>	Alternative	Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Alt1: 80% VP+ 20%FV	~500	~5500	Alt2: 80% VP + 20% El-kjel	0	~6500	Alt3: 100% FV	~4000	~4500	<table border="1"> <caption>Data for European red mix, Avfall ikke allokert til FV</caption> <thead> <tr> <th>Alternative</th> <th>Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)</th> <th>Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alt1: 80% VP+ 20%FV</td> <td>~200</td> <td>~5800</td> </tr> <tr> <td>Alt2: 80% VP + 20% El-kjel</td> <td>0</td> <td>~6500</td> </tr> <tr> <td>Alt3: 100% FV</td> <td>~1000</td> <td>~4800</td> </tr> </tbody> </table>	Alternative	Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Alt1: 80% VP+ 20%FV	~200	~5800	Alt2: 80% VP + 20% El-kjel	0	~6500	Alt3: 100% FV	~1000	~4800
Alternative	Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)																								
Alt1: 80% VP+ 20%FV	~500	~5500																								
Alt2: 80% VP + 20% El-kjel	0	~6500																								
Alt3: 100% FV	~4000	~4500																								
Alternative	Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)																								
Alt1: 80% VP+ 20%FV	~200	~5800																								
Alt2: 80% VP + 20% El-kjel	0	~6500																								
Alt3: 100% FV	~1000	~4800																								
Nordisk elektrisitetsmiks	<table border="1"> <caption>Data for Nordic electricity mix, Fjernvarme with emission factor</caption> <thead> <tr> <th>Alternative</th> <th>Fjernvarme (Tonne CO2-ekv./livsløpet)</th> <th>Strøm (Tonne CO2-ekv./livsløpet)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alt1: 80% VP+ 20%FV</td> <td>~500</td> <td>~3000</td> </tr> <tr> <td>Alt2: 80% VP + 20% El-kjel</td> <td>0</td> <td>~3500</td> </tr> <tr> <td>Alt3: 100% FV</td> <td>~3500</td> <td>~2500</td> </tr> </tbody> </table>	Alternative	Fjernvarme (Tonne CO2-ekv./livsløpet)	Strøm (Tonne CO2-ekv./livsløpet)	Alt1: 80% VP+ 20%FV	~500	~3000	Alt2: 80% VP + 20% El-kjel	0	~3500	Alt3: 100% FV	~3500	~2500	<table border="1"> <caption>Data for Nordic electricity mix, Avfall ikke allokert til FV</caption> <thead> <tr> <th>Alternative</th> <th>Fjernvarme (Tonne CO2-ekv./livsløpet)</th> <th>Strøm (Tonne CO2-ekv./livsløpet)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alt1: 80% VP+ 20%FV</td> <td>~200</td> <td>~3000</td> </tr> <tr> <td>Alt2: 80% VP + 20% El-kjel</td> <td>0</td> <td>~3500</td> </tr> <tr> <td>Alt3: 100% FV</td> <td>~1000</td> <td>~2500</td> </tr> </tbody> </table>	Alternative	Fjernvarme (Tonne CO2-ekv./livsløpet)	Strøm (Tonne CO2-ekv./livsløpet)	Alt1: 80% VP+ 20%FV	~200	~3000	Alt2: 80% VP + 20% El-kjel	0	~3500	Alt3: 100% FV	~1000	~2500
Alternative	Fjernvarme (Tonne CO2-ekv./livsløpet)	Strøm (Tonne CO2-ekv./livsløpet)																								
Alt1: 80% VP+ 20%FV	~500	~3000																								
Alt2: 80% VP + 20% El-kjel	0	~3500																								
Alt3: 100% FV	~3500	~2500																								
Alternative	Fjernvarme (Tonne CO2-ekv./livsløpet)	Strøm (Tonne CO2-ekv./livsløpet)																								
Alt1: 80% VP+ 20%FV	~200	~3000																								
Alt2: 80% VP + 20% El-kjel	0	~3500																								
Alt3: 100% FV	~1000	~2500																								
EU-mål=2 graders målet	<table border="1"> <caption>Data for EU goal=2 degree target, Fjernvarme with emission factor</caption> <thead> <tr> <th>Alternative</th> <th>Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)</th> <th>Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alt1: 80% VP+ 20%FV</td> <td>~500</td> <td>~2500</td> </tr> <tr> <td>Alt2: 80% VP + 20% El-kjel</td> <td>0</td> <td>~2800</td> </tr> <tr> <td>Alt3: 100% FV</td> <td>~3500</td> <td>~1800</td> </tr> </tbody> </table>	Alternative	Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Alt1: 80% VP+ 20%FV	~500	~2500	Alt2: 80% VP + 20% El-kjel	0	~2800	Alt3: 100% FV	~3500	~1800	<table border="1"> <caption>Data for EU goal=2 degree target, Avfall ikke allokert til FV</caption> <thead> <tr> <th>Alternative</th> <th>Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)</th> <th>Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alt1: 80% VP+ 20%FV</td> <td>~200</td> <td>~2300</td> </tr> <tr> <td>Alt2: 80% VP + 20% El-kjel</td> <td>0</td> <td>~2800</td> </tr> <tr> <td>Alt3: 100% FV</td> <td>~1000</td> <td>~1800</td> </tr> </tbody> </table>	Alternative	Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Alt1: 80% VP+ 20%FV	~200	~2300	Alt2: 80% VP + 20% El-kjel	0	~2800	Alt3: 100% FV	~1000	~1800
Alternative	Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)																								
Alt1: 80% VP+ 20%FV	~500	~2500																								
Alt2: 80% VP + 20% El-kjel	0	~2800																								
Alt3: 100% FV	~3500	~1800																								
Alternative	Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)																								
Alt1: 80% VP+ 20%FV	~200	~2300																								
Alt2: 80% VP + 20% El-kjel	0	~2800																								
Alt3: 100% FV	~1000	~1800																								
Norsk elektrisitetsmiks	<table border="1"> <caption>Data for Norwegian electricity mix, Fjernvarme with emission factor</caption> <thead> <tr> <th>Alternative</th> <th>Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)</th> <th>Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alt1: 80% VP+ 20%FV</td> <td>~500</td> <td>~1500</td> </tr> <tr> <td>Alt2: 80% VP + 20% El-kjel</td> <td>0</td> <td>~1500</td> </tr> <tr> <td>Alt3: 100% FV</td> <td>~3500</td> <td>~1000</td> </tr> </tbody> </table>	Alternative	Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Alt1: 80% VP+ 20%FV	~500	~1500	Alt2: 80% VP + 20% El-kjel	0	~1500	Alt3: 100% FV	~3500	~1000	<table border="1"> <caption>Data for Norwegian electricity mix, Avfall ikke allokert til FV</caption> <thead> <tr> <th>Alternative</th> <th>Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)</th> <th>Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alt1: 80% VP+ 20%FV</td> <td>~200</td> <td>~1000</td> </tr> <tr> <td>Alt2: 80% VP + 20% El-kjel</td> <td>0</td> <td>~1500</td> </tr> <tr> <td>Alt3: 100% FV</td> <td>~1000</td> <td>~1000</td> </tr> </tbody> </table>	Alternative	Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Alt1: 80% VP+ 20%FV	~200	~1000	Alt2: 80% VP + 20% El-kjel	0	~1500	Alt3: 100% FV	~1000	~1000
Alternative	Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)																								
Alt1: 80% VP+ 20%FV	~500	~1500																								
Alt2: 80% VP + 20% El-kjel	0	~1500																								
Alt3: 100% FV	~3500	~1000																								
Alternative	Fjernvarme (Tonn CO2-ekv./livsløpet)	Strøm (Tonn CO2-ekv./livsløpet)																								
Alt1: 80% VP+ 20%FV	~200	~1000																								
Alt2: 80% VP + 20% El-kjel	0	~1500																								
Alt3: 100% FV	~1000	~1000																								

Tabell 5.6 viser at for alle kombinasjoner av elektrisitetsmiks og allokering av avfall, bortsett fra rød EU-miks og avfall ikke allokert til fjernvarme, så har alternativ 3 med 100 % fjernvarme som oppvarmingsløsning høyest utslipp. Alternativ 2 med 80 % varmepumpe og 20 % elkjel, er den oppvarmingsløsningen som har lavest utslipp i flest av variasjonene.

5.1.5 Sammenfatning av utslipp fra alle faser

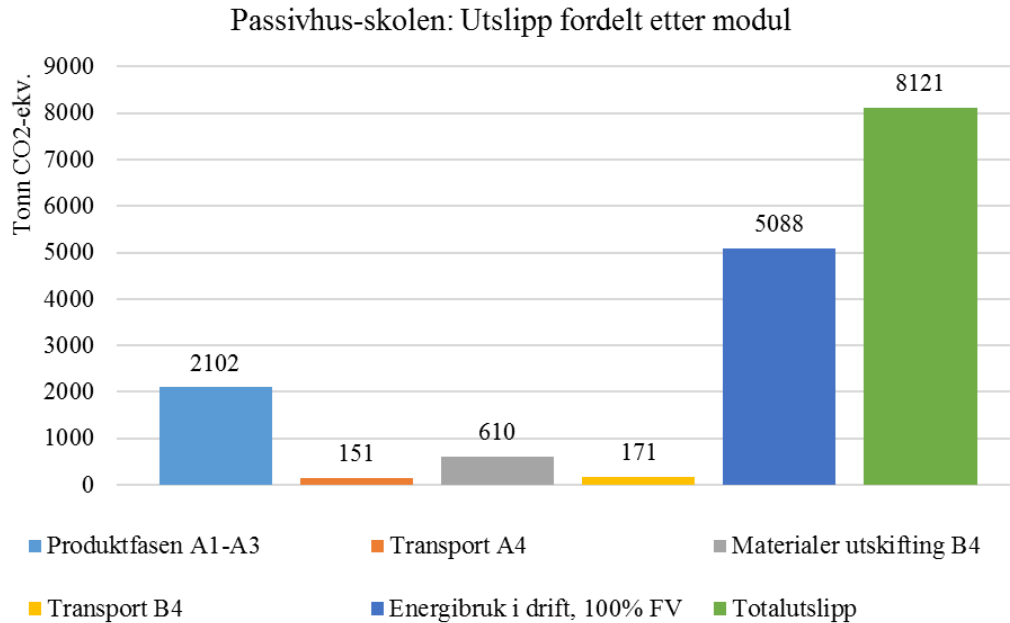


Figur 5.5: Akkumulert utslipp fra produktfasen (A1-A3), transport (A4), utskifting (B4) og driftsmessig energibruk (B6)

Figur 5.5 viser det akkumulerte utslippet fra alle moduler som er inkludert i vurderingen i oppgaven for skolebygget. Figuren viser at over livløpet har passivhus-skolen omtrent 5 % lavere totalutslipp enn TEK10-skolen. Alternativene med varmepumpe som energiforsyning gir et akkumulert utslipp som er ca. 30 % lavere totalt enn TEK10-skolen. Utslippsfaktorene som er brukt for oppsettet i denne figuren er EU-2 gradersmålet for strøm og fjernvarme med avfall allokert til forbrenningsprosessen. Disse utslippsfaktorene er de som blir brukt i klimagassregnskap, og derfor er det valgt å bruke disse for den overordnede sammenligningen.

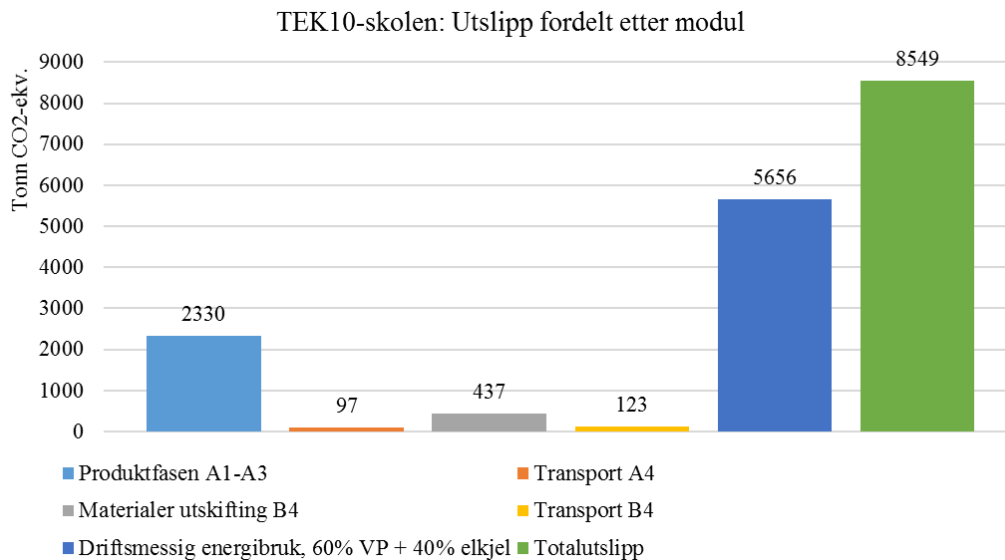
Figur 5.6 viser utslippet i hver modul sammenlignet med totalutslippet. Figuren viser at utslipp fra produktfasen og driftsmessig energiforbruk har størst innvirkning på totalutslippet,

og står for henholdsvis ca 25 % og 60 % av utslippet. Materialer i utskifting (B4) står for 8 %, transport i A4 står for 2 % og transport i B4 står for 2 % av totalutslippet.



Figur 5.6: Passivhus-skole: utslipp fordelt etter modul

De samme modulen for TEK10-skolen som for passivhus-skolen utgjør også mesteparten av totalutslippet, Figur 5.7. Driftsmessig energibruk står for TEK10-skolen for 66 %, produktfasen for 27 %, materialer i utskifting for 5 %, transport i A4 for 1 % og transport i B4 for 1 %.

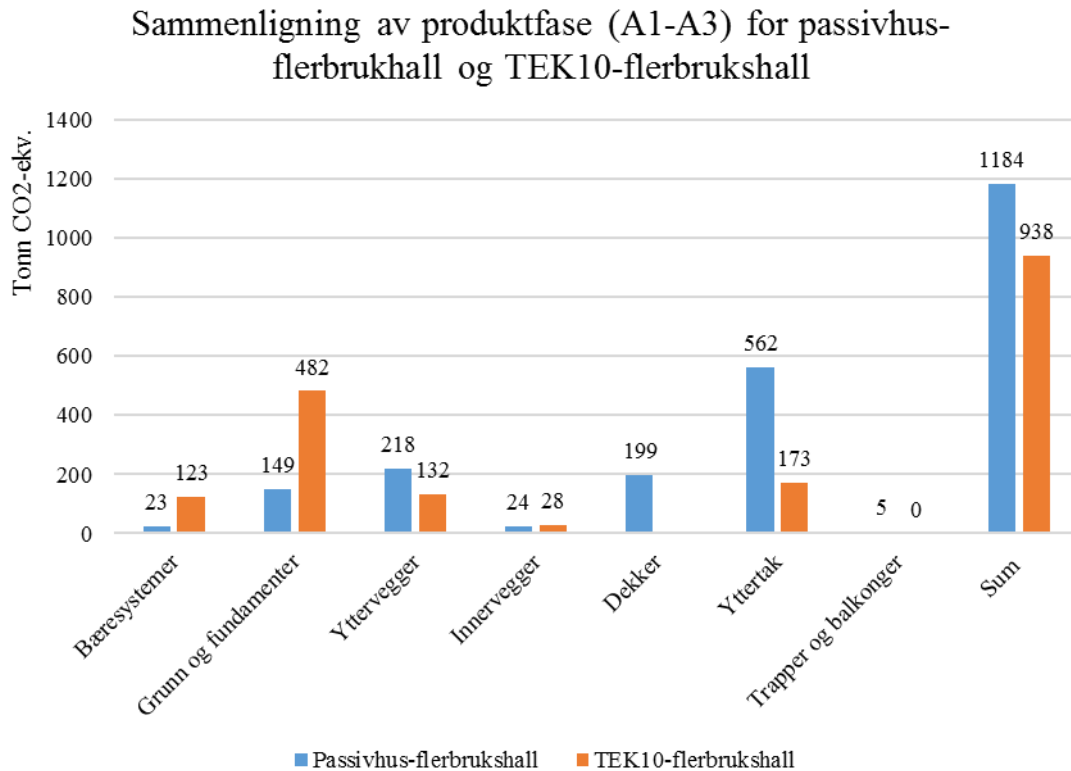


Figur 5.7: TEK10-skolen- utslipp fordelt etter modul

5.2 Flerbrukshallen

Dette delkapittelet presenterer utslippet fra passivhus-flerbrukshallen og TEK10-flerbrukshallen. Dette er først presentert innenfor hver modul, og til slutt i kapitlet sammenlignes modulene og totalutslippet.

5.2.1 Produktfase (A1-A3)

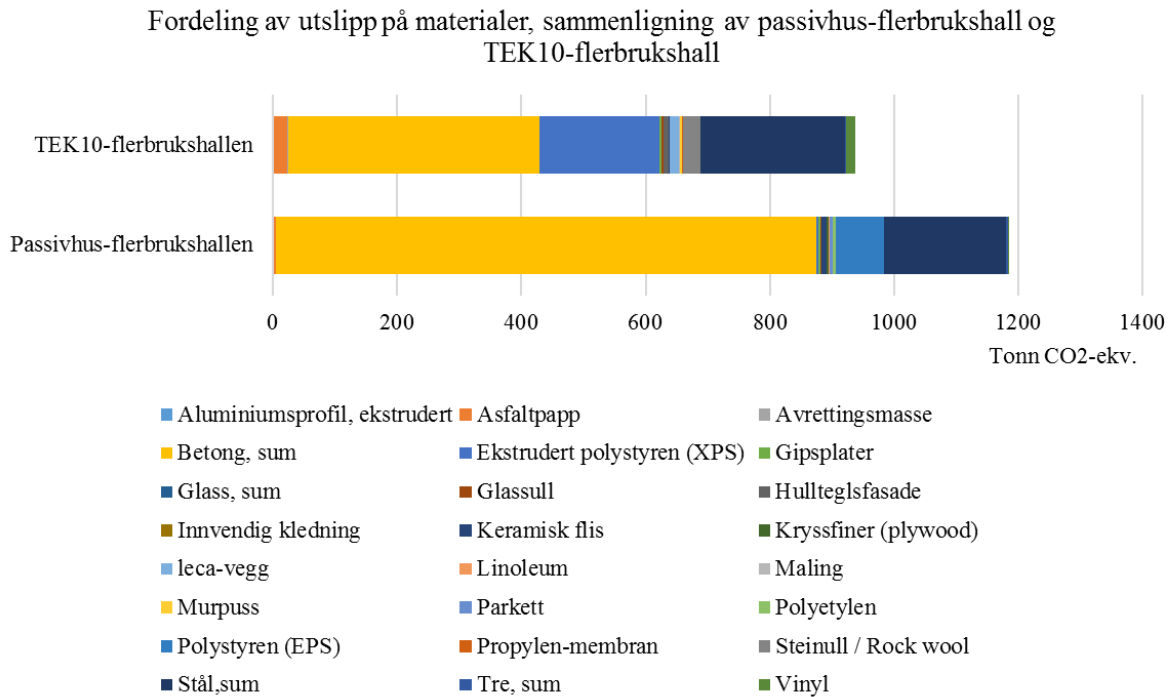


Figur 5.8: Sammenligning av totalutslipp for passivhus-flerbrukshall og TEK10-flerbrukshall fordelt etter bygningsdeler

Figur 5.8 viser totalutslippet i tonn CO₂-ekv. for hver bygningsdel for passivhus-flerbrukshallen og for referanse-flerbrukshallen. Totalsummen av utslippet for passivhus-flerbrukshallen er omtrent 25% høyere enn for referanse-flerbrukshallen. Passivhus-flerbrukshallen har lavere utslipp enn referanse-flerbrukshallen for bæresystemer, grunn og fundamenter og innervegger, mens referanse-flerbrukshallen har lavere utslipp enn passivhus-flerbrukshallen for yttervegger og yttertak. På grunn av ringmurskonstruksjonen til det passivhus-flerbrukshallen er det brukt hulldekker lagt på ringmuren som gulvkonstruksjon. Disse er lagt inn som dekker. Siden TEK10-flerbrukshallen ikke har lik oppbygning som passivhus-flerbrukshallen, har den ingen utslipp innenfor denne kategorien. Grunn og fundamenter samt yttertak er de dominerende bygningsdelene for utslippet for både passivhus-flerbrukshallen og TEK10-flerbrukshallen.

I den passivhus-flerbrukshallen er det stort sett veggene i plasstøpt betong som er bærende sammen med noen betongsøyler, tresøyler og trebjelker. Dette gjør at fordelingen mellom disse elementene blir ulike for TEK10-flerbrukshallen og passivhus-flerbrukshallen.

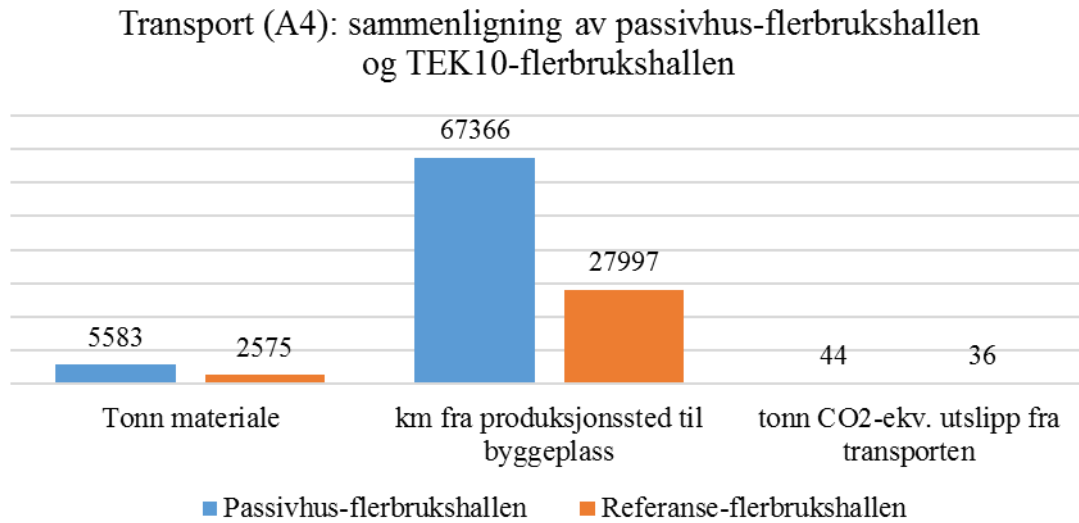
Yttertaket i passivhus-flerbrukshallen består av DT-elementer av store dimensjoner, 1,2 m høye, som strekker seg over hele spennet av hallen. Hulldekkene brukt i TEK10-flerbrukshallen har en dimensjon på 220 mm, og dermed vil mindre materiale bli brukt her. Utslippet blir derfor lavere.



Figur 5.9: Fordeling av utslipp etter materialer, sammenligning av passivhus-flerbrukshall og TEK10-flerbrukshall

Figur 5.9 viser fordeling av utslipp for passivhus-flerbrukshallen og TEK10-flerbrukshallen etter materialer. Det fremgår fra figuren at betong og stål er materialene som har størst innvirkning på totalutslipp. EPS- og XPS-isolasjon har også relativt stor innvirkning på totalutslippet. Materialene er lagt sammen på samme måte her som forklart i kapittel 5.1.1.

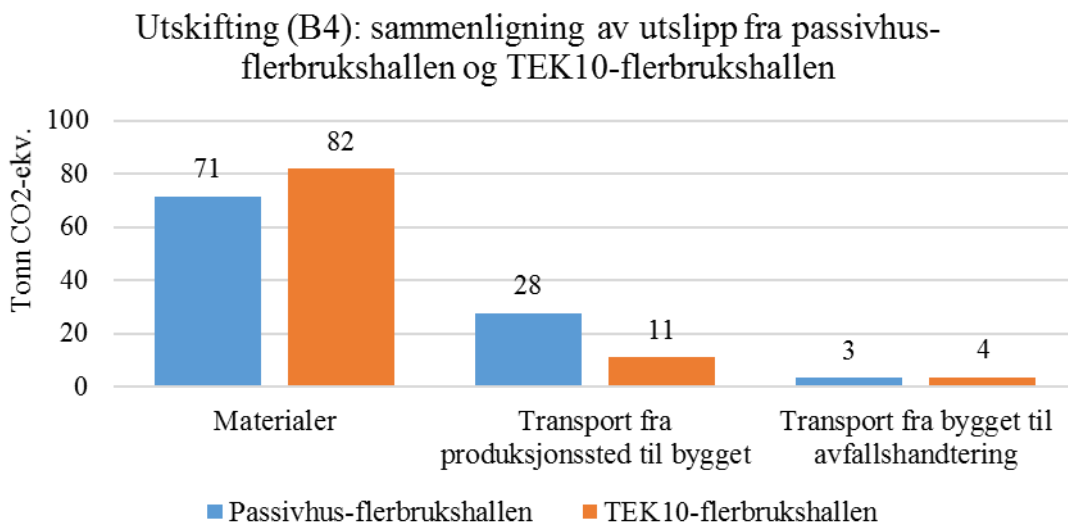
5.2.2 Transport (A4)



Figur 5.10: Sammenligning av transport (A4) for passivhus- flerbrukshallen og TEK10-flerbrukshallen

Figur 5.10 viser at som i skoledelen av bygget har også TEK10-flerbrukshallen lavere utslipp fra transport enn passivhus-flerbrukshallen. I passivhus-flerbrukshallen er det flere tonn materialer enn i TEK10-flerbrukshallen, som i tillegg fraktes lengre. Dette gjør at utslippet blir utslippet høyere i passivhus-flerbrukshallen.

5.2.3 Utskifting (B4)



Figur 5.11: Sammenligning av utslipp fra utskifting (B4) for prosjektert og referanse flerbrukshall

Figur 5.11 viser at materialutslippet i utskiftingsfasen er høyere for TEK10-flerbrukshallen enn for passivhus-flerbrukshallen. Tonn materialer som skiftes ut er mindre, men materialene som skiftes ut har høyere utslippsfaktor enn for det passivhus-flerbrukshallen. Transportutslippet er derimot lavere. Dette er fordi materialene veier mindre og dermed blir antallet tonn som må fraktes lavere.

5.2.4 Driftsmessig energiforbruk

De samme tre energiforsyningsløsningene for oppvarming som for passivhus-skolebygget er vurdert for passivhus-flerbrukshallen. Energibehovet, energiforsyningen og utslippet til TEK10-flerbrukshallen er satt opp i Tabell 5.7, standardløsningen for energiforsyning i TEK10 er benyttet.

Tabell 5.7: Energibehov, energiforsyning og utslipp for TEK10-flerbrukshallen

TEK 10	Behov (kWh/m²/år)	Energiforsyning (% av posten)	Utslipp (kg CO₂-ekv. /år/m²)	Tonn CO₂-ekv. /livsløpet
El-spesifikk energi	46	100% el	5,1	610
Varme	128	60% varmepumpe (sys.vrik. grad 2,25) 40% el-kjel (sys. virk. grad 0,86)	10	1197
Kjøling	0	100% lokal kjøling	0	
Sum	174	-	15,1	1807

Energibehov, energiforsyning og utslipp for passivhus-flerbrukshallen for alternativ 1, 2 og 3 er angitt i henholdsvis Tabell 5.8, Tabell 5.9 og Tabell 5.10.

Tabell 5.8: Energibehov, energiforsyning og utslipp for alternativ 1: 80 % varmepumpe og 20 % fjernvarme

Alternativ 1	Behov (kWh/m²/år)	Energivare (% av posten)	Utslipp (kg CO₂-ekv. /år/m²)	Tonn CO₂-ekv. /livsløpet
El-spesifikk energi	29,6	100% el	2,85	341
Varme	66	80% varmepumpe (sys.vrik. grad 3,1) 20% fjernvarme (sys. virk. grad 0,88)	4,2	196 308
Kjøling	0	100% lokal kjøling		
Sum	95,6	-	7,05	845

5 Resultater

Tabell 5.9: Energibehov, energiforsyning og utslipp for alternativ 2: 80 % varmepumpe og 20 % el-kjel

Alternativ 2	Behov (kWh/m²/år)	Energivare (% av posten)	Utslipp (kg CO₂- ekv. /år/m²)	Tonn CO₂-ekv. /livsløpet
El-spesifikk energi	29,6	100% el	2,85	341
Varme	66	80% varmepumpe (sys.vrik. grad 3,1) 20% el-kjel	3,12	196 178
Kjøling	0	100% lokal kjøling	0	
Sum	95,6	-	5,97	715

Tabell 5.10: Energibehov, energiforsyning og utslipp for alternativ 3: 100 % fjernvarme

Alternativ 3	Behov (kWh/m²/år)	Energiforsyning (% av posten)	Utslipp (kg CO₂-ekv. /år/m²)	Tonn CO₂-ekv. /livsløpet
El-spesifikk energi	29,6	100% el	2,85	341
Varme	66	100 % fjernvarme	12,9	1542
Kjøling	0	100% lokal kjøling	0	
Sum	69,9	-	15,57	1856

Sammenligning av Tabell 5.7, Tabell 5.8, Tabell 5.9 og Tabell 5.10 viser at over livsløpet til passivhus-flerbrukshallen vil alternativ 2 (80 % varmepumpe og 20 % el-kjel) føre til minst utslipp for energibruk i drift, mens alternativ 3 (100 % fjernvarme) vil gi mest utslipp. Alternativ 2 gir omtrent 40 % lavere utslipp enn alternativ 3. Sammenlignet TEK10-flerbrukshallen, fører alternativ 3 for passivhus-flerbrukshallen til høyere utslipp enn TEK-10 løsningen med TEK10 energibehovet.

Usikkerhet og sensitivitet

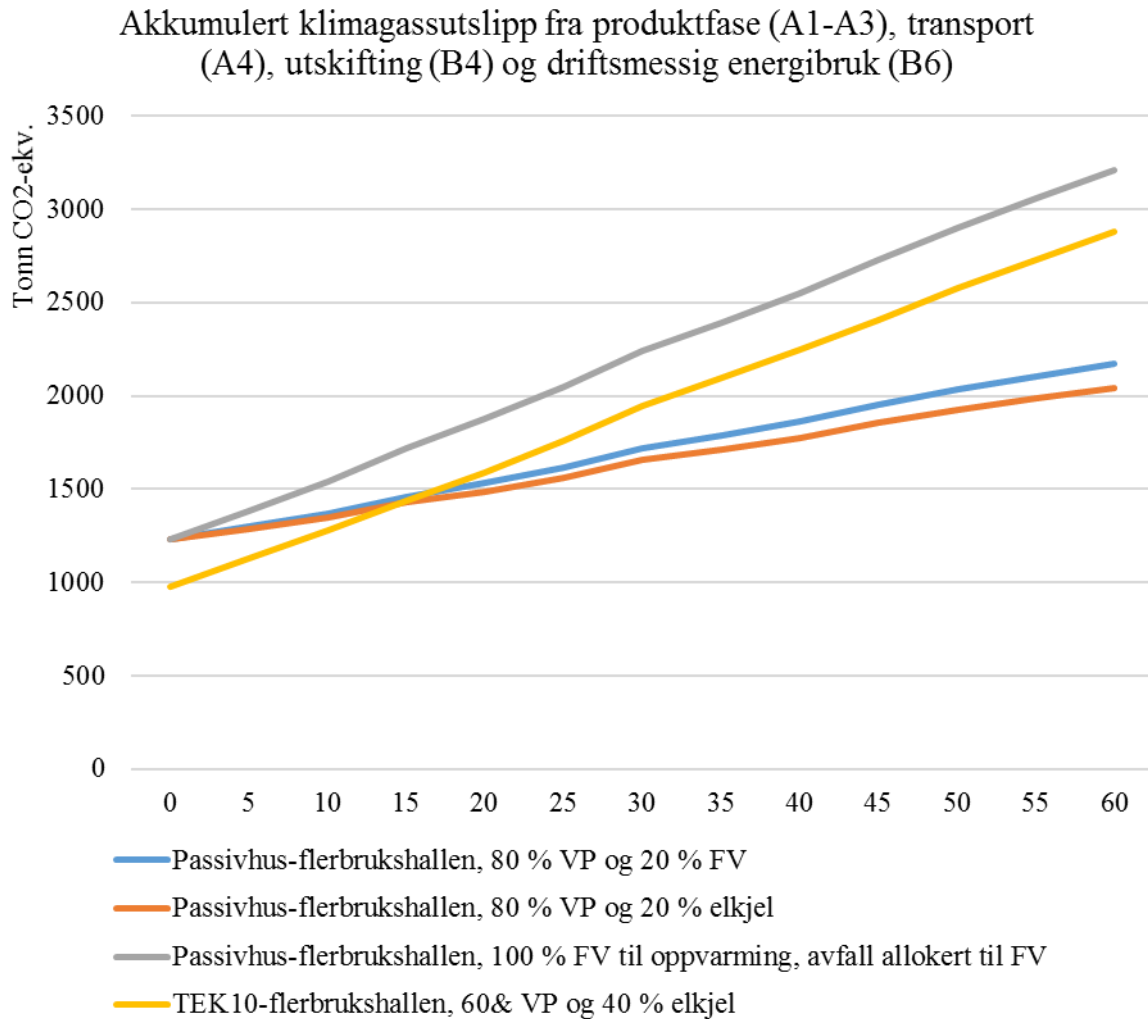
Samme vurdering av sensitivitet for elektrisitetsmiks og allokering av avfall for fjernvarme som ved skolebygget (kapittel 5.1.4) er gjort for flerbrukshallen. Dette er satt opp i Tabell 5.11. Tabellen viser at for alle kombinasjoner av elektrisitetsmiks og allokering av avfall, bortsett fra rød EU-miks og avfall ikke allokert til fjernvarme, så har alternativ 3 med 100 % fjernvarme som oppvarmingsløsning for passivhus-flerbrukshallen høyest utslipp. Alternativ 2 med 80 % varmepumpe og 20 % el-kjel er den oppvarmingsløsningen som har lavest utslipp i flest av variasjonene.

5 Resultater

Tabell 5.11: Fremstilling av påvirkningen utslippsfaktorer og elektrisitetsmiks har for totalutslippet for driftsmessig energibruk for passivhus-flerbrukshallen

	Fjernvarme med utslippsfaktor for avfall fra klimagassregnskap.no	Utslipp fra avfall ikke allokert til fjernvarme
Europeisk (rød)	<p>Tonn CO₂/livsløpet</p> <p>Alt1: 80% VP+ 20%FV Alt2: 80% VP + 20% E1-kjel Alt3: 100% FV</p> <p>■ Fjernvarme ■ Strøm</p>	<p>Tonn CO₂/livsløpet</p> <p>Alt1: 80% VP+ 20%FV Alt2: 80% VP + 20% E1-kjel Alt3: 100% FV</p> <p>■ Fjernvarme ■ Strøm</p>
Nordisk elektrisitetsmiks	<p>Tonn CO₂/livsløpet</p> <p>Alt1: 80% VP+ 20%FV Alt2: 80% VP + 20% E1-kjel Alt3: 100% FV</p> <p>■ Fjernvarme ■ Strøm</p>	<p>Tonn CO₂/livsløpet</p> <p>Alt1: 80% VP+ 20%FV Alt2: 80% VP + 20% E1-kjel Alt3: 100% FV</p> <p>■ Fjernvarme ■ Strøm</p>
EU- 2 gradersmål	<p>Tonn CO₂/livsløpet</p> <p>Alt1: 80% VP+ 20%FV + 20% E1-kjel Alt2: 80% VP Alt3: 100% FV</p> <p>■ Fjernvarme ■ Strøm</p>	<p>Tonn CO₂/livsløpet</p> <p>Alt1: 80% VP+ 20%FV Alt2: 80% VP + 20% E1-kjel Alt3: 100% FV</p> <p>■ Fjernvarme ■ Strøm</p>
Norsk elektrisitetsmiks	<p>Tonn CO₂/livsløpet</p> <p>Alt1: 80% VP+ 20%FV + 20% E1-kjel Alt2: 80% VP Alt3: 100% FV</p> <p>■ Fjernvarme ■ Strøm</p>	<p>Tonn CO₂/livsløpet</p> <p>Alt1: 80% VP+ 20%FV Alt2: 80% VP + 20% E1-kjel Alt3: 100% FV</p> <p>■ Fjernvarme ■ Strøm</p>

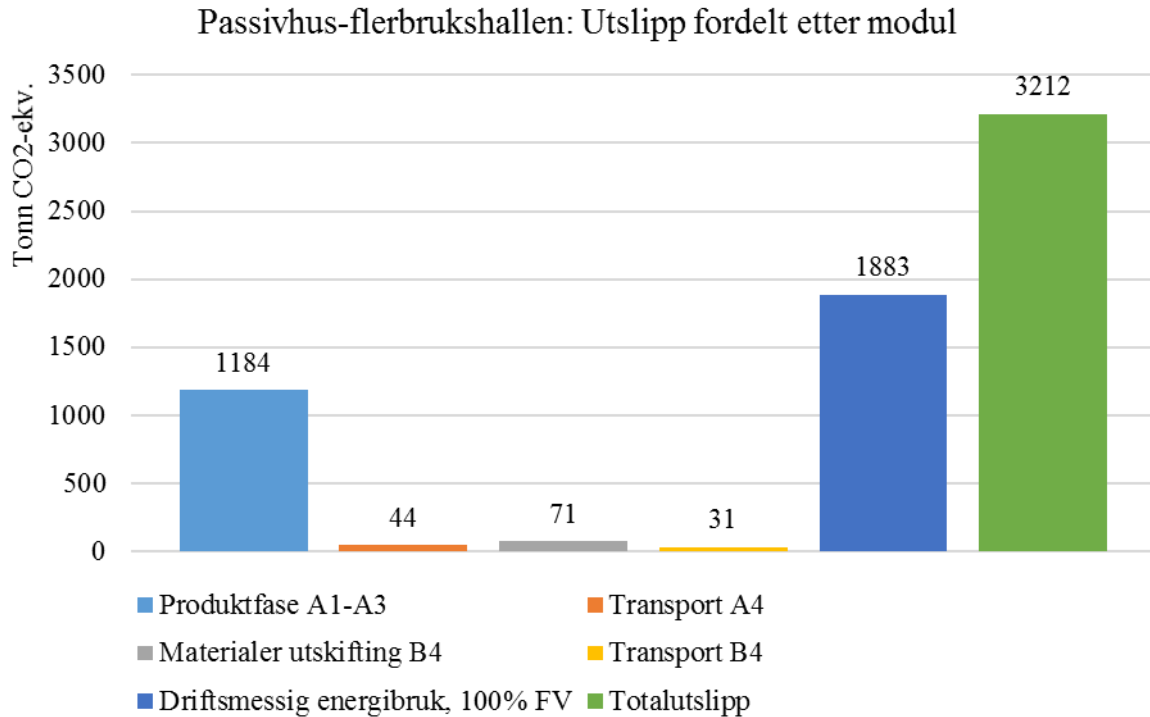
5.2.5 Sammenfatning av utslipp for modul A1-A3,A4, B4 og B6



Figur 5.12: Flerbrukshall: Akkumulert utslipp fra produktfase (A1-A3), transport (A4), utskifting (B4) og driftsmessig energibruk (B6)

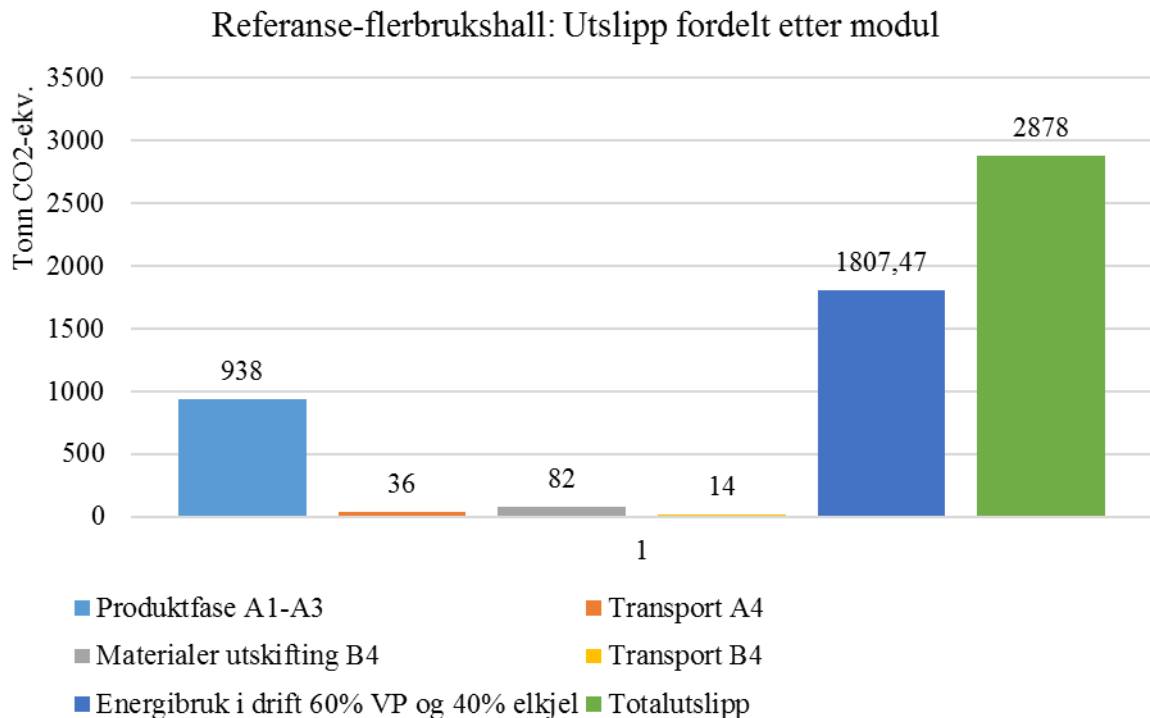
Akkumulert utslipp for passivhus-flerbrukshallen med 100 % fjernvarme er omtrent 10 % høyere enn for TEK10-flerbrukshallen. Alternativene med varmepumpeløsninger (alt. 1 og alt. 2) har et totalutslipp som er omtrent 25 % lavere enn TEK10-flerbrukshallen.

Figur 5.13 viser totalutslippet til passivhus-flerbrukshallen for alle modulene som er vurdert relativt til hverandre og til totalutslippet for alle modulene. Figuren viser at av totalutslippet utgjør energiforbruk i drift (A6) 59 %, materialer (A1-A3) 37 %, materialer i utskifting (B4) 2%, transport 1 % (A4) og transport (B4) 1 %.



Figur 5.13: Passivhus-flerbrukshall utslipp fordelt etter modul

Figur 5.14 viser at av totalutslippet for referanse-flerbrukshallen utgjør energiforbruk i drift (A6) 63 %, materialer (A1-A3) 33 %, materialer i utskifting (B4) 3 %, transport 1 % (A4) og transport (B4) 1 %.



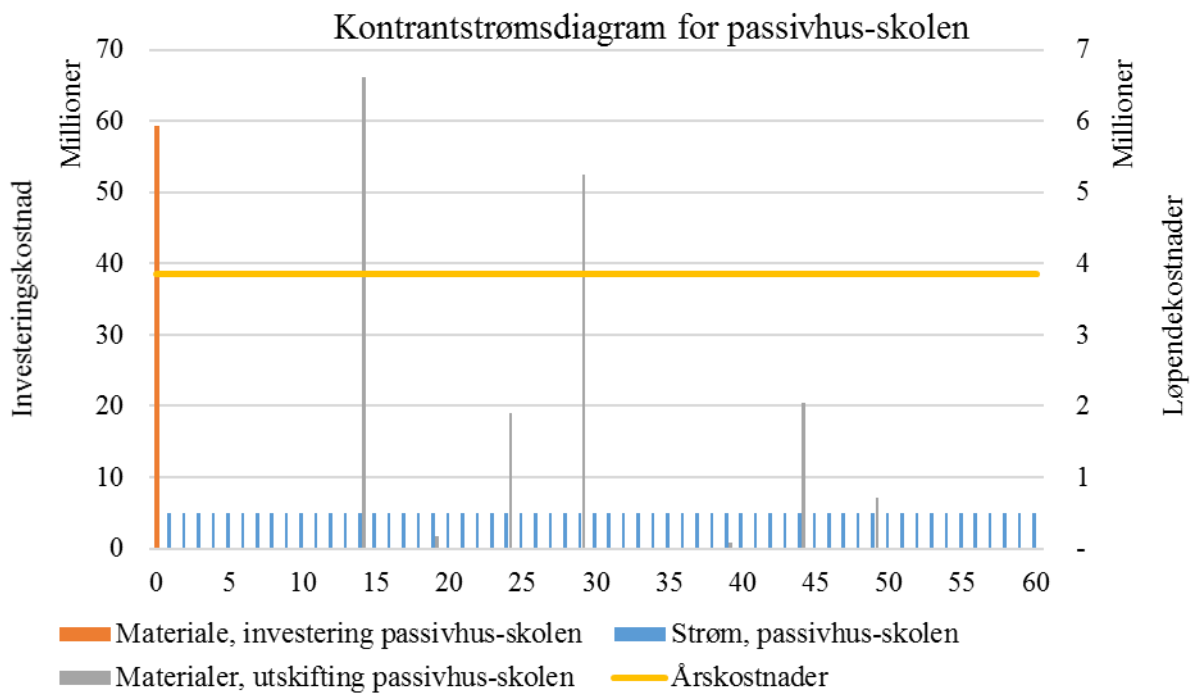
Figur 5.14: Referanse-flerbrukshall utslipp fordelt etter modul

5.3 Livssyklus kostnader – Skolebygget

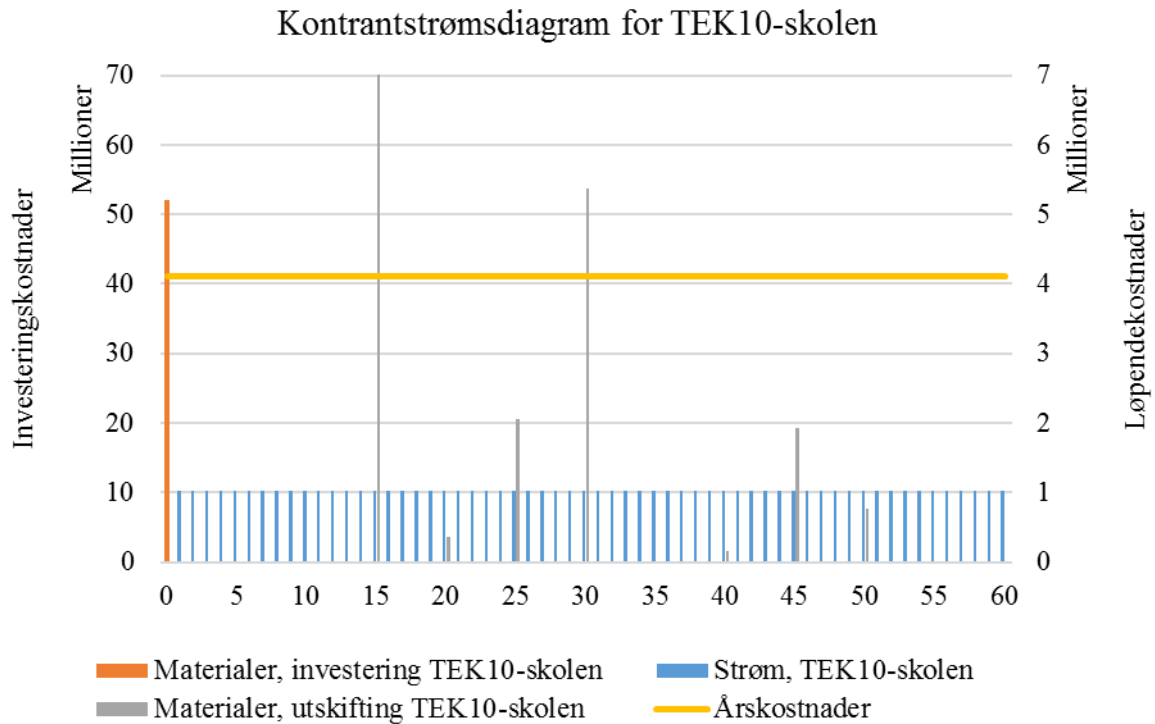
I dette kapitlet presenteres livssyklus kostnadene som er beregnet for materialene, utskifting og strøm for passivhus-skolen og TEK10-skolen. Metoden som benyttet er beskrevet i kapittel 2.6 og kapittel 3.4. En fullstendig oversikt over kostnader for hver bygningsdel, samt enhetspriser og mengder er presentert i Vedlegg 5 og Vedlegg 6.

Figur 5.15 og Figur 5.16 viser kontantstrømmen av utgifter ved investering, strømforbruk og utskifting for henholdsvis passivhus-skolen og TEK10-skolen. I figurene er det satt opp to akser for at de løpende kostnadene skal bli mer synlige. Investeringskostnaden vises mot primæraksen og de løpende kostnadene (strøm og utskifting) mot sekundæraksen.

Sammenlignes kostnadene som figurene viser, er det tydelig at investeringskostnaden for passivhus-skolen er høyere enn for TEK10-skolen, omtrent 10 %. Strømkostnadene til passivhus-skolen er omtrent halvparten av strømkostnadene til TEK10-skolen.



Figur 5.15: Kontrantstrømsdiagram for passivhus-skolen, primæraksen er knyttet til investeringskostnaden og sekundæraksen til løpendekostnader (strøm og utskifting)



Figur 5.16: Kontrantstrømsdiagram for TEK10-skolen, primæraksen er knyttet til investeringskostnaden og sekundæraksen til løpende kostnader (strøm og utskifting)

Fra kontrantstrømmene er total nettonåverdi (NVt) og årskostnad (ÅK) for byggene beregnet:

- $NVt_{\text{passivhus-skole}} = 89,6$ millioner kr
- $NVt_{\text{referanse-skole}} = 93$ millioner kr
- Differanse $NVt = 5,8$ millioner kr
- $\text{ÅK}_{\text{passivhus-skole}} = 3,8$ millioner kr
- $\text{ÅK}_{\text{referanse-skole}} = 4,1$ millioner kr
- $\text{ÅK}_{\text{differanse}} = 300\,000$ kr

Beregningene viser at passivhus-skolen er et mer lønnsomt enn TEK10-skolen i løpet av en levetid på 60 år.

6 Diskusjon

Produktfase

Sammenligningen av totalutslipp fra produktfasen viser at det er mulig å bygge en passivhus-skole som har mindre utslipp enn en TEK10-skole fra denne fasen. Et jevnt lavere utslipp innenfor flere bygningsdeler medfører at utslippet har blitt redusert med omtrent 10 %, men det er ikke én bestemt bygningsdel som skiller seg ut betydelig for å oppnå dette. Dette er også erfaringen fra andre prosjekter, som Blengini og Di Carlo (2010). Bygningsdelene hvor passivhus-skolen har lavere utslipp enn TEK10-skolen er grunn og fundamenter, yttervegg og yttertak. Passivhus-skolen har høyere utslipp for bæresystemer, dekker og innervegger. For de tre sistnevnte bygningsdelene er det stålbæresystemet, hulldekker og kledning som utgjør størst andel av totalutslippet. Dersom man her kan benytte andre materialer som har lavere utslippsfaktorer, vil dette kunne gi størst potensiale for å redusere totalutslippet i forhold til TEK10-skolen.

Betongelementer er brukt som dekke over kryperom og i midtbygget. Resten av bygget har massivtredekker. Det kunne derfor forventes at utslippet fra passivhus-skolen ville vært lavere enn TEK10-skolen, hvor alle dekker er betongelementer. Men, på grunn av trinnlydskrav og brannkrav, har det måttet benyttes mye påstøp over alle massivtredekkene i passivhus-skolen. Dette utgjør en betydelig andel av utslippet for dekker. Dette gir en indikasjon på at teknologiutvikling innenfor dette området vil være viktig fremover, og at man i den forbindelse også bør ha miljøhensyn som en del av vurderingen av mulige løsninger.

Passivhus-flerbrukshallen har et utslipp fra produktfasen som er omtrent 30 % høyere enn i TEK10-flerbrukshallen. Dette er i hovedsak på grunn av at større dimensjoner er brukt for dekkene i yttertaket enn for TEK10-flerbrukshallen, samt at alle yttervegger er av betong. Dette kan indikere at dersom man bruker tradisjonelle materialer for passivhus, kan det være vanskeligere å oppnå en reduksjon av utslippet fra produktfasen.

Betong og stål er generelt de materialene som bidrar mest til totalutslippet for både passivhus-skolen, TEK10-skolen, passivhus-flerbrukshallen og TEK10-flerbrukshallen. Studier gjort av Junnila og Horvath (2003) og Tobias et al. (2015) viser også at stål og betong har stor betydning for utslippet i produktfasen. At betong og stål bidrar mest til totalutslippet for passivhus-skolen er kanskje noe uventet, ettersom tre er brukt i store deler av bæresystem og dekker. Dette kan indikere at dersom det skulle vært mulig å redusere utslippet ytterligere, måtte mer av betong og stål ha blitt byttet ut med tre. Sett i forhold til totalt utslipp fra produktfasen bidrar tre i passivhus-skolen med 3 %, og tre blir benyttet i bæresystem og dekker i nesten hele den nord- og østlige delen av bygget. Tobias et al. (2015) og Skullestad et al. (2016) viser at det ved å bytte ut bæresystem av betong med tre er mulig å redusere klimagassutslippet fra bæresystemet betydelig.

Grunn og fundamenter er én av bygningsdelene som for både flerbrukshallen og skolen står for mye utslipp sammenlignet med de andre bygningsdelene. Grunn og fundamenter vil være avhengig av grunnforholdene på tomten hvor bygget bygges. På grunn av dette, og fordi det ikke finnes annen tilgjengelig teknologi enn armert betong og stål for å oppnå tilstrekkelig bæring og fuktsikkerhet, kan det være vanskelig å gjøre endringer i denne posten. For å redusere utslippsfaktoren for materialene som bidrar mest, er resirkuleringsgrad av armeringsstålet og flyveaske i sement viktige parametere.

Transport

Årsaken til at distansen som materialene i passivhus-skolen må fraktes er mye lenger enn for TEK10-skolen, er i hovedsak at massivtreet produseres i Østerrike. Men, siden massivtreet fraktes på jernbane, blir dette bidraget vesentlig lavere enn om det hadde blitt fraktet med lastebil. Utslippsfaktoren for jernbane er omtrent én tiendedel av utslippsfaktoren for lastebil. Dersom materialer skal fraktes langt, viser dette at transportmetoden bør vurderes nøye for å holde utslippet fra denne modulen lav.

Utskifting

I utskiftningsmodulen er det materialutslippet som har størst innvirkning på totalutslippet. Transport både til og fra byggeplass, samt avfallshandtering, står kun for en liten del av utslippet for denne modulen. Det er brukt faste intervaller for utskifting, men dersom behovene til brukerne endrer seg, eller de faktiske materialene som brukes viser seg å være av dårligere eller bedre kvalitet enn det som er antatt, kan dette utslippet forandre seg mye. Dersom behandlingen av avfallet også hadde blitt vurdert i denne modulen, kunne det relative bidraget innad i denne modulen ha vært annerledes, og totalutslippet fra modulen ville også blitt høyere.

Driftsmessig energibruk

Driftsmessig energibruk for passivhus-skolen og passivhus-flerbrukshallen er omtrent halvparten av forbruket til TEK10-skolen og TEK10-flerbrukshallens. Dette er i tråd med de prioriteringer og fokus, både nasjonalt og internasjonalt, som har vært på energieffektivisering de siste årene.

I resultatet er det vist at valg av energiforsyningsløsning har stor betydning for utslippet fra energibruk i drift. For alle elektrisitetsmikser og allokering av avfall, bortsett fra rød EU-miks, fører en 100 % fjernvarmeløsning til mer utslipp enn de to andre energiforsyningsløsningene som er vurdert. Dette kan indikere at tilknytningsplikten til fjernvarme ved Lade skole har vært lite hensiktsmessig fra et miljøperspektiv.

Resultatet viser at totalutslippet fra denne modulen er følsom for valget av elektrisitetsmiks. Hvis en elektrisitetsmiks med høyt utslippsfaktor blir brukt i vurderingen, blir utslippet fra energibruk i drift også høyt. Dersom det er en utvikling med mer handel av elektrisitet mellom Europa og Norge, kan dette medføre at denne modulen vil få enda større betydning for totalutslippet.

Forbrenning av avfall har lav energikvalitet og kan ikke utnyttes til andre formål enn oppvarming. Å utnytte varme fra avfallsforbrenning til oppvarming er derfor i mange tilfeller bedre enn å la energien gå til spille. Resultatet viser at bruk av fjernvarme har et høyt utslipp, hvis forbrenning av avfallet allokeres til fjernvarme. Allokeringen av avfallet har stor betydning for resultatet, men 100 % fjernvarme fører i denne casen uansett til høyest klimagassutslipp bortsett fra i ett alternativ. Dette betyr at ekstra oppmerksomhet bør vies til brenselet som benyttes i forbrenningsprosessen.

Tilknytningsplikt til fjernvarmenettet for bygninger med lavt oppvarmingsbehov er muligens ikke alltid hensiktsmessig. Dette fordi det kreves ressurser til utbygging, både økonomisk, og i form av materialer. Det vil muligens være mer hensiktsmessig å bruke fjernvarme i eldre bygg som har høyere oppvarmingsbehov, og som per i dag benytter energiforsyningsløsninger som fører til et høyt klimagassutslipp.

Totalt klimagassutslipp for alle medregnede moduler

Sammenlignes totalutslippet for alle medregnede moduler i hele livsløpet for passivhus-skolen og TEK10-skolen, har passivhus-skolen omtrent 5 % lavere klimagassutslipp. Dette betyr at forskjellen mellom passivhus-skolen og TEK10-skolen har blitt mindre over livsløpet, ettersom forskjellen etter modul A1-A3 var 10 %. Dette skyldes i hovedsak at TEK10-skolen har en energiforsyning, 60 % varmepumpe og 40 % elkjel, som har lavere utslippsfaktor enn fjernvarme. Dette gjør at selv om energiforbruket i drift til passivhus-skolen er halvparten av TEK10-skolens forbruk, forsvinner gevinsten. Dersom én av de andre energiforsyningsløsningene som ble vurdert for passivhus-skolen hadde blitt valgt, viser resultatene i denne oppgaven at en utslippsreduksjon på omtrent 30 % ville vært mulig. For at dette skulle vært mulig, måtte kommunen enten ha gitt dispensasjon fra konsesjonsplikten til fjernvarme, eller en noe høyere tilknytningsavgift måtte ha blitt godtatt av prosjektledelsen.

I sammenligningen av det akkumulerte utslippet fra passivhus-flerbrukshallen og referanse-flerbrukshallen, har passivhus-flerbrukshallen 10 % høyere utslipp enn referanse-flerbrukshallen. Fra produktfasen (A1-A3) hadde passivhus-flerbrukshallen et utslipp som var 25 % høyere enn TEK10-flerbrukshallen, altså har denne forskjellen blitt mindre over livsløpet siden passivhus-flerbrukshallen har et lavere energiforbruk. Men, på grunn av at passivhus-flerbrukshallens energiforsyning har høyere utslippsfaktor enn TEK10-flerbrukshallen, utgjør ikke forskjellen i energiforbruk nok til å gjøre opp for utslippet i produktfasen. Dersom én av de andre to energiforsyningsløsningene som ble vurdert hadde blitt benyttet i stedet for fjernvarme, hadde det også her vært mulig å redusere totalutslippet for passivhus-flerbrukshallen med omtrent 25 % i forhold til TEK10-flerbrukshallen.

Fordelingen av utslippet etter moduler viser at utslippet i produktfasen og energiforbruket står for den største andelen av totalutslippet for både passivhus-skolen, TEK10-skolen, passivhus-flerbrukshallen og TEK10-flerbrukshallen. Utslippet i produktfasen står for 25 % - 37 %, og energiutslippet for 59 % - 66 %. Dette viser at det er her det er i disse modulene det vil være størst effekt på totalutslippet å redusere utslippet. Dette vil også kunne påvirke utslippet i de andre modulene, for eksempel vil reduksjon i utslippet i produktfasen også kunne redusere materialutslippet for materialer i utskifting.

Vurdering av resultatet mot målsetningene i prosjektet.

Trondheim kommune hadde i prosjektet et mål om at Lade skole skulle ha 50 % lavere energibruk i drift enn et referansebygg utført etter forskriftskrav, samt en reduksjon i klimagassutslipp fra materialer på 50 % sammenlignet med et referansebygg basert på klimagassregnskap.no sine referanseverdier.

Bygge vil er ikke være i drift før om omtrent ett år, og dermed er det ikke mulig å gjøre en nøyaktig vurdering av det første målet, fordi dette må testes og er avhengig av brukeropphør. Men fra beregningene som er gjort i energikonseptet, er dette målet oppnådd. Ved at Lade skole bygges som passivhus, har det potensiale til et mye lavere energiforbruk enn et TEK10-bygg.

Det er i passivhus-skole bygget oppnådd en reduksjon i klimagassutslipp fra materialer (produktfase), men ikke i den størrelsesorden som er gitt i målsetningen. For passivhus-flerbrukshallen er det derimot ikke oppnådd en reduksjon i materialutslipp (produktfase) i sammenlignet med TEK10-flerbrukshallen. Dalhstrøm et al. (2012) gjorde en lignende analyse av en passivhus- og TEK10-bolig, hvor de fant at passivhus-boligen hadde høyere utslipp fra produktfasen enn TEK10-boligen. Det kan derfor virke som om målsetningen til Trondheim kommune var noe ambisiøs.

Livsløpskostnader

Ifølge resultatene som det er kommet frem til i denne oppgaven, er investeringskostnaden ved passivhus-skolen noe høyere, omtrent 10 %, enn ved TEK10-skolen. At energiforbruket har blitt betydelig redusert, har stor innvirkning på resultatet. Gjennom livsløpet har passivhus-skolen en nettonåverdi som er lavere enn TEK10-skolen. Årskostnaden er omtrent 300 000 kr lavere ved passivhus-skolen enn ved TEK10-skolen.

I investeringskostnadene er bare materialkostnader inkludert. Siden passivhus er en mindre vanlig måte å bygge på enn TEK10, kan det hende at prosjekteringskostnader for et passivhus vil være dyrere. Dette fordi løsningene muligens ikke er like kjent, og det vil ta lenger tid å utforme. Det er heller ikke tatt med rigg- og drifts kostnader, noe som kan ha innvirkning dersom passivhus og massivtre tar lenger tid å bygge en et tradisjonelt bygg. Massivtre spesielt er benyttes ganske sjeldent i byggeprosjekter, og dermed kan det hende at det går med mer tid til å tilpasse løsninger i utførelsesfasen.

Tidligfase

Litteraturstudien viser at man har størst mulighet til påvirkning av det endelige bygget i tidligfase. Det er også her kostnadene for å gjøre endringer er lavest. Det er derfor viktig at faktorene som er diskutert i dette kapitlet blir hensyntatt fra start. Ved at det involveres folk med tilstrekkelig kompetanse om klimagassutslipp og livsløpsanalyser, vil dette kunne føre til at de nødvendige hensyn blir tatt. Målene som settes for prestasjonen må være fokus gjennom alle prosjektets faser for å kunne oppnås. I pyramiden for planlegging av energieffektive bygg er det påpekt som viktig både å redusere av energiforbruk, og å bruke energiforsyning med lavt CO₂-utslipp. Også denne oppgavens case har disse to faktorene vist seg å ha stor påvirkning på totalutslippet over livsløpet.

7 Konklusjon

I denne oppgaven er klimagassutslipp fra produktfase (A1-A3), transport (A4), utskifting (B4) og driftsmessig energibruk (B6) beregnet. Dette er gjort for en passivhus-skole og -flerbrukshall, som er under bygging, og for en TEK10-skole og -flerbrukshall som overholder kravene i TEK10-forskriften. For driftsmessig energibruk er det gjort en analyse av hvordan elektrisitetsmiks og allokering av avfall i fjernvarmeproduksjonen påvirker klimagassutslippet.

Resultatene fra de tilfellene som er vurdert viser at klimagassutslipp fra produktfasen og energibruk i drift har størst bidrag til totalutslippet. Utslippet i produktfasen for passivhus-skolen er 10 % lavere enn for TEK10-skolen, noe som viser at det kan være mulig å bygge et passivhus med lavere utslipp enn et standard bygg for denne fasen. Passivhus-flerbrukshallen hadde derimot omtrent 25 % høyere utslipp fra produktfasen enn TEK10-flerbrukshallen. I både passivhus-skolen og -flerbrukshallen og TEK10-skolen og -flerbrukshallen er betong og stål materialene som bidrar til mest klimagassutslipp. Dersom det i fremtiden blir enda større fokus på å redusere bruken av disse materialene, kan det være stort potensiale for å redusere klimagassutslippet i produktfasen ytterligere.

Vurderingen av elektrisitetsmiks og allokering av avfallsutslippet i fjernvarme, viser at hvilken utslippsfaktor som brukes kan ha stor innvirkning på resultatet for utslippet fra energiforbruket. Analysen viser også at valg av energiforsyning kan ha nesten like mye å si for totalutslippet gjennom levetiden som reduksjon av energiforbruk.

Dersom man vurderer hvilken innvirkning hver modul har på totalutslippet er den ganske lik for passivhus-skolen og TEK10-skolen. Produktfasen (A1-A3) står for omtrent 30 % av totalutslippet, transport (A4) står for omtrent 2%, materialer i B4 (utskifting) for omtrent 5 %, transport i B4 for omtrent 2 % og driftsmessig energibruk (B6) står for omtrent 65% av totalutslippet.

Vurderingen av materialkostnader for passivhus-skolen og TEK10-skolen viser at investeringskostnadene er omtrent 10 % høyere for passivhus-skolen. På grunn av lavere energiforbruk i drift, blir derimot årskostnaden for passivhus-skolen lavere enn for TEK10-skolen, omtrent 5%.

Oppgaven viser at for å kunne redusere klimagassutslipp for et passivhus sammenlignet med et TEK10-bygg, må det gjøres en nøye vurdering av materialvalg og energiforsyning. Det er i tidligfase av et prosjekt at man har størst påvirkningsmulighet, og det vil derfor være viktig å iverksette tiltak som reduserer klimapåvirkning i denne fasen. En nøye vurdering av et byggs klimapåvirkning i tidligfase vil også være med på å redusere kostnader ved eventuelle endringer i planene, eller ved iverksettelse av tiltak som reduserer klimagassutslipp. En helhetlig vurderingene må gjøres over hele byggets levetid for å kunne se hvilken innvirkning beslutninger vil ha på lang sikt.

8 Forslag til videre arbeid

I denne oppgaven er ikke alle fasene i livsløpsanalysen inkludert. I senere studier vil det derfor kunne være interessant også å inkludere livsløpets slutfase, og alle moduler i drift, for å vurdere innvirkningen av disse på totalutslippet.

Studien kunne også ha blitt utvidet til å gjelde for flere skolebygg, og sammenlignet disse med hverandre for å vurdere forskjeller for et større utvalg. Det kunne også vært interessant å vurdere andre bygningskategorier og andre typer caser innenfor dette.

Ettersom dette prosjektet ikke er ferdig bygget ennå, har det ikke vært mulig å få tak i spesifikke EPDer for alle materialer. Etter ferdigstillelse av bygget kunne man derfor ha gjort en vurdering av dette resultatet sammenlignet med resultatet som ble oppnådd med generiske verdier.

En annen interessant problemstilling kunne vært å sett nærmere på hvordan miljømålene i prosjektet har påvirket arbeidet til de involverte partene, og slik finne ut hva et ambisiøst mål for byggeprosjektet har å si for gjennomføringen av prosjektet.

9 Referanseliste

- Andersen, A., Ashjell, T., Birkeli, K., Flugsrud, K., Frigstad, H., Gade, H., Gjerald, E., Haarsaker, V., Hugland, H., Hoem, B. M., et al. (2015). Klimatiltak og utslippsbaner mot 2030 - Kunnskapsgrunnlag for lavutslippsutvikling: Miljødirektoratet.
- Andresen, I., Buvik, K., Grini, C., Sjørstrand, K., Thyholt, M. & Wigenstad, T. (2010). Miljøvennlig varmforsyning til lavenergi- og passivhus. Oslo: SINTEF Byggforsk.
- Arbor. (u.å). *Hattefjell*. Tilgjengelig fra: <http://arbor.no/kontakt-oss> (lest Mai).
- Aspehaug, S. K. (2015). 473.003 Energieffektive bygninger Begreper og definisjoner. I: Roland, B. (red.). *Byggforskserien*: SINTEF Byggforsk.
- Banenor. (2017). *Dovrebanen*. Tilgjengelig fra: <http://www.banenor.no/Jernbanen/Banene/Dovrebanen/>.
- Basbagill, J., Flager, F., Lepech, M. & Fischer, M. (2013). Application of life-cycle assessment to early stage building design for reduced embodied environmental impacts. *Building and Environment*, 60: 81-92.
- Bernstein, L., Bosch, P., Canziani, O., Chen, Z., Christ, R., Davidson, O. & Hare, W. (2007). Climate Change 2007: Synthesis Report: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Bjørberg, S., Kampesæter, A. & Listerud, C. A. (2009). Levetider i praksis - Prinsipper og bruksområder: Multiconsult.
- Bjørberg, S. (2017). *Life Cycle Cost (LCC)*. NTNU: Multiconsult.
- Blengini, G. A. & Di Carlo, T. (2010). The changing role of life cycle phases, subsystems and materials in the LCA of low energy buildings. *Energy and Buildings*, 42 (6): 869-880.
- Bølling, J. K. (2016). *Fjernvarme*. Energiforsyning og konsesjon: NVE. Tilgjengelig fra: <https://www.nve.no/energiforsyning-og-konsesjon/fjernvarme/>.
- Cabeza, L. F., Rincón, L., Vilariño, V., Pérez, G. & Castell, A. (2014). Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29: 394-416.
- Celsa armeringsstål. (u.å). *Logistics*. Tilgjengelig fra: <http://www.celsaarmeringsstaal.com/Production.mvc/Logistics> (lest 02.05.17).
- Curran, M. A. (2012). *Life Cycle Assessment Handbook*. Somerset, UNITED STATES: Wiley.
- Dahlum, S. (2016). *Case-studie*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/case-studie> (lest 08.02.17).
- Dalhstrøm, O., Sørnes, K., Eriksen, S. T. & Hertwich, E. G. (2012). Life cycle assessment of a single-family residence built to either conventional- og passive house standard. *Energy and Buildings*.

Ding, G. K. C. (2008). Sustainable construction—The role of environmental assessment tools. *Journal of Environmental Management*, 86 (3): 451-464.

Direktoratet for byggekvalitet. (2016). *Byggeteknisk forskrift (TEK10)*: Direktoratet for byggekvalitet. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggeregler/tek/> (lest Mai).

Dokka, T. H., Kristjansdottir, T., Time, B., Melleård, S., Haase, M. & Jens, T. (2013). A zero emission concept analysis of an office building. *ZEB Project report*.

Edvardsen, K. I. (2017). 700.320 Intervaller for vedlikehold og utskifting av bygningsdeler. I: Larsen, H. J. (red.). *Byggforskseiren*: SINTEF Byggforsk.

Eggen Arkitekter. (2017). *Lade skole*.

Eriksen, H.-H. (2015). *Paris-avtalen om klima vedtatt*: Regjeringen. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/paris-avtalen-om-klima-vedtatt/id2467187/> (lest 04.05.17).

Eriksson, O., Finnveden, G., Ekvall, T. & Björklund, A. (2007). Life cycle assessment of fuels for district heating: A comparison of waste incineration, biomass- and natural gas combustion. *Energy Policy*, 35 (2): 1346-1362.

European Commission. (2011). A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050

European Commission. (u.å). *2050 low-carbon economy*: European Commission. Tilgjengelig fra: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en.

European Environmental Agency. (2017). *Energy efficiency and specific CO2 emissions*: European Environmental Agency Tilgjengelig fra: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/energy-efficiency-and-specific-co2-emissions/energy-efficiency-and-specific-co2-9/#energy-efficiency-and-specific-co2-emissions>.

Forbo flooring systems. (u.å). *Om oss* Tilgjengelig fra: <http://www.forbo.com/flooring/no-no/om-oss/organisasjon/p00wf3> (lest 02.05.17).

Fornybar.no. (2016). *Varmedistribusjon*. Overføring og lagring av energi. Fornybar.no: NVE, Enova, Norges forskningsråd og Innovasjon Norge. Tilgjengelig fra: <http://www.fornybar.no/overforing-og-lagring-av-energi/varmedistribusjon> (lest 28.03.17).

Gips Recycling Norge As. (u.å). *Mottakssted og landsdekkende tjeneste*. Tilgjengelig fra: http://www.gipsrecycling.no/11584-1_MottaksstedogLandsdekkendetjeneste (lest 02.05.17).

Glava. (u.å). *Glava og miljø*: Glava. Tilgjengelig fra: <http://www.glava.no/om-glava/glava-og-miljo/> (lest Mai).

Goedkoop, M., Heijungs, R., Huijbregts, M., De Schryver, A., Struijs, J. & Van Zelm, R. (2009). ReCiPe 2008. *A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level*, 1.

- Google. (u.å). *Google maps*. Tilgjengelig fra: <https://www.google.no/maps/@63.4214492,10.396553,14z>.
- Graabak, I. & Feilberg, N. (2011). TR A7058: CO2 emissions in different scenarios of electricity generation in Europe. SINTEF Energy Research SINTEF.
- Gundersen, P. (2000). Energifleksible varmeanlegg. *Prosjektrapport*. Oslo: Byggforsk.
- Haagenrud, S. E. (2004). 700.307 Definisjoner, etablering og bruk av levetidsdata for bygg og bygningsdeler. I: Edvardsen, K. I. & Aarseth, L.-I. (red.). *Byggforskserien*: SINTEF Byggforsk.
- Hasse, M., Buvik, K., Dokka, T. H. & Andersen, I. (2010). Guidelines for energy efficiency concepts in office buildings in Norway. *Prosjektrapport 56*: SINTEF Byggforsk.
- Hole, I. (2013). 473.010 Generelt om passivhus Valg og konsekvenser. SINTEF Byggforsk: SINTEF.
- Holmgren, K. (2006). Role of a district-heating network as a user of waste-heat supply from various sources – the case of Göteborg. *Applied Energy*, 83 (12): 1351-1367.
- Häkkinen, T. & Belloni, K. (2011). Barriers and drivers for sustainable building. *Building Research & Information*, 39 (3): 239-255.
- Jotun. (u.å). *Kontakt oss*. Tilgjengelig fra: <http://www.jotun.com/no/no/b2c/about-jotun/contact/> (lest 02.05.17).
- Junnila, S. & Horvath, A. (2003). Life-cycle environmental effects of an office building. *Journal of Infrastructure Systems*, 9 (4): 157-166.
- JW, S. (u.å). *Globalt företag - lokal förankring*. Tilgjengelig fra: <http://www.swedoor.se/om-swedoor-jw/verksamheter-i-europa/> (lest Mai).
- Klimagassregnskap.no*. (2017). Statsbygg og Civitas. Tilgjengelig fra: <http://www.klimagassregnskap.no/>.
- Klinski, M. (2016). 473.101 Energikrav til bygninger SINTEF Byggforsk: SINTEF.
- Knauf Insulation. (u.å). *Global presence*. Tilgjengelig fra: <http://www.knaufinsulation.com/en/global-presence>.
- Kristjansdottir, T., Fjeldheim, H., Selvig, E., Risholt, B., Time, B., Georges, L., Dokka, T. H., Bourelle, J., Bohne, R. & Cervenka, Z. (2014). A Norwegian ZEB-definition embodied emission. *ZEB Project report*: SINTEF.
- Leca. (u.å). *Produksjon*. Tilgjengelig fra: <https://www.leca.no/om-leca/produksjon/> (lest 02.05.17).
- Lian. (u.å). *Logistikk*. Tilgjengelig fra: <http://www.lian.no/logistikk.html> (lest 02.05.17).
- Lovdata. (1981). *Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall Kapittel 9. Deponering av avfall*.

- Lucon, O., Ürge-Vorsatz, D., Zain Ahmed, A., Akbari, H., Bertoldi, P., Cabeza, L. F., Eyre, N., Gadgil, A., Harvey, L. D. D., Jiang, Y., et al. (2014). Buildings. I: Brown, M. & Pálvölgyi, T. (red.) *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. United Kingdom and New York: Cambridge University Press.
- Lund, H., Möller, B., Mathiesen, B. V. & Dyrelund, A. (2010). The role of district heating in future renewable energy systems. *Energy*, 35 (3): 1381-1390.
- Madslie, A. & Kwong, C. K. (2015). Klimagasseffekt ved ulike tiltak og virkemidler i samfundssektoren - transportmodellberegninger: Transportøkonomisk institutt.
- Midthaug. (u.å). *Om Midthaug*. Tilgjengelig fra: <http://www.midthaug.no/om-midthaug/> (lest 02.05.17).
- Miljøverndepartementet. (2012). *Meld. St. 21 Norsk Klimapolitikk*.
- Moelven. (u.å). *Moelven Granvin Bruk AS*. Tilgjengelig fra: <https://www.moelven.com/no/Om-Moelven/Divisjon/Timber/Granvin-Bruk/> (lest 02.05.17).
- Norbetong. (u.å). *Region Trøndelag*. Tilgjengelig fra: <http://www.norbetong.no/no/trondelag> (lest 02.05.17).
- Norconsult Informasjonssystemer AS. (u.å). *Innhold*. Tilgjengelig fra: <https://www.norskprisbok.no/Content.aspx> (lest 25.04.17).
- Norfolier. (u.å). *Folldal Gjenvinning*. Tilgjengelig fra: <http://www.norfolier.com/index.php?page=184&> (lest Mai).
- Norgips. (u.å). *Fabrikken på Tørkop*. Tilgjengelig fra: <http://norgips.no/galleri/fabrikken-p%C3%A5-t%C3%B8rkop> (lest Mai).
- Norris, G. A. (2001). Integrating life cycle cost analysis and LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 6 (2): 118-120.
- Nærings- og fiskeridepartementet. (2017). *Lov om offentlige anskaffelser (anskaffelsesloven)*.
- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broorro, J., Carrer, w. & Christ, R. (2015). *Climate Change 2014 Synthesis Report*. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Ramesh, T., Prakash, R. & Shukla, K. K. (2010). Life cycle energy analysis of buildings: An overview. *Energy and Buildings*, 42 (10): 1592-1600.
- Rebitzer, G. (2002). Integrating Life Cycle Costing and Life Cycle Assessment for Managing Costs and Environmental Impacts in Supply Chains. I: Seuring, S. & Goldbach, M. (red.) *Cost Management in Supply Chains*, s. 127-146. Heidelberg: Physica-Verlag HD.
- Rebitzer, G., Ekvall, T., Frischknecht, R., Hunkeler, D., Norris, G., Rydberg, T., Schmidt, W. P., Suh, S., Weidema, B. P. & Pennington, D. W. (2004). Life cycle assessment: Part 1:

- Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment International*, 30 (5): 701-720.
- Rienecker, L., Stray Jørgensen, P., Skov, S. & Landaas, W. (2013). *Den gode oppgaven : håndbok i oppgaveskriving på universitet og høyskole*. 2. utg. utg. Den gode oppgave. Bergen: Fagbokforl.
- Rockwool. (u.å). *Om oss*. Tilgjengelig fra: <http://www.rockwool.no/om-oss/> (lest 02.05.17).
- Ruuska, A. P. & Häkkinen, T. M. (2015). The significance of various factors for GHG emissions of buildings. *International Journal of Sustainable Engineering*, 8 (4-5): 317-330.
- Samset, K. (2014). *Prosjekt i tidligfase*. 2. utg.: Fagbokforlaget.
- ScanMed RFC. (u.å). *Customer Information Platform*. Tilgjengelig fra: <http://scanmedfreight.eu/information/it-tools/>.
- Selvig, E. (2012). *Klimagassregnskap.no/versjon 4 Modellversjon 4 for beregning av klimagassutslipp for bygg og uteområder - livsløpsberegninger*: Civitas Statsbygg.
- Skaansar, E., Skau, S., Willumsen, V., Mook, V., Bøhler, H., Magnussen, I. & Thorsen, K. (2010). *Energistatus*: NVE. Tilgjengelig fra: <http://publikasjoner.nve.no/diverse/2011/energistatus2011.pdf> (lest 28.03.17).
- Skanska. (u.å). *Fakta om Stålfabrikken*. Tilgjengelig fra: <http://www.skanska.no/Om-Skanska/Organisasjon/Etableringer-og-datterselskaper/Stalfabrikken/Fakta-om-Stalfabrikken/>.
- Skullestad, J. L., Bohne, R. A. & Lohne, J. (2016). High-rise Timber Buildings as a Climate Change Mitigation Measure – A Comparative LCA of Structural System Alternatives. *Energy Procedia*, 96.
- Solli, C. (2016). *Norsk strøm blir renere*: Asplan Viak,. Tilgjengelig fra: <https://www.asplanviak.no/aktuelt/2016/02/03/nordisk-stroem-blir-renere/> (lest 08.02.17).
- Solomon, S., D, Qin, M., Manning, Z., Chen, M., Marquis, K. B., Averyt, M., Tignor & Miller. (2007). *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*: Cambridge University Press. Tilgjengelig fra: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10.html.
- Spenncon. (u.å). *Spenncon Verdal*. Tilgjengelig fra: <http://spenncon.no/spenncon/hjem/fabrikker-/verdall/> (lest 02.05.17).
- SSB. (2017a). *Elektrisitetspriser*: SSB. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/elkraftpris> (lest 25.04.17).
- SSB. (2017b). *Fjernvarme og fjernkjøling*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/statistikker/fjernvarme/aar> (lest 25.04.17).
- Standard Norge. (2007). *NS-EN ISO 14044:2006 Miljøstyring Livsløpsvurdering Krav og retningslinjer*: Standard Norge.

- Standard Norge. (2011). *NS-EN 15978:2011 Bærekraftige byggverk Vurdering av bygningers miljøprestasjon Beregningsmetode*.
- Standard Norge. (2013). *NS 3454:2013 Livssyklus kostnader for byggverk Prinsipper og klassifikasjoner*: Standard Norge.
- Standard Norge. (2014). *NS3031 Beregning av bygningers energiytelse Metode og Data*: Standard Norge.
- Statkraft Varme AS. (2017). Data til bruk i Breeam- sertifisering for kunder av Statkraft Varme i Trondheim - 2017.
- Statkraft varme AS. (u.å). *Trondeim* (lest 02.05.17).
- Stene, J. (2006). TR A6182 Oppvarmingssystemer for lavenergiboliger. SINTEF Energiforskning AS: SINTEF.
- Stene, J. (2009). 552.403 Varmepumpe i bygninger Funksjonsbeskrivelse. SINTEF Byggforsk.
- Sundolitt. (u.å). *Produksjon*. Tilgjengelig fra: <http://www.sundolitt.no/om-oss/kontakt-oss/produksjon> (lest 02.05.17).
- Svare Højjord, L. (2016). Lade Skole Energikonsept: Rambøll.
- Takano, A., Pittau, F., Hafner, A., Ott, S., Hughes, M. & De Angelis, E. (2014). Greenhouse gas emission from construction stage of wooden buildings. *International Wood Products Journal*, 5 (4): 217-223.
- Tangen, L. (2010). *Hvor kommer informasjonen fra?* I: NTNU (red.). VIKO: NTNU. Tilgjengelig fra: <http://www.ntnu.no/viko/kildekritikk/infokilder> (lest 03.10.16).
- The International Organization for Standardization. (2008). *ISO 15686-5 Building and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing*. The International Organization for Standardization.
- Thune-Larsen, H., Hagman, R., Hovi, I. B. & Eriksen, K. S. (2009). Energieffektivisering og CO2-utslipp for innenlandstransport 1994-2050: Transportøkonomisk Institutt.
- Tobias, H. B., Kristjansdottir, T., Time, B. & Wiberg, A. H. (2015). Life Cycle GHG Emissions from a Wooden Load-Bearing Alternative for a ZEB Office Concept. *ZEB Project report: The Research Centre on Zero Emission Buildings*.
- Torp, O. (2014). *Investeringsanalyser*. NTNU.
- Trondheim Renholdsverk. (u.å). *Heggstadmoen gjenvinningsstasjon*. Tilgjengelig fra: <https://trv.no/levere-avfall/heggstadmoen-gjenvinningsstasjon/> (lest Mai).
- UNFCCC. (2017). *The Paris Agreement*: United Nations Framework Convention on Climate Change. Tilgjengelig fra: http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php (lest 15.02.17).

Victor, D. G., Zhou, D., Ahmed, E. H. M., Dadhichi, P. K., Olivier, J., Rogner, H.-H., Sheikho, K. & Yamaguchi, M. (2014). Introductory Chapter. I: Grübler, A. & Muvundika, A. (red.) *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom og New York, USA: Cambridge University Press.

Wittstock, B., Gantner, J., Lensz, K., Saunders, T., Anderson, J., Carter, C., Gyetvai, Z., Kreibig, J. & Braune, A. (2011). EeBGuide Guidance Document Part A: Products. *Operational guidance for Life Cycle Assessment studies of the Energy Efficient Building Initiative*.

Woodcon. (u.å). *Leveransekjeden*: Woodcon. Tilgjengelig fra: <http://woodcon.no/#1445455725328-e98759b0-5f89> (lest 02.05.17).

Wærp, S. (2010). Miljødeklarasjoner (EPD) av byggevarer. SINTEF Byggforsk.

Wærp, S. (2014). *470.101 Livsløpsvurdering (LCA) av byggevarer og bygninger. Innføring og begreper*. Byggforskserien: SINTEF Byggforsk. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/205/livsloepsvurdering_lca_av_byggevarer_og_bygninger_innfoering_og_begreper (lest 21.02.17).

Zabalza Bribián, I., Valero Capilla, A. & Aranda Usón, A. (2011). Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. *Building and Environment*, 46 (5): 1133-1140.

10 Vedlegg

1 Vedlegg utslippsfaktor for EU= 2-gradersmålet

2 Produktfasen A1-A3

3 Transport A4

4 Utskifting B4

5 Investeringskostnad passivhus-skolen

6 Investeringskostnad passivhus-flerbrukshall

Vedlegg 1

Utslippsfaktor for EU= 2 gradersmålet

Start utslipp	Faktor	Startår		
361	8,3	2010		
År	Utslipp		År	Utslipp
2017	302,9		2057	0
2018	294,6		2058	0
2019	286,3		2059	0
2020	278		2060	0
2021	269,7		2061	0
2022	261,4		2062	0
2023	253,1		2063	0
2024	244,8		2064	0
2025	236,5		2065	0
2026	228,2		2066	0
2027	219,9		2067	0
2028	211,6		2068	0
2029	203,3		2069	0
2030	195		2070	0
2031	186,7		2071	0
2032	178,4		2072	0
2033	170,1		2073	0
2034	161,8		2074	0
2035	153,5		2075	0
2036	145,2		2076	0
2037	136,9		Sum	5679,5
2038	128,6		Gj.snitt (g/kWh):	96,26
2039	120,3			
2040	112			
2041	103,7			
2042	95,4			
2043	87,1			
2044	78,8			
2045	70,5			
2046	62,2			
2047	53,9			
2048	45,6			
2049	37,3			
2050	29			
2051	20,7			
2052	12,4			
2053	4,1			
2054	0			
2055	0			
2056	0			

Vedlegg 2: Produktfase A1-A3

Produktfase A1-A3: Passivhus-skolen

Konstruksjon	Kommentar		Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m3	Utslippsfaktor kg CO2-ekv./kg	Utslipp Levetid år 0	Utslipp år 60	Utslipp år 60
2-1 Bæresystemer												
2-1-1 Søylar av plassenbetong												
2-1-1-2 Armering	1.		167	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	60	175	175
2-1-1-3 Betong	1.	B35	1	m3	1		Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,16	60	512	512
	1.	B45	1	m3	1		Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,19		303	303
Sum 2-1-1 Søylar av plassenbetong											990	
2-1-3 Betongelementer												
2-1-3-1 Søylar av prefab. Betong	1.	2 stk. B45 D400	1	m2	8,85	m	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,19	60	2006	2006
2-1-3-2 Bjelker av prefab. Betong	1.	2 stk.	0,48	m2	9,85	m	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,19	60	2133	2133
Sum 2-1-3 Betongelementer											4139	
2-1-4 Bæresystemer av stål												
2-1-4-1 Sidøsøyler												
	1.	7 stk. S355J2H 200x8	0,006	m2	35,14	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	4629	4629
	1.	6 stk. S355J2H 250x12,5	0,011	m2	28,4	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	7078	7078
	2.	8 stk. S355J2H 150x8	0,004	m2	35,15	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	3379	3379
	2.	3 stk. S355J2H 180x10	0,006	m2	12,35	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	1775	1775
	2.	8 stk. S355J2H 180x10	0,006	m2	31,11	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	4472	4472
	3.	7 stk. S355J2H 150x10	0,005	m2	27,05	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	3166	3166
											24500	
2-1-4-2 Stålbjelker												
	1.	2 stk. HEA260	0,006	m2	4,15	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	594	594
	1.	1 stk. HEA280	0,010	m2	14,6	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	3161	3161
	1.	2 stk. HEA300	0,011	m2	16,9	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	4212	4212
	1.	3 stk. HEA450	0,018	m2	34,44	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	13642	13642
	1.	1 stk. HEA500	0,020	m2	6,45	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	2842	2842
	1.	1 stk. HEA600	0,023	m2	12,12	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	6095	6095
	2.	5 stk. HEA260	0,006	m2	32,51	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	4652	4652
	2.	1 stk. HEA300	0,011	m2	11,35	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	2829	2829
	2.	1 stk. HEA320	0,012	m2	5,51	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	1520	1520
	2.	1 stk. HEA340	0,013	m2	14,59	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	4318	4318
	2.	3 stk. HEA450	0,018	m2	34,43	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	13638	13638
	2.	1 stk. HEA500	0,020	m2	6,3	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	2776	2776
	2.	1 stk. HEA600	0,023	m2	12,08	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	6075	6075
	2.	2 stk. HSQ300	0,020	m2	11,9	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	5296	5296
	3.	3 stk. HEA260	0,006	m2	11,18	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	1600	1600
	3.	2 stk. HEA500	0,020	m2	16,25	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	7160	7160
	3.	1 stk. HEB800	0,033	m2	12,06	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	8964	8964
	3.	1 stk. HEB900	0,037	m2	13,36	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	11030	11030
	3.	2 stk. IPE400	0,008	m2	8,46	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	1591	1591
	3.	2 stk. IPE600	0,016	m2	14,57	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	5058	5058
Sum 2-1-4 Bæresystemer av stål											107052	
2-1-5 Bæresystem av tre											131553	
2-1-5-1 Limtresøyler												
	1.	7 stk.	50	m	0,068	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	421	421
	1.	7 stk.	31	m	0,091	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	349	349
	1.	5 stk.	22	m	0,104	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	284	284
	1.	5 stk.	21	m	0,130	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	335	335
	1.+	22 stk.	127	m	0,068	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	1077	1077
	1.+	7 stk.	21	m	0,091	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	243	243
	1.+	5 stk.	15	m	0,104	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	195	195
	1.+	6 stk.	18	m	0,130	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	292	292
	1.+	2 stk.	11	m	0,091	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	128	128
	2.	49 stk	167	m	0,068	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	1418	1418
	2.	4 stk.	12	m	0,091	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	140	140
	2.	1 stk.	3	m	0,104	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	39	39
	3.	39 stk	142	m	0,068	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	1206	1206
											6127	

Konstruksjon	Kommentar	Menge	Enhet	Menge	Enhet	Material	Densitet	Utslippsfaktor kg	Utslipp				
							kg/m3	CO2-ekv./kg	Levetid	år 0	år 60		
Stålsøyeløforbindelser	1.	3 stk. HUP150x150x8	1	m	0,00454	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	91	91	
	1.	17 stk. HUP 250x150x8	5	m	0,00614	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	690	690	
	1.+	15. stk HUP 150x150x8	8	m	0,00454	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	770	770	
	1. +	23. stk HUP 250x150x8	7	m	0,00614	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	934	934	
	2.	10 stk. UPE180	11	m	0,00251	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	633	633	
	2.	1 stk. UPE220	1	m	0,00339	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	103	103	
	2.	41 stk. HE180B	46	m	0,00653	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	6613	6613	
	3.	3 stk. UPE180	3	m	0,00251	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	189	189	
	3.	29 stk. HE180B	33	m	0,00653	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	4731	4731	
										14754			
2-1-5-2 Limtrebjelker		28 stk. 120x300	113	m	0,04	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	508	508	
		1 stk. 150x130	2	m	0,02	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	6	6	
		3 stk. 150x240	7	m	0,04	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	32	32	
		11 stk. 150x50	49	m	0,01	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	46	46	
		3 stk. 150x60	14	m	0,01	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	16	16	
		2 stk. 150x70	34	m	0,01	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	44	44	
		18 stk. 160x300	170	m	0,05	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	1026	1026	
		1 stk. 240x360	4	m	0,09	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	47	47	
		20 stk. 260x350	58	m	0,09	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	663	663	
		1 stk. 260x360	2	m	0,09	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	25	25	
		1 stk. 260x440	9	m	0,11	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	129	129	
		23 stk. 260x500	94	m	0,13	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	1525	1525	
		58 stk. 260x600	380	m	0,16	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	7445	7445	
		1 stk. 260x690	5	m	0,18	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	110	110	
		23 stk. 260x700	145	m	0,18	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	3319	3319	
		11 stk. 260x800	85	m	0,21	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	2228	2228	
		5 stk. 260x900	36	m	0,23	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	1053	1053	
		13 stk. 260x1000	108	m	0,26	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	3537	3537	
		12 stk. 260x1100	111	m	0,29	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	3974	3974	
		6 stk. 260x1200	57	m	0,31	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	2240	2240	
		3 stk. 260x1300	29	m	0,34	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	1238	1238	
	1 stk. 260x1340	13	m	0,35	m2	Limtrebjelke	517	0,24	60	577	577		
										29790			
Stålbjelkeforbindelser/bjelkesko		1 stk. HE240A	4	m	0,008	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	743	743	
		8 stk. HE260A	42	m	0,009	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	8035	8035	
		4 stk. HE300A	24	m	0,011	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	6007	6007	
		2 stk. HE320A	12	m	0,012	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	3311	3311	
		2 stk. HE360A	13	m	0,014	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	4200	4200	
		2 stk. HE400A	14	m	0,016	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	4862	4862	
		2 stk. HE500A	14	m	0,020	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	6054	6054	
		8 stk. L100x100x10	28	m	0,002	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	1205	1205	
		5 stk. L150x150x12	46	m	0,004	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	4379	4379	
		12 stk. L150x150x10	81	m	0,003	m2	Stål fra malm	7700	2,89	60	5224	5224	
											44020		
	Sum 2-1-5 Bæresystem av tre										94692		
Sum 2-1 Bæresystemer										231374			

Konstruksjon	Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m3	Utslippsfaktor CO2-ekv./kg	Levetid år 0	Utslipp år 60	Utslipp år 60	
2-2 Grunn og fundamenter												
2-2-1 Plasstøpte fundamenter, ringmur ol.												
2-2-1-2 Armering												
	Punkfundament	20081	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	60	21085	21085	
	Bjelker	27325	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	60	28691	28691	
	Ringmur	5239	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	60	5501	5501	
2-2-1-3 Betong												
	Punkfundament	Betong plasstøpt B45	3	m3		Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,19	60	1128	1128	
	Punkfundament	Betong plasstøpt B35	102	m3		Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,16	60	39817	39817	
	Bjelker	Betong plasstøpt B30	148	m3		Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,14	60	49788	49788	
	Bjelker	Betong plasstøpt B35	84	m3		Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,16	60	33009	33009	
	Bjelker	Betong plasstøpt B45	62	m3		Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,19	60	27866	27866	
	Ringmur	Betong plasstøpt B35	62	m3		Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,16	60	24231	24231	
Sum 2-2-1 Plasstøpte fundamenter, ringmur ol.										231116		
2-2-2 Plasstøpte bunnplater og gulv på grunnen												
2-2-2-2 Armering												
		Friksjonsplate og heis	10785	kg		Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	60	11324	11324	
	60 kg/m3	Gulv på grunn	27	m3	1595,1	kg	Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	60	1675	1675
2-2-2-3 Betong												
		Friksjonsplate og heis	158	m3		Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,16	60	61950	61950	
		Gulv på grunn	27	m3		Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,16	60	10400	10400	
Sum 2-2-2 Plasstøpte bunnplater og gulv på grunnen										85350		
2-2-3 Isolasjon og tetting												
2-2-3-2 Polystyren (EPS/XPS)												
		Gulv på grunn	266	m2	0,2	m	Polystyren (EPS)	25	3,42	60	4539	4539
		Ringmur	287	m2	0,15	m	Polystyren (EPS)	25	3,42	60	3676	3676
		Radonsperre er ikke i kgr.										
Sum 2-2-3 Isolasjon og tetting										8215		
2-2-5 Peling												
2-2-5-1 Stålkjernepeler												
		Stål	1	m3		Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05		5498		
		Betong, foringsrør	4	m3		Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,14		1183		
2-2-5-2 Stålpeler												
		Stål	22	m3	167653,5379	kg	Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	60,00	176036	
		Betong	97	m3		Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,14	60	32734		
Sum 2-2-5 Peling										215451	324681	
Sum 2-2-5 Grunn og fundamenter										540132		

Konstruksjon	Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m3	Utslippsfaktor kg CO2-ekv./kg	Levetid år	Utslipp år 0	Utslipp år 60
2-3 Yttervegger											
2-3-1 Plasstøpt betong											
2-3-1-2 Armering	Yttervegger armering	2947	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	60	3094	3094
2-3-1-3 Betong	1. Betong plaststøpt B30	35	m3			Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,14	60	11706	11706
Sum 2-3-1 Plasstøpt betong										14800	
2-3-4 Lette yttervegger og utforing											
2-3-4-2 Bindingsverk av tre	1. 48x98 + 48x148	685	m2			Norsk konstruksjonslast	483	0,06	60	586	586
	2. 48x98 + 48x148	728	m2			Norsk konstruksjonslast	483	0,06	60	622	622
	3. 48x98 + 48x148	830	m2			Norsk konstruksjonslast	483	0,06	60	710	710
	2. og 3. Gesims 48x148 + 48x148 mm	486	m2			Norsk konstruksjonslast	483	0,06	60	500	500
										2419	
2-3-4-3 Utforing/uleketøy	1.,2.,3. Stående 23mm	2243	m2			Norsk konstruksjonslast	483	0,06	60	146	146
	1.,2.,3. Liggende 36mm	1842	m2			Norsk konstruksjonslast	483	0,06	60	552	552
	1.,2.,3. Utlekning 36x48mm	2243	m2			Norsk konstruksjonslast	483	0,06	60	281	281
	2. og 3. Gesims Stående 23mm	486	m2			Norsk konstruksjonslast	483	0,06	60	32	32
	2. og 3. Gesims Liggende 36mm	486	m2			Norsk konstruksjonslast	483	0,06	60	61	61
Sum 2-3-4 Lette yttervegger og utforing										1071	
2-3-5 Isolasjon og tetting											
2-3-5-1 Mineralull- vanlig bygningskvalitet: glassull	1.,2.,3. 300 mm, innblåst (8% bv)	2063	m2	0,3	m	Glassull	20	2,77	60	34315	34315
2-3-5-1 Mineralull- vanlig bygningskvalitet: glassull	2. og 3. Gesims	486	m2	0,3	m	Glassull	20	2,77	60	8081	8081
2-3-5-6 Dampspørre	1.,2.,3.	2243	m2	0,00015	m	Polyetylen	950	1,84	60	588	588
2-3-5-7 GU-plater	3.	703	m2	0,0095		Gipsplater	900	0,21	60	1286	1286
2-3-5-7 GU-plater	2. og 3. Gesims	486	m2	0,009	m	Gipsplater	900	0,21	60	842	842
2-3-5-8 Vindpapp	1.,2.	1413	m2						60	0	0
2-3-5-9 Grunnmursplate	1.	142	m2						60	0	0
Sum 2-3-5 Isolasjon og tetting										45113	
2-3-6 Massive trevegger											
2-3-6-1 Massive treelementer	1. CLT120	11	m2	0,12	m	Tre	500	0,03	60	17	17
	1.+ CLT120	12	m2	0,12	m	Tre	500	0,03	60	19	19
	2. CLT120	46	m2	0,12	m	Tre	500	0,03	60	72	72
	3. CLT120	93	m2	0,12	m	Tre	500	0,03	60	146	146
Sum 2-3-6 Massive trevegger										254	
2-3-7 Glassfelt											
2-3-7-1 Vinduer av tre	80% glass + 20% tre 4+4+6 tre m. al belag	651	m2	0,014	m	3-lags vindu	30	56,90	25	20957	62870
Sum 2-3-7 Glassfelt										20957 62870	
2-3-8 Dører											
2-3-8-1 Dør av aluminium og glass	27 stk. 4mm glass x3	122	m2	0,012		Glass + aluminium			30	2525	5050
2-3-8-2 Dør av stål	Tette dorfelt 4 stk. Steinull	12 12	m2 m2	0,0012 0,05	m m	Stål fra malm Steinull / Rock wool	7700 30	2,89 1,14	30 30	318 20	636 41
Sum 2-3-8 Dører										2863 5726	
2-3-9 Innv. Kledning											
2-3-9-1 Gipsplater	1.,2.,3. Yttervegger på innsiden	2243	m2	0,013	m	Gipsplater	900	0,21	20	5615	16845
2-3-9-3 Kryssfinerplater	1.,2.,3. Yttervegger på innsiden OSB	2243	m2	0,012	m	Gipsplater	900	0,21	20	5183	15549
2-3-9-4 MDF-plater											
Sum 2-3-9 Innv. Kledning										10798 32395	
2-3-10 Utv. Kledning											
2-3-10-2 Trepanel	1.,2.,3. Liggende og stående panel	2243	m2	0,022	m	Tre	500	0,03	30	641	1283
2-3-10-2 Trepanel	2. og 3. Gesims	486	m2	0,022	m	Tre	500	0,03	30	139	278
Sum 2-3-10 Utv. Kledning										780 1561	
Sum 2-3 Yttervegger										99056 166209	

Konstruksjon	Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m3	Utslippsfaktor CO2-ekv./kg	Levetid	Utslipp år 0	Utslipp år 60	
2-4 Innervegger												
2-4-1 Innervegger av betong												
2-4-1-2 Armering	Armering innervegger	14502	kg			Stål fra malm - 80% resirk		1,05	60	15227	15227	
2-4-1-3 Betong	Plasstøpt betong B30	154	m3			Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,14	60	51658	51658	
2-4-1-3 Betong	Plasstøpt betong B35	18	m3			Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,15	60	6464	6464	
Sum 2-4-1 Innervegger av betong										73350	73350	
2-4-4 Lette innervegger og utforing												
2-4-4-1 Bindingsverk av stål tynnplateprofiler	Stålstender 100mm	4626	m2	0,1	m	Stål fra malm	7700,00	2,41	30	48121	96242	
	Stålstender 180+50	315	m2	0,18+0,05	m	Stål fra malm	7700,00	2,41	30	7526	15051	
	Stålstender 70 + 70	59	m2			Stål fra malm	7700,00	2,41	30	864	1729	
	Stålstender 160	43	m2			Stål fra malm	7700,00	2,41	30	700	1401	
	Stålstender 200	29	m2			Stål fra malm	7700,00	2,41	30	597	1194	
	Stålstender 180+50	112	m2			Stål fra malm	7700,00	2,41	30	2685	5371	
Sum 2-4-4 Lette innervegger og utforing										60494	120988	
2-4-5 Isolasjon												
2-4-5-1 Isolasjon av mineralull: glassull	1.,2,3,	Innvendig vegger	116	m2	0,18	m	Glassull	20	2,77	30	1154	2308
			165	m2	0,12	m	Glassull	20	2,77	30	1095	2190
			1592	m2	0,1	m	Glassull	20	2,77	30	8827	17654
			84	m2	0,075	m	Glassull	20	2,77	30	348	696
			55	m2	0,07	m	Glassull	20	2,77	30	212	424
			291	m2	0,05	m	Glassull	20	2,77	30	806	1613
Sum 2-4-5 Isolasjon										12442	24884	
2-4-6 Massive trevegger												
2-4-6-1 Masive treelementer	1.	CLT100	34	m2	0,1	m	Tre	500	0,03	60	44	44
	1.	CLT220	128	m2	0,22	m	Tre	500	0,03	60	366	366
	1. +	CLT220	93	m2	0,22	m	Tre	500	0,03	60	265	265
	2.	CLT220	211	m2	0,22	m	Tre	500	0,03	60	603	603
	2.	CLT60	16	m2	0,06	m	Tre	500	0,03	60	12	12
	Mesantin	CLT100	38	m2	0,1	m	Tre	500	0,03	60	50	50
	Mesantin	CLT60	0,30	m2	0,06	m	Tre	500	0,03	60	0	0
	3.	CLT220	100	m2	0,22	m	Tre	500	0,03	60	286	286
	3.	CLT60	4	m2	0,06	m	Tre	500	0,03	60	3	3
Sum 2-4-6 Massive trevegger										1629	1629	
2-4-7 Glassfelt												
2-4-7-1 Glassfronter (dør- og møteromsfront)		80% glass	468	m2	0,004	m	Glass	2500	0,91	15	3525	14100
Karm		20% tre/karm	117	m2	0,1	m	Tre	500	0,03	15	152	608
		Tett dør m. glass sidefelt 12 stk. Glass	25	m2			Tre			15	184	737
Sum 2-4-7 Glassfelt										3861	15445	
2-4-8 Dører												
		Tette innerdører, 189 stk. Tre	428							15	110	442
		Dører m. glass 30 stk.	133	m2	0,004		Glass	2500	0,91	15	2	9
			27	m2	0,1		Tre	500	0,03	15		
		Tett dør m. glass sidefelt 12 stk. Dør	29	m2	0,05	m	Tre	500	0,03	15	207	827
Sum 2-4-8 Dører										319	1278	
2-4-9 Kledning												
2-4-9-1 Gipsplater		Vanlig	6690	m2	0,0125	m	Gipsplater	900	0,21	15	16106	64425
2-4-9-2 Branngipsplater			4977	m2	0,015	m	Gipsplater	900	0,21	15	14378	57511
2-4-9-4 Kryssfinerplater		OSB	5531	m2	0,012		OSB-plate	620,00	0,74	15	30287	121148
2-4-9-8 Keramisk flis			1602	m2	0,015	m	Keramisk flis	1900	0,48	15	21911	87646
2-4-9-6 Trepanel-inne		Rupanel	1318	m2	0,015	m	Tre	500	0,03	15	257	1028
		Massivtreplate	3969	m2	0,02	m	Tre	500	0,03	15	1032	4128
Sum 2-4-9 Kledning										83971	335885	
Sum 2-4 Innervegger										236067	573460	

Konstruksjon	Kommentar	Menge	Enhet	Menge	Enhet	Material	Densitet	Utslippsfaktor kg	Utslipp				
							kg/m3	CO2-ekv./kg	Levetid år 0	Utslipp år 60			
2-5 Dekker													
2-5-2 Betongelementer													
<i>2-5-2-1 Hulldekker dekomponert</i>													
Betong	DO.0	H29 - 301 stk. B45	2768	288	m3	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,19	60	129827	129827		
Armering			293,610135	6	m3	Stål fra malm - 80% resirk	7700	0,95	60	42955	42955		
Betong	DO.0	H42 - 47 stk.		146	m3	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,19	60	65795	65795		
Armering				3	m3	Stål fra malm - 80% resirk	7700	0,95	60	21769	21769		
Betong	DO.1	H32 - 22 stk.		31	m3	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,19	60	13927	13927		
Armering				1	m3	Stål fra malm - 80% resirk	7700	0,95	60	4608	4608		
Betong	DO.1	H40 - 44 stk.		125	m3	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,19	60	56180	56180		
Armering				3	m3	Stål fra malm - 80% resirk	7700	0,95	60	18588	18588		
Betong	DO.2.	H32 - 17 stk.		23	m3	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,19	60	10312	10312		
Armering				0,47	m3	Stål fra malm - 80% resirk	7700	0,95	60	3412	3412		
Sum 2-5-2 Betongelementer										367372	367372		
2-5-4 Isolasjon og tetting													
<i>2-5-4-4 Mineralull- trinnlydsplater: Steinull</i>													
	1.			2812	m2	0,02	m	Steinull / Rock wool	30	1,14	60	1917	1917
	2.			3494	m2	0,02	m	Steinull / Rock wool	30	1,14	60	2381	2381
	3.			1645	m2	0,02	m	Steinull / Rock wool	30	1,14	60	1121	1121
	1.			2812	m2	0,18	m	Polystyren (EPS)	25	3,42	60	43219	43219
Sum 2-5-4 Isolasjon og tetting										48639	48639		
2-5-5 Massive tredekker													
<i>2-5-5-1 Massive treelementer</i>													
Dekke over 1		CLT200		19	m2	0,2	m	Tre	500	0,03	60	48	48
Dekke over 1		CLT260		2459	m2	0,26	m	Tre	500	0,03	60	8311	8311
Dekke over 1		CLT320		184	m2	0,32	m	Tre	500	0,03	60	767	767
Dekke over 2.		CLT260		1436	m2	0,26	m	Tre	500	0,03	60	4854	4854
Dekke over 2.		CLT300		63	m2	0,3	m	Tre	500	0,03	60	247	247
<i>Stålforbindelser- stålplater</i>													
Dekke over 1.		S355		4	m2	0,02	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	1567	1567
Dekke over 1.		S355		2	m2	0,025	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	1090	1090
Dekke over 1.		S355		8	m2	0,03	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	5594	5594
Dekke over 1.		S355		20	m2	0,006	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	2653	2653
Mesantin		S355		0	m2	0,012	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	16	16
Mesantin		S355		10	m2	0,025	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	5608	5608
Mesantin		S355		0	m2	0,03	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	294	294
Plan 1		S355		2	m2	0,02	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	668	668
Plan 1		S355		1	m2	0,03	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	434	434
Plan 1+		S355		3	m2	0,02	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	1282	1282
Plan 1+		S355		1	m2	0,03	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	608	608
Plan 1+		S355		22	m2	0,006	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	2965	2965
Plan 3		S355		0,04	m2	0,01	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	9	9
Plan 3		S355		0,02	m2	0,015	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	7	7
Plan 3		S355		5	m2	0,02	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	2252	2252
Plan 3		S355		2	m2	0,025	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	985	985
Plan 3		S355		0,08	m2	0,03	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	53	53
Plan 3		S355		5	m2	0,03	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	3078	3078
Plan 3		S355		1	m2	0,04	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	712	712
Plan 3		S355		0,02	m2	0,06	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	27	27
Plan 3		S355		8	m2	0,006	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	1017	1017
Sum 2-5-5 Massive tredekker										45145	45145		

Konstruksjon	Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet	Utslippsfaktor kg	Utslipp		
							kg/m3	CO2-ekv./kg	Levetid år 0	Utslipp år 60	
2-5-6 Gulv											
2-5-6-1 Plastfolie		2812	m2	0,002	m	Polyetylen	950	1,84	25	9832	29496
2-5-6-4 Gulvsponplater (22 mm)		107	m2	0,02	m	Sponplater	691	0,88	25	1294	3882
2-5-6-5 Massiv parkett - eik	Scenegulv	172	m2	0,012		Parkett	517	0,24	25	259	777
2-5-6-8 Linoleum		5368	m2	0,0025	m	Linoleum	1200	2,01	25	32289	96866
2-5-6-9 Vinyl		581	m2	0,002	m	Vinyl	1200	3,19	25	4448	13344
2-5-6-11 Keramiske flis		7	m3	0,009	m	Keramisk flis	1900	0,48	25	57	172
2-5-6-13 Påstøp											
Betong	1. Påstøp 32/40 Mpa (A21_1)	2812	m2	0,08	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,16	60	88015	88015
Armering	1. 60 kg/m3	225	m3	13499,28	kg	Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	60	14174	14174
2-5-6-13 Påstøp									60	0	0
Betong	2.	3494	m2	0,08		Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,16	60	109348	109348
Armering	2. 60 kg/m3	280	m3	16771,15248	kg	Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	60	17610	17610
2-5-6-13 Påstøp									60	0	0
Betong	3.	1645	m2	0,08	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,16	60	51486	51486
Armering	3. 60 kg/m3	132	m3	7896,6336	kg	Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	60	8291	8291
										288925	288925
Sum 2-5-6 Gulv										337104	433462
2-5-7 Himling											
2-5-7-2 Systemhimling – gips	H-11	379	m2	0,026	m	Gips	650	0,24	15	1558	6231
2-5-7-4 Systemhimling - mineralull	H-01	136	m2	0,04	m	Glassull	20	2,77	15	300	1202
	H-01b	397	m2	0,04	m	Glassull	20	2,77	15	881	3523
	H-02	1884	m2	0,075	m	Glassull	20	2,77	15	7833	31333
	H-03	3965	m2	0,075	m	Glassull	20	2,77	15	16486	65944
	H-06a	379	m2	0,04	m	Glassull	20	2,77	15	840	3362
	H-07	109	m2	0,04	m	Glassull	20	2,77	15	242	968
	H-08	110	m2	0,04	m	Glassull	20	2,77	15	245	978
	H-11	379	m2	0,1	m	Glassull	20	2,77	15	2103	8411
Sum 2-5-7 Himling										30488	121953
Sum 2-5 Dekker										828747	1016569

Konstruksjon	Kommentar	Menge	Enhet	Menge	Enhet	Material	Densitet	Utslippsfaktor kg	Utslipp			
							kg/m3	CO2-ekv./kg	Levetid år 0	Utslipp år 60		
2-6 Yttertak												
2-6-2 Betongelementer												
2-6-2-1 Hulldekker dekomponert												
Betong	DO.3	H27	19	m3		Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,19	60	8748	8748	
Armering			0,40	m3		Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	60	3199	3199	
2-6-2-1 Hulldekker dekomponert												
Betong	DO.3	H32	77	m3		Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,19	60	34588	34588	
Armering		H32	2	m3		Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	60	12649	12649	
2-6-2-1 Hulldekker dekomponert												
Betong	DO.2	H50	47	m3		Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,19	60	21246	21246	
Armering		H50	1	m3		Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	60	7769	7769	
2-6-3 Tre												
Sum 2-6-2 Betongelementer												
2-6-4 Isolasjon												
2-6-4-4 Mineralull - støpeplate (plassert i kompakte tak): Steinull												
Tredekker		Steinull	2682	m2	0,05	m	Steinull / Rock wool	30	1,14	60	4819	4819
2-6-4-4 Mineralull - støpeplate (plassert i kompakte tak): Steinull												
Hulldekker		Steinull	828	m2	0,05	m	Steinull / Rock wool	30	1,14	60	2585	2585
2-6-4-5 Polystyren (EPS, XPS)												
Tredekker		EPS	2682	m2	0,3	m	Polystyren (EPS)	25	3,42	60	1455	1455
2-6-4-5 Polystyren (EPS, XPS)												
Hulldekker		EPS	828	m2	0,3	m	Polystyren (EPS)	25	3,42	60	21197	21197
Sum 2-6-4 Isolasjon												
2-6-5 Massive tredekker												
2-6-5-1 Massive treelementer												
4. tak		CLT240	1545	m2	0,24	m	Tre	500	0,03	60	4819	4819
2-6-5-1 Massive treelementer												
3. tak		CLT260	765	m2	0,26	m	Tre	500	0,03	60	2585	2585
2-6-5-1 Massive treelementer												
3. tak		CLT 300	373	m2	0,3	m	Tre	500	0,03	60	1455	1455
Stålforbindinger- stålplater												
Takplan		S355	2	m2	0,02	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	743	743
Takplan		S355	1	m2	0,025	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	701	701
Takplan		S355	0,32	m2	0,04	m	Stål fra malm	7700	2,89	60	285	285
Sum 2-6-5 Massive tredekker												
2-6-6 Tekking												
2-6-6-9 Plastfolie/dampsperre												
Tredekker			2682	m2	0,00015	m	Polyetylen	950	1,84	60	703	703
2-6-6-9 Plastfolie/dampsperre												
Hulldekker			828	m2	0,00015	m	Polyetylen	950	1,84	60	217	217
2-6-6-11 2 lag asfaltapp												
Tredekker			2682	m2	0,0042	m	Asfaltapp	1150	0,83	30	10701	21403
2-6-6-11 2 lag asfaltapp												
Hulldekker			828	m2	0,0042	m	Asfaltapp	1150	0,83	30	3302	6604
2-6-6-11 2 lag asfaltapp												
Gesims			168	m2	0,0042	m	Asfaltapp	1150	0,83	30	671	1343
Sum 2-6-6 Tekking												
2-6-7 Glasstak og -vinduer												
Sum 2-6 Yttertak												
2-7 Trapper og balkonger												
2-7-5 Tre												
2-7-5-1 Tretrapper												
		Hovedtrapp	7	m3		Tre	500	0,03	60	95	95	
		T3 bitrapp østfloy trappeløp	6	m3		Tre	500	0,03	60	165	165	
		T3 repos	1	m3		Tre	500	0,03	60			
		T4 bitrapp vestfloy trappeløp	3	m3		Tre	500	0,03	60	50	50	
		T4 pr. repos	1	m3		Tre	500	0,03	60			
Sum 2-7-5 Tre												
2-7-4 Stål												
		Utvendig hovedtrapp	10842	kg		Stål fra malm - 80% resirk		1,05	60	11384	11384	
		Spiraltrapp	5780	kg		Stål fra malm - 80% resirk		1,05	60	6069	6069	
Sum 2-7-4 Stål												
2-7-6 Rekkverk												
2-7-6-1 Rekkverk av stål												
		Utvendig hovedtrapp	91	lm	2727,9	kg	Stål fra malm - 80% resirk	1,05	60	2864	2864	
		Spiraltrapp	12	lm	360	kg	Stål fra malm - 80% resirk	1,05	60	378	378	
2-7-6-3 Rekkverk av tre												
		T3 rekkverk	2	m3		Tre	500	0,03	60	28	28	
		T4 rekkverk	3	m3		Tre	500	0,03	60	35	35	
Sum 2-7-6 Rekkverk												
Sum 2-7 Trapper og balkonger												
2-8 Overflatebehandling												
2-8-1-2 Akrylmaling												
		Innervegger m. gips	3692	m2		Vannbasert maling	1100	2,54	15	1032	4126	

Produktfase A1-A3: Passivhus-flerbrukshallen

	Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Materialvalg	Densitet kg/m3	Kg CO2-ekv./kg	Utslipp, startår	Levetid kgr.	Utslipp m. utskifting
2-0 Basismaterialer											
Tre		1	m3			Tre	500	0,026	18,28	60	18,28
Stål fra skrap		0	m3			Stål fra skrap, generell	7700	0,47	345,61	60	345,61
Polystyren (EPS,XPS)		9	m3			Ekstrudert polystyren (XPS)	35	11,1	3568,73	60	3568,73
Maling		675	m3			Maling	1500	2,91	294,54	15	1178,16
Sum 2-0 Basismaterialer									4227,16		5110,78
2-1 Bæresystemer											
2-1-1 Søyler av plasstøpt betong											
2-1-1-3 Betong		2	m3			Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,163	727,24	60	727,24
		156	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	164,19	60	164,19
Sum 2-1-1 Søyler av plasstøpt betong									891,43		891,43
2-1-3 Betongelementer											
2-1-3-2 Bjelker av prebab. Betong		38	m	0,8	m2	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,188	13878,90	60	13878,9
2-1-3-2 Bjelker av prebab. Betong		69	m	0,12	m2	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,188	3755,97	60	3755,97
2-1-3-2 Bjelker av prebab. Betong		40	m	0,2	m2	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,188	3568,99	60	3568,99
Sum 2-1-3 Betongelementer									21203,86		21203,86
2-1-5 Bæresystem av tre											
2-1-5-1 Limtresøyler		15	m	0,0676	m2	Limtrebjelke	2400	0,415	126,89	60	126,89
2-1-5-2 Limtrebjelker		69	m	0,48	m2	Limtrebjelke	2400	0,415	416,12	60	416,12
2-1-5-2 Limtrebjelker		9	m	0,0864	m2	Limtrebjelke	2400	0,415	94,10	60	94,1
2-1-5-2 Limtrebjelker		8	m	0,13	m2	Limtrebjelke	2400	0,415	122,99	60	122,99
Sum 2-1-5 Bæresystem av tre									760,10		760,10
Sum 2-1 Bæresystemer									22855,39		22855,39
2-2 Grunn og fundamenter											
2-2-1 Plasstøpte fundamenter, ringmur ol.											
2-2-1-2 Armering	Bjelker	18 156	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	19063,77	60	19063,77055
	Pelehoder	4 809	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	5049,45	60	5049,45
	Ringmur	468	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	491,85	60	491,8506723
2-2-1-3 Betong	Bjelker	59	m3			Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,188	26499,00	60	26499
2-2-1-3 Betong	Bjelker	59	m3			Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,188	22942,70	60	22942,7
2-2-1-3 Betong	Bjelker	5	m3			Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,14	1538,88	60	1538,88
2-2-1-3 Betong	Banketter	38	m3			Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,14	12811,70	60	12811,7
2-2-1-3 Betong	Fundamenter	35	m3			Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,14	11849,71	60	11849,712
	Pelehoder	27	m3			Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,14	8984,30	60	8984,30
2-2-1-3 Betong	Ringmur	6	m3			Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,14	1871,18	60	1871,18
Sum 2-2-1 Plasstøpte fundamenter, ringmur ol.									111102,55		111102,55
2-2-2 Plasstøpte bunnplater og gulv på grunnen											
2-2-2-2 Armering	Gulv på grunn	3 640	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	3822,21	60	3822,21
2-2-2-3 Betong	Gulv på grunn	607	m2	0,1	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,163	23734,10	60	23734,104
Sum 2-2-2 Plasstøpte bunnplater og gulv på grunnen									27556,31		27556,31
2-2-3 Isolasjon og tetting											
2-2-3-2 Polystyren (EPS/XPS)	Gulv på grunn	607	m2	0,2	m	Polystyren (EPS)	25	3,415	10359,40	60	10359,4025
2-2-3-3 Plastfolie	Gulv på grunn	607	m2	0,0002	m	Polyetylen	950	1,84	212,10	60	212,10232
Sum 2-2-3 Isolasjon og tetting									10571,50		10571,50
Sum 2-2 Grunn og fundamenter									149230,37		149230,37

	Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Materialvalg	Densitet kg/m3	Kg CO2-ekv./kg	Utslipp, startår	Levetid kgr.	Utslipp m. utskifting
2-3 Yttervegger											
2-3-1 Plassøpt betong											
2-3-1-2 Armering		34 052	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	35754,34	60	35754,3375
2-3-1-3 Betong		311	m3			Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,163	121816,00	60	121816
2-3-1-3 Betong		94	m3			Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,163	36944,90	60	36944,9
Sum 2-3-1 Plassøpt betong									194515,24		194515,24
2-3-10 Utv. Kledning											
2-3-10-2 Trepanel		55	m2	15	mm	Tre	500	0,026	10,69	30	21,38
Sum 2-3-10 Utv. Kledning									10,69		21,38
2-3-4 Lette yttervegger og utforing											
2-3-4-2 Bindingsverk av tre	Gesims	55	m2	0,148	m	Norsk konstruksjonslast	483	0,06	28,23	60	28,23
2-3-4-3 Utforing/utlekting	Gesims	55	m2	0,019	m	Norsk konstruksjonslast	483	0,06	3,62	60	3,62
2-3-4-3 Utforing/utlekting	Gesims	55	m2	0,036	m	Norsk konstruksjonslast	483	0,06	6,87	60	6,87
Sum 2-3-4 Lette yttervegger og utforing									38,72		38,72
2-3-5 Isolasjon og tetting											
2-3-5-1 Mineralull- vanlig bygningskvalitet: glassull		50	m2	0,15	mm	Glassull	20	2,772	419,60	60	419,6
2-3-5-5 Polystyren (EPS,XPS)		851	m2	0,3	mm	Polystyren (EPS)	25	3,415	21816,00	60	21816
Sum 2-3-5 Isolasjon og tetting									22235,60		22235,60
2-3-7 Glassfelt											
2-3-7-10 Beslag - av stål- oppgis i m3		71	m	0,7	mm	Stål fra skrap, generell	7700	0,47	179,86	25	539,58
Sum 2-3-7 Glassfelt									179,86		539,58
2-3-8 Dører											
2-3-8-2 Dør av stål	1 stk	4	m2	30	mm	Stål fra malm	7700	2,89	110,02	30	220,04
2-3-8-2 Dør av stål	4 stk	6	m2	30	mm	Stål fra malm	7700	2,89	622,73	30	1245,46
Sum 2-3-8 Dører									732,75		1465,50
2-3-9 Innv. Kledning											
2-3-9-3 Kryssfinerplater		55	m2	0,015	m	Kryssfiner (plywood)	650	0,45	240,64	20	721,92
Sum 2-3-9 Innv. Kledning									240,64		721,92
Sum 2-3 Yttervegger									217953,50		219537,94

	Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Materialvalg	Densitet kg/m3	Kg CO2-ekv./kg	Utslipp, startår	Levetid kgr.	Utslipp m. utskifting
2-4 Innervegger											
2-4-1 Innervegger av betong											
	2-4-1-2 Armering	791	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	830,20	60	830,20
	2-4-1-3 Betong	9	m3			Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,163	3677,28	60	3677,28
	Sum 2-4-1 Innervegger av betong								4507,48		4507,48
2-4-4 Lette innervegger og utforing											
	2-4-4-1 Bindingsverk av stål tynnplateprofiler	670	m2	0,95	m	Stål fra malm	7700	2,89	6622,58	30	13245,16
	2-4-4-1 Bindingsverk av stål tynnplateprofiler	49	m2	0,16	m	Stål fra malm	7700	2,89	815,62	30	1631,24
	Bindingsverk av tre	22	m2	0,098	m	Norsk konstruksjonslast	483	0,06	7,65	30	15,3
	Utforing/utlekting	45	m2	0,036	m	Norsk konstruksjonslast	483	0,06	3,81	30	7,62
	Sum 2-4-4 Lette innervegger og utforing								7449,66		14899,32
2-4-5 Isolasjon											
	2-4-5-1 Isolasjon av mineralull: glassull	42		0,04	m	Glassull	20	2,772	93,03	30	186,06
	2-4-5-1 Isolasjon av mineralull: glassull	19		0,05	m	Glassull	20	2,772	50,21	30	100,42
	2-4-5-1 Isolasjon av mineralull: glassull	21		0,115	m	Glassull	20	2,772	131,74	30	263,48
	Sum 2-4-5 Isolasjon								274,98		549,96
2-4-7 Glassfelt											
	Glass	4	m2	0,001	m	Glass	2500	0,91	97,83	15	391,32
	Sum 2-4-7 Glassfelt								97,83		391,32
2-4-8 Dører											
	Dører av tre	2 stk	4	m2		Tre	500	0,026	6,25	15	25
	Dører av tre	1 stk	3	m2		Tre	500	0,026	2,17	15	8,68
	Dører av tre	18 stk	2	m2		Tre	500	0,026	29,31	15	117,24
	Dører av tre	1 stk	2	m2		Tre	500	0,026	2,30	15	9,2
	Dører av tre	1 stk	3	m2		Tre	500	0,026	1,49	15	5,96
	Dører av tre	2 stk	2	m2		Tre	500	0,026	3,54	15	14,16
	Dører av tre + glass	2 stk	4	m2		Tre	500	0,026	0,57	15	2,28
	Dører av tre + glass	1 stk	6	m2		Tre	500	0,026	0,28	15	1,12
	Karmer av tre	1stk	140	m		Tre	500	0,026	5,48	15	21,92
	Gerikter av tre	1 stk	1 578	m		Tre	500	0,026	10,26	15	41,04
	Gerikter av tre	1 stk	140	m		Tre	500	0,026	0,91	15	3,64
	Sum 2-4-8 Dører								62,56		250,24
2-4-9 Kledning											
	2-4-9-1 Gipsplater	138	m2	12,5	mm	Gipsplater	900	0,214	344,97	15	1379,88
	2-4-9-2 Branngipsplater	930	m2	15	mm	Gipsplater	900	0,214	2687,64	15	10750,56
	2-4-9-4 Kryssfinerplater	776	m2	12	mm	Kryssfiner (plywood)		0,45	2725,48	15	10901,92
	2-4-9-6 Trepanel-inne	4 104	m2	4,5	mm	Tre	500	0,026	24,00	15	96
	2-4-9-6 Trepanel-inne	706	m2	15	mm	Tre	500	0,026	137,79	15	551,16
	2-4-9-8 Keramisk flis	706	m2	9	mm	Keramisk flis	1900	0,48	5799,85	15	23199,4
	Sum 2-4-9 Kledning								11719,73		46878,92
	Sum 2-4 Innervegger								24112,24		67477,24

	Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Materialvalg	Densitet kg/m3	Kg CO2-ekv./kg	Utslipp, startår	Levetid kgr.	Utslipp m. utskifting
2-5 Dekker											
2-5-1 Dekker av betong											
Armering		425	m2			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	446,25	60	446,25
Sum 2-5-1 Dekker av betong									446,25		446,25
2-5-2 Betongelementer											
<i>2-5-2-1 Hulldekker dekomponert</i>											
		159	m3			Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,155	58998,35	60	58998,34886
		3	m3			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	26168,62	60	26168,62248
<i>2-5-2-1 Hulldekker dekomponert</i>											
		19	m3			Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,155	7221,02	60	7221,0222
		0,40	m3			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	3202,87	60	3202,87275
<i>2-5-2-1 Hulldekker dekomponert</i>											
		23	m3			Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,155	8571,72	60	8571,717
		0,47	m3			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	3801,97	60	3801,97125
Sum 2-5-2 Betongelementer									107964,55		107964,55
2-5-4 Isolasjon og tetting											
<i>2-5-4-4 Mineralull- trinnlydsplater: Steinull</i>											
	Påstøp	1 262	m2	0,02	m	Steinull / Rock wool	30	1,136	860,04	60	860,04
	Påstøp	1 262	m2	0,15	m	Polystyren (EPS)	25	3,415	16158,93	60	16158,93
Sum 2-5-4 Isolasjon og tetting									17018,97		17018,97
2-5-5 Massive tredekker											
<i>2-5-5-1 Massive treelementer</i>											
		483	m2	240	mm	Tre	500	0,026	1506,65	60	1506,65
Sum 2-5-5 Massive tredekker									1506,65		1506,65
2-5-6 Gulv											
<i>2-5-6-1 Plastfolie</i>											
	Påstøp	1 262	m2	0,002	m	Polyetylen	950	1,84	4411,25		4411,25
<i>2-5-6-11 Keramiske flis</i>											
		188	m2	9	mm	Keramisk flis	1900	0,48	1545,57	25	4636,71
<i>2-5-6-5 Massiv parkett - eik</i>											
		1 280	m2	30	mm	Parkett	517	0,2427	4817,15	25	14451,45
<i>2-5-6-8 Linoleum</i>											
		233	m2	4	mm	Linoleum	1200	2,005	1534,43	25	4603,29
<i>2-5-6-8 Linoleum</i>											
		14	m2	4	mm	Linoleum	1200	2,005	81,74	25	245,22
<i>2-5-6-9 Vinyl</i>											
		615	m2	2,5	mm	Vinyl	1200	3,19	470,84	25	1412,52
<i>2-5-6-13 Påstøp</i>											
	Armering	7 571	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	7949,34	60	7949,34
	Betong	1 262	m2	0,1	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,163	49361,62	60	49361,616
Sum 2-5-6 Gulv									70171,94		87071,40
2-5-7 Himling											
<i>2-5-7-4 Systemhimling - mineralull</i>											
		259	m2	40	mm	Glassull	20	2,772	576,35	15	2305,4
<i>2-5-7-4 Systemhimling - mineralull</i>											
		237	m2	75	mm	Glassull	20	2,772	988,77	15	3955,08
Sum 2-5-7 Himling									1565,12		6260,48
Sum 2-5 Dekker									198673,48		220268,30
2-6 Yttertak											
2-6-1 Dekker av betong											
Armering	Armering DT	22 367	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	23485,30	60	23485,3
Betong	DT	639 055	m3			Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,188	120142,00	60	120142
Sum 2-6-1 Dekker av betong									143627,30		143627,30
<i>2-6-4 Isolasjon</i>											
<i>2-6-4-5 Polystyren (EPS, XPS)</i>											
		1 128	m2	300	mm	Polystyren (EPS)	25	3,415	28890,90	60	28890,9
Sum 2-6-4 Isolasjon									28890,90		28890,90
<i>2-6-6 Tekking</i>											
<i>2-6-6-11 2 lag asfaltpapp</i>											
		55	m2			Asfaltpapp	1150	0,826	218,81	30	437,62
<i>2-6-6-11 2 lag asfaltpapp</i>											
		1 128	m2			Asfaltpapp	1150	0,826	4500,25	30	9000,5
<i>Påstøp på tak</i>											
		1 128	m2	0,75	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	0,163	33095,5	60	33095,2
		50 760	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	1,05	53298	60	53298
<i>2-6-6-9 Plastfolie/dampspærre</i>											
		1 128	m2	0,002	m	Polyetylen	950	1,84	394,35	60	394,35
Sum 2-6-6 Tekking									389366,61		394085,67
Sum 2-6 Yttertak									561884,81		566603,87
2-7 Trapper og balkonger											
<i>2-7-5-1 Tretrapper</i>											
		5	m2			Tre	500	0,026	64,22	60	64,22
<i>2-7-6-1 Rekkverk av stål</i>											
		63	m			Stål fra malm - 20% resirk	7700	2,41	4565,02	60	4565,02
Sum 2-7 Trapper og balkonger									4629,24		4629,24

Produktfase A1-A3: TEK10-skolen

Konstruksjon	Kommentar	Materialnavn	Mengde (kg)	Densitet kg/m ³	Utslippsfaktor kgCO ₂ /kg	Levetid	Utslipp år 0	Utslipp, kg CO ₂ -ekv. år60
2-1 Bæresystemer								
Søyler av plasstøpt betong	40% av BTA Betong 80% Stål 20%	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske Stål fra malm - 40% resirk	131383	2400 7700	0,188 2	60 60	24700 41000	24700 41000
Sum 2-1-1 Søyler av plasstøpt betong							65700	65700
2-1-2 Bjelker av plasstøpt betong								
Bjelker av plasstøpt betong	60% a BTA Betong 70% Stål 30%	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske Stål fra malm - 40% resirk	172872 43538	2400 7700	0,188 2,12	60 60	32500 92300	32500 92300
Sum 2-1-2 Bjelker av plasstøpt betong							124800	124800
							367132,68	190500
2-2 Grunn og fundamenter								
2-2-1 Plasstøpte fundamenter, ringmur ol.								
Kantbjelke	5% av BYA	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske Stål fra malm - 80% resirk	373404 12421	2400 7700	0,188 0,95	60 60	70200 11800	70200 11800
Sum 2-2-1 Plasstøpte fundamenter, ringmur ol.							82000	82000
2-2-2 Plasstøpte bunnplater og gulv på grunnen								
100 % av BYA Betong Armering		Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske Stål fra malm - 80% resirk	1120452 124516	2400 7700	0,188 0,95	60 60	210645 118290	210645 118290
Sum 2-2-2 Plasstøpte bunnplater og gulv på grunnen							328935	328935
2-2-3 Isolasjon og tetting								
	Isolasjon Fuktsperre	Ekstrudert polystyren (XPS) Propylen-membran	27232 560	35 900		60 60	302272 1803	302272 1803
Sum 2-2-3 Isolasjon og tetting							304075	304075
2-2-5 Pelers								
Kalkcementpeler Stålpeler		Kalkcementpeler Stål fra malm - 40% resirk		2400 7700	0,83 2	60	26300 67100	26300 67100
Sum 2-2-5 Pelers							93400	93400
Sum Grunn og fundamenter							1630793,23	808410
2- 3 Yttervegg								
2-3-1 Plasstøpt betong								
Betongvegg								
	10% YVOM, 94% YVUM Konstruksjon Armering	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske Stål fra malm - 80% resirk	264874 13244	2400 7700	0,188 0,95	60 60	49796 12581	49796 12581
Sum 2-3-1 Plasstøpt betong							62377	62377
2-3-4 Lette yttervegger og utforing								
Klimavegg Konstruksjon	55 % av YVOM Stenderverk av tre	Norsk konstruksjonslast	33333	483	0,06	60	2000	2000
Sum 2-3-4 Lette yttervegger og utforing							2000	2000
2-3-5 Isolasjon og tetting								
Isolasjon Isolasjon Dampsperr Vindtetting	Isolasjon, EPS 50mm 250mm klimavegg 0,2mm pe folie 9 mm GU	Polystyren (EPS) Glassull Propylen-membran Gipsplater	690 9540 360 22430	25 20 900 900	3,415 2,772 3,219 0,214	60 60 60 60	2356 26444 1158 4800	2356 26444 1158 4800
Sum 2-3-5 Isolasjon og tetting							34758	34758

Konstruksjon	Kommentar	Materialnavn	Mengde (kg)	Densitet kg/m3	Utslippsfaktor kgCO2/kg	Levetid	Utslipp år 0	Utslipp, kg CO2-ekv. år60
2-3-7 Glassfelt								
Vindu	34% YVOM + 5% YVUM							
	Glass: 2 lag (U-verdi=1,2)	2-lags vindu	47620	20	31,2	25	24759	74278
	Karm: profil av aluminiumsmantlet tre	Norsk konstruksjonslast	5933	483	0,06	25	119	356
		Aluminiumsprofil, ekstrudert	1220	2700	2,452	25	997	2991
Sum 2-3-7 Glassfelt							25875	77625
2-3-8 Dører								
Dør	1% av YVOM + 1% YVUM							
	Dørblad: glass(70%) og aluminium (30%)	Aluminium, primær - 40% resirk	191	2700	6,15	30	588	1175
		Glass	310	2500	0,91	30	141	282
	Karm: profil av aluminium	Aluminiumsprofil, ekstrudert	82	2700	2,452	30	100	200
Sum 2-3-8 Dører							829	1657
2-3-9 Innv. Kledning								
Overflatebehandling	behandling med vannbasert maling 95% av Arealet	Vannbasert maling	354	1100	2,54	20	300	900
	8 mm keramisk flis 5% av arealet	Keramisk flis	833		0,48	20	133	400
Innvendig overflate	13 mm gipsplate 100% Arealet	Gipsplater	66640	900	0,214	20	4754	14261
	8 mm keramisk flis + 1 mm PP membran 5% Arealet	Keramisk flis + Propylen-membran			0,48			
		Keramisk flis	2906	1900	0,48	20	465	1395
		Propylen-membran	183	900	3,219	20	196	588
	Behandling med vannbasert maling 95% av Arealet	Vannbasert maling	1220	1100	2,54	20	1033	3100
Sum 2-3-9 Innv. Kledning							6881	20644
2-3-10 Utv. Kledning								
Fasade	18 mm panel malt trekledning	Malt trekledning	9439	483	0,171	30	807	1614
Fasade	18 mm panel malt trekledning 100% av Arealet	Malt trekledning	33333	483	0,171	30	2850	5700
Sum 2-3-10 Utv. Kledning							3657	7314
							514736	136377
2-4 Innervegger								
2-4-1 Innervegger av betong								
Betongvegg	18% av INVOM og INVUM							
Konstruksjon	Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	391845,745	2400	0,188	60	73667	73667
Armering	Armering	Stål fra malm - 80% resirk	19592,6316	7700	0,95	60	18613	18613
Komplettering side 1	15 mm murpuss	Murpuss	24300,4695	1500	0,213	60	5176	5176
Komplettering side 2	15 mm avrettingsmasse/puss	Avrettingsmasse	24696,3351	1500	0,191	60	4717	4717
Sum 2-4-1 Innervegger av betong							102173	102173
2-4-3 Murte innervegger								
Konstruksjon	150 mm lettklinker-blokk	leca-vegg	27937	770	0,224	60	6258	6258
2-4-3-4 Puss								
Komplettering side 1	15 mm murpuss	Murpuss	5633,80282	1500	0,213	60	1200	1200
Komplettering side 2	15 mm avrettingsmasse/puss	Avrettingsmasse	5235,60209	1500	0,191	60	1000	1000
Sum 2-4-3 Murte innervegger							8458	8458
2-4-4 Lette innervegger og utforing								
Konstruksjon	70 mm tre-stender	Norsk konstruksjonslast	30000	483	0,06	30	900	1800
Sum 2-4-4 Lette innervegger og utforing							900	1800
2-4-5 Isolasjon								
Isolasjon	Steinull 70mm	Steinull / Rock wool	53334,507	30	1,136	30	30294	60588
Sum 2-4-5 Isolasjon							30294	60588

Konstruksjon	Kommentar	Materialnavn	Mengde (kg)	Densitet kg/m3	Utslippsfaktor kgCO2/kg	Levetid	Utslipp år 0	Utslipp, kg CO2-ekv. år60
2-4-8 Dører								
Dør	8% av INVOM og INVOM							
Dørblad	Laminat	PVC-membran/tettesjikt	4211	1360	3,201	15	3370	13478
		Fiberbord Medium Tetthet	4064	700	0,39	15	396	1585
Karm	Profil av tre	Norsk konstruksjonslast	24850	483	0,06	15	373	1491
Sum 2-4-8 Dører							4139	16554
2-4-9 Kledning								
Kledning	13 mm gipsplate	Gipsplater	79439,2523	900	0,214	15	4250	17000
	2x13 mm gipsplate	Gipsplater	633719,626	900	0,214	15	33904	135616
Overflatebehandling	8 mm keramisk flis + 1mm PP-membran	Keramisk flis	6134,49433	1900	0,48	15	1854	7415
		Propylen-membran	7690,27648	900	3,219	15	736	2945
Overflatebehandling	8 mm keramisk flis + 1mm PP-membran	Keramisk flis	879,808399	1900	0,48	15	106	422
		Propylen-membran	52,0944295	900	3,219	15	42	168
Overflatebehandling	8 mm keramisk flis + 1mm PP-membran	Keramisk flis	3965,1026	1900	0,48	15	476	1903
		Propylen-membran	234,778115	900	3,219	15	189	756
						15	0	
						15	0	
	Behandling med vannvasert maling	Vannbasert maling	9746,06299	1100	2,54	15	6189	24755
	Behandling med oljebasert maling	Oljemaling	1523,93617	1500	3,76	15	1433	5730
	Behandling med vannvasert maling	Vannbasert maling	551,181102	1100	2,54	15	350	1400
	Behandling med oljebasert maling	Oljemaling	79,787234	1500	3,76	15	75	300
Komplettering side 1	Behandling med vannvasert maling	Vannbasert maling	2480,31496	1100	2,54	15	1575	6300
Komplettering side 2	Behandling med oljebasert maling	Oljemaling	398,93617	1500	3,76	15	375	1500
Sum 2-4-9 Kledning							51553	206210
Sum 2-4 Innveregger							197516	395783
2-5 Dekker								
2-5-2 Betongelementer								
	265 mm HD-element 40/50 Mpa 0%- FA	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	1880234	2400	0,188	60	353484	353484
	Armering	Stål fra malm - 80% resirk	94059	7700	0,95	60	89356	89356
Sum 2-5-2 Betongelementer							442840	442840
2-5-4 Isolasjon og tetting								
Isolasjon	25 mm trinnlydsplate steinull	Steinull / Rock wool	4401	30	1,136	60	5000	5000
Sum 2-5-4 Isolasjon og tetting							5000	5000
2-5-6 Gulv								
Gulv	14 mm parkett	Parkett	7703	517	0,2427	25	623	1870
	2 mm Vinyl	Vinyl	37038	1200	3,19	25	39384	118151
	8 mm keramisk flis + membran	Keramisk flis	16177	1900	0,48	25	2588	7765
								127786
Påstøp 50mm betong	Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	709574	2400	0,188	60	133400	133400
Armering	50 mm betong - 50 kg/m3 betong, Resirkuleringsgrad 80%	Stål fra malm - 80% resirk	14737	7700	0,95	60	14000	14000
Avretting	20 mm flytsparkel	Sparkelmasse	3370	570	0,599	60	2019	2019
Sum 2-5-6 Gulv							192014	277205
2-5-7 Himling								
Himling	13 mm gipsplate	Gipsplater	109304	900	0,214	15	5848	23391
	20 mm mineralull (system)	Steinull / Rock wool	1523	30	1,136	15	433	1730
	Maling	Vannbasert maling	6166	1100	2,54	15	3915	15661
Himling	13 mm gipsplate	Gipsplater	57532	900	0,214	15	3078	12312
	20 mm mineralull (system)	Steinull / Rock wool	804	30	1,136	15	228	913
	Maling	Vannbasert maling	3245	1100	2,54	15	2061	8243
Sum 2-5-7 Himling							15563	62250
Sum 2-5 Dekker							655417	787295

Konstruksjon	Kommentar	Materialnavn	Mengde (kg)	Densitet kg/m3	Utslippsfaktor kgCO2/kg	Levetid	Utslipp år 0	Utslipp, kg CO2-ekv. år60
2-6 Yttertak								
2-6-2 Betongelementer								
	320 mm HD-element 32/40 MPA	Betong (32/40 MPA) med iblandet flyve aske	1195085	2400	0,163	60	194799	194799
		Stål fra malm - 80% resirk	59754	7700	0,95	60	56767	56767
Sum 2-6-2 Betongelementer							251566	251566
2-6-4 Isolasjon						60	0	
Isolasjon	Steinull (350mm)	Steinull / Rock wool	32661	30	1,136	60	37103	37103
Sum 2-6-4 Isolasjon							37103	37103
2-6-6 Tekking								
Dampsperre	0,2 mm PE-folie	Propylen-membran	559	900	3,219	60	1800	1800
Membran	2x3mm asfaltpapp	Asfaltpapp	21459	1150	0,826	30	8863	17725
Tekking	6,8 mm asfaltpapp	Asfaltpapp	68160	1150	0,826	30	28150	56300
Sum 2-6-6 Tekking							38813	75825
Sum 2-6 Tak							327482	364494
2-7 Trapper og balkonger								
2-7-4 Ståltrapp	Ståltrapp (105 kg stål/m2 trapp)	Stålseksjon av varmrullet stål	12417	7800		60	14056	14056
Sum 2-7 Trapper og balkonger			12417				14056	14056

Produktfase A1-A3: TEK10-flerbrukshall

Konstruksjon	Materialnavn	Utslipp år 0	Utslipp, kg CO2-ekv. år 60	Mengde (kg)
2-1 Bæresystemer	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	24378	24378	129668
2-1 Bæresystemer	Stål fra malm - 40% resirk	99109	99109	46749
		123487	123487	176417
2-2 Grunn og fundamenter	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	188130	188130	1000692
2-2 Grunn og fundamenter	Stål fra malm - 80% resirk	84503	84503	88950
2-2 Grunn og fundamenter	Ekstrudert polystyren (XPS)	192842	192842	17373
2-2 Grunn og fundamenter	Propylen-membran	1150	1150	357
2-2 Grunn og fundamenter	Vinyl	15201,00	45603	14296
		481826	512228	1121668
2-3 Yttervegg	Aluminiumsprofil, ekstrudert	79,67	239	98
2-3 Yttervegg	Stålseksjon av varmrullet stål	257,33	772	682
2-3 Yttervegg	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	90745	90745	482688
2-3 Yttervegg	Norsk konstruksjonslast	189	189	3143
2-3 Yttervegg	Stål fra malm - 80% resirk	22928	22928	24134
2-3 Yttervegg	Malt trekledning	1058,50	2117	12377
2-3 Yttervegg	Hullteglfasade	8849	8849	36873
2-3 Yttervegg	2-lags vindu	939,67	2819	1800
2-3 Yttervegg	Glassull	2506	2506	904
2-3 Yttervegg	Steinull / Rock wool	1714	1714	1508
2-3 Yttervegg	Gipsplater	1659,33	4978	23260
2-3 Yttervegg	Propylen-membran	149,33	448	139
2-3 Yttervegg	Keramisk flis	288,67	866	1803
2-3 Yttervegg	Vannbasert maling	624,67	1874	738
2-3 Yttervegg	Oljemaling	10,33	31	8
		131998,5	141075	590155
2-4 Innervegg	Aluminiumsprofil, ekstrudert	1237,75	4951	2019
2-4 Innervegg	Stålseksjon av varmrullet stål	1087,00	4348	3841
2-4 Innervegg	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	1942	1942	10331
2-4 Innervegg	Stål fra malm - 40% resirk	154,00	308	145
2-4 Innervegg	Stål fra malm - 80% resirk	491	491	517
2-4 Innervegg	leca-vegg	14770	14770	65936
2-4 Innervegg	Steinull / Rock wool	388,50	777	684
2-4 Innervegg	Gipsplater	658,5	2634	12310
2-4 Innervegg	Propylen-membran	83	332	103
2-4 Innervegg	Keramisk flis	522,25	2089	4353
2-4 Innervegg	Vannbasert maling	1080,25	4321	1701
2-4 Innervegg	Oljemaling	121,25	485	129
2-4 Innervegg	Innvendig kledning	15,25	61	1574
2-4 Innervegg	Murpuss	2873	2873	13490
2-4 Innervegg	Avrettingsmasse	2577	2577	13490
		28000,75	42959	130623
2-6 Yttertak	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	98544	98544	524172
2-6 Yttertak	Stål fra malm - 80% resirk	24898	24898	26209
2-6 Yttertak	Steinull / Rock wool	24982	24982	21991
2-6 Yttertak	Gipsplater	1193,00	4772	22301
2-6 Yttertak	Propylen-membran	1150	1150	357
2-6 Yttertak	Asfaltapp	21048,00	42096	50964
2-6 Yttertak	Vannbasert maling	882,00	3528	1389
2-6 Yttertak	Innvendig kledning	13,00	52	1343
		172710	200022	648726
2-7 Trapper og balkonger	Stålseksjon av varmrullet stål	146	146	129
			146	129

Vedlegg 3: Transport A4

Transport A4: Passivhus-skolen

Konstruksjonsdel	Materiale	Kg materiale	Tonn materiale	A4, km	Utslippsfaktor transportmidde	
					1 kgCO2-ekv./tonnkm	kgCO2-ekv. A4
2-1 Bæresystemer						
2-1-1 Søyler av plasstøpt betong						
2-1-1-2 Armering	Stål fra malm - 80% resirk	167	0,17	505	0,121	10
2-1-1-3 Betong	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	3142	3,14	18	0,121	7
	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	1613	1,61	18	0,121	4
2-1-3 Betongelementer						
			0,00			
2-1-3-1 Søyler av prefab. Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	10671	10,67	88	0,121	114
2-1-3-2 Bjelker av prebab. Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	11347	11,35	88	0,121	121
2-1-4 Bæresystemer av stål						
2-1-4-1 Stålsøyler						
	Stål fra malm	1602	1,60	27	0,121	5
	Stål fra malm	2449	2,45	27	0,121	8
	Stål fra malm	1169	1,17	27	0,121	4
	Stål fra malm	614	0,61	27	0,121	2
	Stål fra malm	1547	1,55	27	0,121	5
	Stål fra malm	1096	1,10	27	0,121	4
2-1-4-2 Stålbjelker						
	Stål fra malm	205	0,21	27	0,121	1
	Stål fra malm	1094	1,09	27	0,121	4
	Stål fra malm	1457	1,46	27	0,121	5
	Stål fra malm	4720	4,72	27	0,121	15
	Stål fra malm	983	0,98	27	0,121	3
	Stål fra malm	2109	2,11	27	0,121	7
	Stål fra malm	1610	1,61	27	0,121	5
	Stål fra malm	979	0,98	27	0,121	3
	Stål fra malm	526	0,53	27	0,121	2
	Stål fra malm	1494	1,49	27	0,121	5
	Stål fra malm	4719	4,72	27	0,121	15
	Stål fra malm	960	0,96	27	0,121	3
	Stål fra malm	2102	2,10	27	0,121	7
	Stål fra malm	1833	1,83	27	0,121	6
	Stål fra malm	554	0,55	27	0,121	2
	Stål fra malm	2477	2,48	27	0,121	8
	Stål fra malm	3102	3,10	27	0,121	10
	Stål fra malm	3817	3,82	27	0,121	12
	Stål fra malm	550	0,55	27	0,121	2
	Stål fra malm	1750	1,75	27	0,121	6
2-1-5 Bæresystem av tre						
2-1-5-1 Limtresøyler						
	Limtrebjelke	1735	1,73	2385	0,01	41
	Limtrebjelke	1439	1,44	2385	0,01	34
	Limtrebjelke	1172	1,17	2385	0,01	28
	Limtrebjelke	1378	1,38	2385	0,01	33
	Limtrebjelke	4439	4,44	2385	0,01	106
	Limtrebjelke	1001	1,00	2385	0,01	24
	Limtrebjelke	805	0,81	2385	0,01	19
	Limtrebjelke	1202	1,20	2385	0,01	29
	Limtrebjelke	529	0,53	2385	0,01	13
	Limtrebjelke	5843	5,84	2385	0,01	139
	Limtrebjelke	577	0,58	2385	0,01	14
	Limtrebjelke	160	0,16	2385	0,01	4
	Limtrebjelke	4968	4,97	2385	0,01	118
Stålsøyleforbindelser						
	Stål fra malm	31	0,03	2385	0,01	1
	Stål fra malm	239	0,24	2385	0,01	6
	Stål fra malm	266	0,27	2385	0,01	6
	Stål fra malm	323	0,32	2385	0,01	8
	Stål fra malm	219	0,22	2385	0,01	5
	Stål fra malm	36	0,04	2385	0,01	1
	Stål fra malm	2288	2,29	2385	0,01	55
	Stål fra malm	66	0,07	2385	0,01	2
	Stål fra malm	1637	1,64	2385	0,01	39

Konstruksjonsdel	Materiale	Kg materiale	Tonn materiale	A4, km	Utslippsfaktor transportmidde		
					1 kgCO2-ekv./tonnkm	kgCO2-ekv. A4	
<i>2-1-5-2 Limtrebjelker</i>	Limtrebjelke	2095	2,09	2385	0,01	50	
	Limtrebjelke	23	0,02	2385	0,01	1	
	Limtrebjelke	132	0,13	2385	0,01	3	
	Limtrebjelke	190	0,19	2385	0,01	5	
	Limtrebjelke	67	0,07	2385	0,01	2	
	Limtrebjelke	183	0,18	2385	0,01	4	
	Limtrebjelke	4228	4,23	2385	0,01	101	
	Limtrebjelke	194	0,19	2385	0,01	5	
	Limtrebjelke	2731	2,73	2385	0,01	65	
	Limtrebjelke	102	0,10	2385	0,01	2	
	Limtrebjelke	532	0,53	2385	0,01	13	
	Limtrebjelke	6284	6,28	2385	0,01	150	
	Limtrebjelke	30674	30,67	2385	0,01	732	
	Limtrebjelke	454	0,45	2385	0,01	11	
	Limtrebjelke	13674	13,67	2385	0,01	326	
	Limtrebjelke	9181	9,18	2385	0,01	219	
	Limtrebjelke	4341	4,34	2385	0,01	104	
	Limtrebjelke	14574	14,57	2385	0,01	348	
	Limtrebjelke	16374	16,37	2385	0,01	391	
	Limtrebjelke	9230	9,23	2385	0,01	220	
	Limtrebjelke	5101	5,10	2385	0,01	122	
<i>Stålbjelkeforbindelser/bjelkesko</i>	Limtrebjelke	2378	2,38	2385	0,01	57	
	Stål fra malm	257	0,26	2385	0,01	6	
	Stål fra malm	2780	2,78	2385	0,01	66	
	Stål fra malm	2078	2,08	2385	0,01	50	
	Stål fra malm	1146	1,15	2385	0,01	27	
	Stål fra malm	1453	1,45	2385	0,01	35	
	Stål fra malm	1682	1,68	2385	0,01	40	
	Stål fra malm	2095	2,09	2385	0,01	50	
	Stål fra malm	417	0,42	2385	0,01	10	
	Stål fra malm	1515	1,52	2385	0,01	36	
	Stål fra malm	1808	1,81	2385	0,01	43	
	2-2 Grunn og fundamenter						
	<i>2-2-1 Plasstøpte fundamenter, ringmur ol.</i>						
	<i>2-2-1-2 Armering</i>	Stål fra malm - 80% resirk	20081	20,08	505	0,121	1227
Stål fra malm - 80% resirk		27325	27,33	505	0,121	1670	
Stål fra malm - 80% resirk		5239	5,24	505	0,121	320	
<i>2-2-1-3 Betong</i>	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	6000	6,00	18	0,121	13	
	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	244277	244,28	18	0,121	532	
	Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	355632	355,63	18	0,121	775	
	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	202507	202,51	18	0,121	441	
	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	148224	148,22	18	0,121	323	
	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	148654	148,65	18	0,121		
<i>2-2-2 Plasstøpte bunnplater og gulv på grunnen</i>							
<i>2-2-2-2 Armering</i>	Stål fra malm - 80% resirk	10785	10,79	505	0,121	659	
	Stål fra malm - 80% resirk	1595	1,60	505	0,121	97	
<i>2-2-2-3 Betong</i>	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	380064	380,06	18	0,121	828	
	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	63804	63,80	18	0,121	139	
<i>2-2-3 Isolasjon og tetting</i>							
<i>2-2-3-2 Polystyren (EPS/XPS)</i>	Polystyren (EPS)	1329	1,33	296	0,121	48	
	Polystyren (EPS)	1076	1,08	296	0,121	39	
			0,00		0,121	0	
<i>2-2-5 Peling</i>							
<i>2-2-5-1 Stålkjernepeler</i>	Stål fra malm - 80% resirk	5236	5,24	1000	0,121	634	
	Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	8448	8,45	18	0,121	18	
<i>2-2-5-2 Stålpeler</i>	Stål fra malm - 80% resirk	167654	167,65	1500	0,121	30429	
<i>2-2-5-3 Betongpeler</i>	Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	233817	233,82	18	0,121	509	

Konstruksjonsdel	Materiale	Kg materiale	Tonn materiale	A4, km	Utslippsfaktor	
					transportmidde 1 kgCO2- ekv./tonnkm	kgCO2-ekv. A4
2-3 Yttervegger						
2-3-1 Plasstøpt betong						
2-3-1-2 Armering	Stål fra malm - 80% resirk	2947	2,95	17	0,121	6
2-3-1-3 Betong	Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	83616	83,62	18	0,121	182
2-3-4 Lette yttervegger og utforing						
2-3-4-2 Bindingsverk av tre	Norsk konstruksjonslast	9773	9,77	119	0,121	141
	Norsk konstruksjonslast	10374	10,37	119	0,121	149
	Norsk konstruksjonslast	11829	11,83	119	0,121	170
	Norsk konstruksjonslast	8336	8,34	119	0,121	120
2-3-4-3 Utforing/utlekting	Norsk konstruksjonslast	2426	2,43	119	0,121	35
	Norsk konstruksjonslast	9192	9,19	119	0,121	132
	Norsk konstruksjonslast	4679	4,68	119	0,121	67
	Norsk konstruksjonslast	535	0,54	119	0,121	8
	Norsk konstruksjonslast	1014	1,01	119	0,121	15
2-3-5 Isolasjon og tetting						
2-3-5-1 Mineralull- vanlig bygningskvalitet: glassull	Glassull	12379	12,38	1670	0,121	2501
2-3-5-1 Mineralull- vanlig bygningskvalitet: glassull	Glassull	2915	2,92	1670	0,121	589
2-3-5-6 Dampsperre	Polyetylen	320	0,32	1060	0,121	41
2-3-5-7 GU-plater	Gipsplater	6009	6,01	560	0,121	407
2-3-5-7 GU-plater	Gipsplater	3936	3,94	560	0,121	267
2-3-6 Massive trevegger						
2-3-6-1 Massive treelementer	Tre	669	0,67	2385	0,01	16
	Tre	741	0,74	2385	0,01	18
	Tre	2772	2,77	2385	0,01	66
	Tre	5606	5,61	2385	0,01	134
2-3-7 Glassfelt						
2-3-7-1 Vinduer av tre	3-lags vindu	368	0,37	109	0,121	5
2-3-8 Dører						
2-3-8-1 Dør av aluminium og glass	Glass + aluminium	2775	2,77	109	0,121	37
			0,00		0,121	0
2-3-8-2 Dør av stål	Stål fra malm	110	0,11	990	0,121	13
	Steinull / Rock wool	536	0,54	990	0,121	64
2-3-9 Innv. Kledning						
2-3-9-1 Gipsplater	Gipsplater	26239	26,24	560	0,121	1778
2-3-9-3 Kryssfinerplater	Gipsplater	24220	24,22	370	0,121	1084
2-3-10 Utv. Kledning						
2-3-10-2 Trepanel	Tre	24669	24,67	591	0,121	1764
2-3-10-2 Trepanel	Tre	5345	5,34	591	0,121	382

Konstruksjonsdel	Materiale	Kg materiale	Tonn materiale	A4, km	Utslippsfaktor	
					transportmidde 1 kgCO2- ekv./tonnkm	kgCO2-ekv. A4
2-4 Innervegger						
2-4-1 Innervegger av betong						
2-4-1-2 Armering	Stål fra malm - 80% resirk	14502	14,50	505	0,121	886
2-4-1-3 Betong	Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	154	0,15	18	0,121	0
2-4-1-3 Betong	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	18	0,02	18	0,121	0
2-4-4 Lette innervegger og utforing						
2-4-4-1 Bindingsverk av stål tynnplateprofiler	Stål fra malm	19967	19,97	995	0,121	2404
	Stål fra malm	3123	3,12	995	0,121	376
	Stål fra malm	359	0,36	995	0,121	43
	Stål fra malm	291	0,29	995	0,121	35
	Stål fra malm	248	0,25	995	0,121	30
	Stål fra malm	1114	1,11	995	0,121	134
2-4-5 Isolasjon						
2-4-5-1 Isolasjon av mineralull: glassull	Glassull	416	0,42	1670	0,121	84
	Glassull	395	0,39	1670	0,121	80
	Glassull	3184	3,18	1670	0,121	643
	Glassull	126	0,13	1670	0,121	25
	Glassull	76	0,08	1670	0,121	15
	Glassull	291	0,29	1670	0,121	59
2-4-6 Massive trevegger						
2-4-6-1 Masive treelementer	Tre	1703	1,70	2385	0,01	41
	Tre	14058	14,06	2385	0,01	335
	Tre	10207	10,21	2385	0,01	243
	Tre	23199	23,20	2385	0,01	553
	Tre	480	0,48	2385	0,01	11
	Tre	1911	1,91	2385	0,01	46
	Tre	9	0,01	2385	0,01	0
	Tre	10993	10,99	2385	0,01	262
	Tre	106	0,11	2385	0,1	25
2-4-7 Glassfelt						
2-4-7-1 Glassfronter (dør- og møteromsfront)	Glass	4675	4,68	109	0,121	62
Karm	Tre	5844	5,84	109	0,121	77
			0,00	109	0,121	0
2-4-8 Dører						
	Tre	4725	4,73	990	0,121	566
	Glass	750	0,75	109	0,121	10
	Tre		0,00	109	0,121	0
		300	0,30	109	0,121	4
2-4-9 Kledning						
2-4-9-1 Gipsplater	Gipsplater	75263	75,26	560	0,121	5100
2-4-9-2 Branngipsplater	Gipsplater	67186	67,19	560	0,121	4553
2-4-9-4 Kryssfinerplater	OSB-plate	41151	41,15	370	0,121	1842
2-4-9-8 Keramisk flis	Keramisk flis	45649	45,65	3400	0,121	18780
2-4-9-6 Trepanel-inne	Tre	9887	9,89	590	0,121	706
	Tre	39690	39,69	590	0,121	2833
2-5 Dekker						
2-5-2 Betongelementer						
<i>2-5-2-1 Hulldekker dekomponert</i>						
Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	690571	690,57	88	0,121	7353
Armering	Stål fra malm - 80% resirk	45216	45,22	88	0,121	481
Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	349972	349,97	88	0,121	3727
Armering	Stål fra malm - 80% resirk	22915	22,91	88	0,121	244
Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	74078	74,08	88	0,121	789
Armering	Stål fra malm - 80% resirk	4850	4,85	88	0,121	52
Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	298827	298,83	88	0,121	3182
Armering	Stål fra malm - 80% resirk	19566	19,57	88	0,121	208
Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	54849	54,85	88	0,121	584
Armering	Stål fra malm - 80% resirk	3591	3,59	88	0,121	38

Konstruksjonsdel	Materiale	Kg materiale	Tonn materiale	A4, km	Utslippsfaktor	
					transportmidde 1 kgCO2- ekv./tonnkm	kgCO2-ekv. A4
2-5-4 Isolasjon og tetting						
2-5-4-4 Mineralull- trinnlydsplater: Steinull	Steinull / Rock wool	1687	1,69	3	0,121	1
	Steinull / Rock wool	2096	2,10	3	0,121	1
	Steinull / Rock wool	987	0,99	3	0,121	0
	Polystyren (EPS)	12656	12,66	3	0,121	5
2-5-5 Massive tredekker						
2-5-5-1 Massive treelementer	Tre	1857	1,86	2385	0,01	44
	Tre	319667	319,67	2385	0,01	7624
	Tre	29493	29,49	2385	0,01	703
	Tre	186689	186,69	2385	0,01	4453
	Tre	9497	9,50	2385	0,01	226
Stålforbindinger- stålplater	Stål fra malm	542	0,54	2385	0,01	13
	Stål fra malm	377	0,38	2385	0,01	9
	Stål fra malm	1936	1,94	2385	0,01	46
	Stål fra malm	918	0,92	2385	0,01	22
	Stål fra malm	6	0,01	2385	0,01	0
	Stål fra malm	1940	1,94	2385	0,01	46
	Stål fra malm	102	0,10	2385	0,01	2
	Stål fra malm	231	0,23	2385	0,01	6
	Stål fra malm	150	0,15	2385	0,01	4
	Stål fra malm	444	0,44	2385	0,01	11
	Stål fra malm	210	0,21	2385	0,01	5
	Stål fra malm	1026	1,03	2385	0,01	24
	Stål fra malm	3	0,00	2385	0,01	0
	Stål fra malm	2	0,00	2385	0,01	0
	Stål fra malm	779	0,78	2385	0,01	19
	Stål fra malm	341	0,34	2385	0,01	8
	Stål fra malm	18	0,02	2385	0,01	0
	Stål fra malm	1065	1,06	2385	0,01	25
	Stål fra malm	246	0,25	2385	0,01	6
	Stål fra malm	9	0,01	2385	0,01	0
Stål fra malm	352	0,35	2385	0,01	8	
2-5-6 Gulv						
2-5-6-1 Plastfolie	Polyetylen	5343	5,34	1060	0,121	685
2-5-6-4 Gulvsponplater (22 mm)	Sponplater	1479	1,48	370	0,121	66
2-5-6-5 Massiv parkett - eik	Parkett	1067	1,07	591	0,121	76
2-5-6-8 Linoleum	Linoleum	16104	16,10	1800	0,121	3507
2-5-6-9 Vinyl	Vinyl	1394	1,39	1800	0,121	304
2-5-6-11 Keramiske flis	Keramisk flis	120	0,12	3400	0,121	49
2-5-6-13 Påstøp						
Betong	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	539971	539,97	18	0,121	1176
Armering	Stål fra malm - 80% resirk	13499	13,50	505	0,121	825
2-5-6-13 Påstøp			0,00		0,121	0
Betong	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	670846	670,85	18	0,121	1461
Armering	Stål fra malm - 80% resirk	16771	16,77	505	0,121	1025
2-5-6-13 Påstøp			0,00		0,121	0
Betong	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	315865	315,87	18	0,121	688
Armering	Stål fra malm - 80% resirk	7897	7,90	505	0,121	483
2-5-7 Himling						
2-5-7-2 Systemhimling – gips	Gips	6410	6,41	560	0,121	434
2-5-7-4 Systemhimling - mineralull	Glassull	108	0,11	30	0,121	0
	Glassull	318	0,32	30	0,121	1
	Glassull	2826	2,83	30	0,121	10
	Glassull	5947	5,95	30	0,121	22
	Glassull	303	0,30	30	0,121	1
	Glassull	87	0,09	30	0,121	0
	Glassull	88	0,09	30	0,121	0
	Glassull	759	0,76	30	0,121	3

Konstruksjonsdel	Materiale	Kg materiale	Tonn materiale	A4, km	Utslippsfaktor	
					transportmidde 1 kgCO2- ekv./tonnkm	kgCO2-ekv. A4
2-6 Yttertak						
2-6-2 Betongelementer						
2-6-2-1 Hulldekker dekomponert						
Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	46532	46,53	88	0,121	495
Armering	Stål fra malm - 80% resirk	3047	3,05	88	0,121	32
2-6-2-1 Hulldekker dekomponert						
Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	183979	183,98	88	0,121	1959
Armering	Stål fra malm - 80% resirk	12046	12,05	88	0,121	128
2-6-2-1 Hulldekker dekomponert						
Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	113010	113,01	88	0,121	1203
Armering	Stål fra malm - 80% resirk	7399	7,40	88	0,121	79
2-6-4 Isolasjon						
2-6-4-4 Mineralull - støpeplate (plassert i kompakte tak): Steinull						
	Steinull / Rock wool	4023	4,02	3	0,121	1
2-6-4-4 Mineralull - støpeplate (plassert i kompakte tak): Steinull						
	Steinull / Rock wool	1241	1,24	3	0,121	0
2-6-4-5 Polystyren (EPS, XPS)						
	Polystyren (EPS)	20117	20,12	296	0,121	721
2-6-4-5 Polystyren (EPS, XPS)						
	Polystyren (EPS)	6207	6,21	296	0,121	222
2-6-5 Massive tredekker						
2-6-5-1 Massive treelementer						
	Tre	185352	185,35	2385	0,01	4421
2-6-5-1 Massive treelementer						
	Tre	99411	99,41	2385	0,01	2371
2-6-5-1 Massive treelementer						
	Tre	55950	55,95	2385	0,01	1334
Stålforbindelser- stålplater						
	Stål fra malm	257	0,26	2385	0,01	6
	Stål fra malm	243	0,24	2385	0,01	6
	Stål fra malm	99	0,10	2385	0,01	2
2-6-6 Tekking						
2-6-6-9 Plastfolie/dampsperre						
	Polyetylen	382	0,38	1060	0,121	49
2-6-6-9 Plastfolie/dampsperre						
	Polyetylen	118	0,12	1060	0,121	15
2-6-6-11 2 lag asfaltpapp						
	Asfaltpapp	12956	12,96	1060	0,121	1662
2-6-6-11 2 lag asfaltpapp						
	Asfaltpapp	3997	4,00	1060	0,121	513
2-6-6-11 2 lag asfaltpapp						
	Asfaltpapp	813	0,81	1060	0,121	104
2-7 Trapper og balkonger						
2-7-5 Tre						
2-7-5-1 Tretrapper						
	Tre	3657	3,66	2385	0,01	87
	Tre	2900	2,90	2385	0,01	69
	Tre	597	0,60	2385	0,01	14
	Tre	1254	1,25	2385	0,01	30
	Tre	266	0,27	2385	0,01	6
2-7-4 Stål						
	Stål fra malm - 80% resirk	10842	10,84	250	0,121	328
	Stål fra malm - 80% resirk	5780	5,78	250	0,121	175
2-7-6 Rekkverk						
2-7-6-1 Rekkverk av stål						
	Stål fra malm - 80% resirk	2728	2,73	250	0,121	83
	Stål fra malm - 80% resirk	360	0,36	250	0,121	11
2-7-6-3 Rekkverk av tre						
	Tre	1079	1,08	2385	0,01	26
	Tre	1348	1,35	2385	0,01	32
2-8 Overflatebehandling						
2-8-1-2 Akrylmaling						
	Vannbasert maling	567	0,57	627	0,121	43
Totalsum			7474,44	315542,00		151193

Transport A4: Passivhus-flerbrukshall

Prosjektert flerbrukshall

Konstruksjonsdel	Materiale	Kg materiale	Tonn materiale	A4, km	Utslippsfaktor transportmiddel	
					kgCO2/tonnkm	kgCO2 A4
2-0 Basismaterialer						
Tre	Tre	703	0,70	119	0,12	10
Stål fra skrap	Stål fra skrap, generell	735	0,74		0,12	
Polystyren (EPS,XPS)	Ekstrudert polystyren (XPS)	322	0,32	560	0,12	22
Maling	Maling	101	0,10	630	0,12	8
2-1 Bæresystemer						
2-1-1 Søyler av plasstøpt betong						
2-1-1-3 Betong	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	4462	4,46	18	0,12	10
	Stål fra malm - 80% resirk	156	0,16	505	0,12	10
2-1-3 Betongelementer						
2-1-3-2 Bjelker av prebab. Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	73824	73,82	88	0,12	786
2-1-3-2 Bjelker av prebab. Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	19979	19,98	88	0,12	213
2-1-3-2 Bjelker av prebab. Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	18984	18,98	88	0,12	202
2-1-5 Bæresystem av tre						
2-1-5-1 Limtresøyler	Limtrebjelke	306	0,31	2385	0,01	7
2-1-5-2 Limtrebjelker	Limtrebjelke	1003	1,00	2385	0,01	24
2-1-5-2 Limtrebjelker	Limtrebjelke	227	0,23	2385	0,01	5
2-1-5-2 Limtrebjelker	Limtrebjelke	296	0,30	2385	0,01	7
2-2 Grunn og fundamenter						
2-2-1 Plasstøpte fundamenter, ringmur ol.						
2-2-1-2 Armering	Stål fra malm - 80% resirk	18156	18,16	505	0,121	1109
	Stål fra malm - 80% resirk	4809	4,81	505	0,121	294
	Stål fra malm - 80% resirk	468	0,47	505	0,121	29
2-2-1-3 Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	140952	140,95	18	0,121	307
2-2-1-3 Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	122036	122,04	18	0,121	266
2-2-1-3 Betong	Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	10992	10,99	18	0,121	24
2-2-1-3 Betong	Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	91512	91,51	18	0,121	199
2-2-1-3 Betong	Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	84641	84,64	18	0,121	184
2-2-1-3 Betong	Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	64174	64,17	18	0,121	140
2-2-1-3 Betong	Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	13366	13,37	18	0,121	29
2-2-2 Plasstøpte bunnplater og gulv på grunnen						
2-2-2-2 Armering	Stål fra malm - 80% resirk	3640	3,64	505	0,121	222
2-2-2-3 Betong	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	145608	145,61	18	0,121	317
2-2-3 Isolasjon og tetting						
2-2-3-2 Polystyren (EPS/XPS)	Polystyren (EPS)	3034	3,03	296	0,121	109
2-2-3-3 Plastfolie	Polyetylen	115	0,12	1060	0,121	15
2-3 Yttervegger						
2-3-1 Plasstøpt betong						
2-3-1-2 Armering	Stål fra malm - 80% resirk	34052	34,05	505	0,121	2081
2-3-1-3 Betong	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	747337	747,34	18	0,121	1628
2-3-1-3 Betong	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	226656	226,66	18	0,121	494
2-3-10 Utv. Kledning						
2-3-10-2 Trepanel	Tre	411	0,41	590	0,121	29
2-3-4 Lette yttervegger og utforing						
2-3-4-2 Bindingsverk av tre	Norsk konstruksjonslast	471	0,47	119	0,121	7
2-3-4-3 Utforing/utlekting	Norsk konstruksjonslast	60	0,06	119	0,121	1
2-3-4-3 Utforing/utlekting	Norsk konstruksjonslast	115	0,11	119	0,121	2
2-3-5 Isolasjon og tetting						
2-3-5-1 Mineralull- vanlig bygningskvalitet: glassull	Glassull	151	0,15	1870	0,121	34
2-3-5-5 Polystyren (EPS,XPS)	Polystyren (EPS)	6388	6,39	296	0,121	229
2-3-7 Glassfelt						
2-3-7-10 Beslag - av stål- oppgis i m ³	Stål fra skrap, generell	383	0,38	109	0,121	5
2-3-8 Dører						
2-3-8-2 Dør av stål	Stål fra malm	38	0,04	990	0,121	5
2-3-8-2 Dør av stål	Stål fra malm	215	0,22	990	0,121	26
2-3-9 Innv. Kledning						
2-3-9-3 Kryssfinerplater	Kryssfiner (plywood)	535	0,53	370	0,121	24
2-4 Innervegger						
2-4-1 Innervegger av betong						
2-4-1-2 Armering	Stål fra malm - 80% resirk	791	0,79	505	0,121	48
2-4-1-3 Betong	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	22560	22,56	18	0,121	49
2-4-4 Lette innervegger og utforing						
2-4-4-1 Bindingsverk av stål tynnplateprofiler	Stål fra malm	2292	2,29	995	0,121	276
2-4-4-1 Bindingsverk av stål tynnplateprofiler	Stål fra malm	282	0,28	995	0,121	34
Bindingsverk av tre	Norsk konstruksjonslast	128	0,13	119	0,121	2
Utforing/utlekting	Norsk konstruksjonslast	64	0,06	119	0,121	1
2-4-5 Isolasjon						
2-4-5-1 Isolasjon av mineralull: glassull	Glassull	34	0,03	1670	0,121	7
2-4-5-1 Isolasjon av mineralull: glassull	Glassull	18	0,02	1670	0,121	4
2-4-5-1 Isolasjon av mineralull: glassull	Glassull	48	0,05	1670	0,121	10

Konstruksjonsdel	Materiale	Kg materiale	Tonn materiale	A4, km	Utslippsfaktor transportmiddel	
					kgCO2/tonnkm	kgCO2 A4
2-4-7 Glassfelt						
Glass	Glass	108	0,11	109	0,121	1
2-4-8 Dører						
Dører av tre	Kobberimpregnert trelast	91	0,09	990	0,121	11
Dører av tre	Kobberimpregnert trelast	31	0,03	990	0,121	4
Dører av tre	Kobberimpregnert trelast	425	0,42	990	0,121	51
Dører av tre	Kobberimpregnert trelast	33	0,03	990	0,121	4
Dører av tre	Kobberimpregnert trelast	22	0,02	990	0,121	3
Dører av tre	Kobberimpregnert trelast	51	0,05	990	0,121	6
Dører av tre + glass	Kobberimpregnert trelast	8	0,01	990	0,121	1
Dører av tre + glass	Kobberimpregnert trelast	4	0,00	990	0,121	0
Karmer av tre	Tre	211	0,21	990	0,121	25
Gerikter av tre	Tre	395	0,39	990	0,121	47
Gerikter av tre	Tre	35	0,04	990	0,121	4
2-4-9 Kledning						
2-4-9-1 Gipsplater	Gipsplater	1612	1,61	560	0,121	109
2-4-9-2 Branngipsplater	Gipsplater	12559	12,56	560	0,121	851
2-4-9-4 Kryssfinerplater	Kryssfiner (plywood)	6057	6,06	370	0,121	271
2-4-9-6 Trepanel-inne	Tre	923	0,92	590	0,121	66
2-4-9-6 Trepanel-inne	Tre	5300	5,30	590	0,121	378
2-4-9-8 Keramisk flis	Keramisk flis	12083	12,08	3400	0,121	4971
2-5 Dekker						
2-5-1 Dekker av betong						
Armering	Stål fra malm - 80% resirk	425	0,43	505	0,121	26
2-5-2 Betongelementer						
2-5-2-1 Hulldekker dekomponert	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	380635	380,63	88	0,121	4053
	Stål fra malm - 80% resirk	24922	24,92	88	0,121	265
2-5-2-1 Hulldekker dekomponert	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	46587	46,59	88	0,121	496
	Stål fra malm - 80% resirk	3050	3,05	88	0,121	32
2-5-2-1 Hulldekker dekomponert	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	55301	55,30	88	0,121	589
	Stål fra malm - 80% resirk	3621	3,62	88	0,121	39
2-5-4 Isolasjon og tetting						
2-5-4-4 Mineralull- trinnlydsplater: Steinull	Steinull / Rock wool	757	0,76	3	0,121	0,27
	Polystyren (EPS)	4732	4,73	3	0,121	2
2-5-5 Massive tredekker						
2-5-5-1 Massive treelementer	Tre	57948	57,95	2385	0,01	1382
2-5-6 Gulv						
2-5-6-1 Plastfolie	Polyetylen	2397	2,40	1060	0,121	307
2-5-6-11 Keramiske flis	Keramisk flis	3220	3,22	3400	0,121	1325
2-5-6-5 Massiv parkett - eik	Parkett	19848	19,85	590	0,121	1417
2-5-6-8 Linoleum	Linoleum	765	0,77	1800	0,121	167
2-5-6-8 Linoleum	Linoleum	41	0,04	1800	0,121	9
2-5-6-9 Vinyl	Vinyl	148	0,15	1800	0,121	32
2-5-6-13 Påstøp	Stål fra malm - 80% resirk	7571	7,57	505	0,121	463
	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	302832	302,83	18	0,121	660
2-5-7 Himling						
2-5-7-4 Systemhimling - mineralull	Glassull	208	0,21	30	0,121	1
2-5-7-4 Systemhimling - mineralull	Glassull	357	0,36	30	0,121	1
2-6 Yttertak						
2-6-1 Dekker av betong						
Armering	Stål fra malm - 80% resirk	22367	22,37	88	0,121	238
Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	639053	639,05	88	0,121	6805
2-6-4 Isolasjon					0,121	
2-6-4-5 Polystyren (EPS, XPS)	Polystyren (EPS)	8460	8,46	296	0,121	303
2-6-6 Tekking					0,121	
2-6-6-11 2 lag asfaltpapp	Asfaltpapp	265	0,26	1060	0,121	34
2-6-6-11 2 lag asfaltpapp	Asfaltpapp	5448	5,45	1060	0,121	699
Påstøp på tak	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2030400	2030,40	18	0,121	4422
	Stål fra malm - 80% resirk	50760	50,76	505	0,121	3102
2-6-6-9 Plastfolie/dampspærre	Polyetylen	214	0,21	1060	0,121	27
2-7 Trapper og balkonger						
2-7-5-1 Tretrapper	Kobberimpregnert trelast	931	0,93	2385	0,121	269
2-7-6-1 Rekkverk av stål	Stål fra malm - 20% resirk	1894	1,89	250	0,121	57
Totalsum			5582,73	67366		43567

Tansport A4: TEK10-skolen

Konstruksjonsdel	Materiale	Kg materiale	Tonn materiale	A4, km	Utslippsfaktor-transport	
					kgCO2/tonnkm	kgCO2 A4
2-1 Bæresystemer						
Søyler av plasstøpt betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	131383	131,38	18	0,121	286
	Stål fra malm - 40% resirk	19340	19,34	505	0,121	1182
Bjelker av plasstøpt betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	172872	172,87	18	0,121	377
	Stål fra malm - 40% resirk	43538	43,54	505	0,121	2660
2-2 Grunn og fundamenter						
2-2-1 Plasstøpte fundamenter, ringmur ol.						
Kantbjelke	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	373404	373,40	18	0,121	813
	Stål fra malm - 80% resirk	12421	12,42	505	0,121	759
2-2-2 Plasstøpte bunnplater og gulv på grunnen						
	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	1120452	1120,45	18	0,121	2440
	Stål fra malm - 80% resirk	124516	124,52	505	0,121	7609
2-2-3 Isolasjon og tetting						
	Ekstrudert polystyren (XPS)	27232	27,23	296	0,121	975
	Propylen-membran	560	0,56	1060	0,121	72
2-2-5 Pelar						
Kalkcementpelar	Kalksementpelar	31687	31,69	18	0,121	69
Stålpelar	Stål fra malm - 40% resirk	31651	31,65	1500	0,121	5745
2-3 Yttervegg						
2-3-1 Plasstøpt betong						
Betongvegg						
	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	264874	264,87	18	0,121	577
	Stål fra malm - 80% resirk	13244	13,24	505	0,121	809
2-3-4 Lette yttervegger og utforing						
Klimavegg						
Konstruksjon	Norsk konstruksjonslast	33333	33,33	119	0,121	480
2-3-5 Isolasjon og tetting						
Isolasjon	Polystyren (EPS)	690	0,69	296	0,121	25
Isolasjon	Glassull	9540	9,54	1670	0,121	1928
Dampsperre	Propylen-membran	360	0,36	1060	0,121	46
Vindtetting	Gipsplater	22430	22,43	560	0,121	1520
2-3-7 Glassfelt						
Vindu						
	2-lags vindu	15873	15,87	109	0,121	209
	Norsk konstruksjonslast	1978	1,98	119	0,121	28
	Aluminiumsprofil, ekstrudert	407	0,41	119	0,121	6
2-3-8 Dører						
Dør						
	Aluminium, primær - 40% resirk	96	0,10	119	0,121	1
	Glass	155	0,16	119	0,121	2
	Aluminiumsprofil, ekstrudert	41	0,04	119	0,121	1
2-3-9 Innv. Kledning						
Overflatebehandling	Vannbasert maling	118	0,12	630	0,121	9
	Keramisk flis	278	0,28	2400	0,121	81
Innvendig overflate	Gipsplater	22213	22,21	560	0,121	1505
	Keramisk flis + Propylen-membran					
	Keramisk flis	969	0,97	2400	0,121	281
	Propylen-membran	61	0,06		0,121	
	Vannbasert maling	407	0,41	630	0,121	31
2-3-10 Utv. Kledning						
Fasade	Malt trekledning	4719	4,72	590	0,121	337
Fasade	Malt trekledning	11111	11,11	590	0,121	793
2-4 Innervegger						
2-4-1 Innervegger av betong						
Betongvegg						
Konstruksjon	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	391846	391,85	18	0,121	853
Armering	Stål fra malm - 80% resirk	19593	19,59	505	0,121	1197
Komplettering side 1	Murpuss	24300	24,30	2	0,121	6
Komplettering side 2	Avrettingsmasse	24696	24,70	2	0,121	6

Konstruksjonsdel	Materiale	Kg materiale	Tonn materiale	A4, km	Utslippsfaktor-transport	
					kgCO2/tonnkm	kgCO2 A4
2-4-3 Murte innervegger						
Konstruksjon	leca-vegg	27937	27,94	700	0,121	2366
2-4-3-4 Puss					0,121	
Komplettering side 1	Murpuss	5634	5,63	2	0,121	1
Komplettering side 2	Avrettingsmasse	5236	5,24	2	0,121	1
2-4-4 Lette innervegger og utforing						
Konstruksjon	Norsk konstruksjonslast	15000	15,00	119	0,121	216
2-4-5 Isolasjon						
Isolasjon	Steinull / Rock wool	26667	26,67	3	0,121	10
2-4-8 Dører						
Dør						
Dørblad	PVC-membran/tettesjikt	1053	1,05	990	0,121	126
	Fiberbord Medium Tetthet	1016	1,02	990	0,121	122
Karm	Norsk konstruksjonslast	6213	6,21	990	0,121	744
2-4-9 Kledning						
Kledning	Gipsplater	19860	19,86	560	0,121	1346
	Gipsplater	158430	158,43	560	0,121	10735
Overflatebehandling	Keramisk flis	1534	1,53	3400	0,121	631
	Propylen-membran	1923	1,92		0,121	
Overflatebehandling	Keramisk flis	220	0,22	3400	0,121	90
	Propylen-membran	13	0,01		0,121	
Overflatebehandling	Keramisk flis	991	0,99	3400	0,121	408
	Propylen-membran	59	0,06		0,121	
	Vannbasert maling	2437	2,44	630	0,121	186
	Oljemaling	381	0,38	630	0,121	29
	Vannbasert maling	138	0,14	630	0,121	11
	Oljemaling	20	0,02	630	0,121	2
Komplettering side 1	Vannbasert maling	620	0,62	630	0,121	47
Komplettering side 2	Oljemaling	100	0,10	630	0,121	8
2-5 Dekker						
2-5-2 Betongelementer						
	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	1880234	1880,23	88	0,121	20021
	Stål fra malm - 80% resirk	94059	94,06	88	0,121	1002
2-5-4 Isolasjon og tetting						
Isolasjon	Steinull / Rock wool	4401	4,40	3	0,121	2
2-5-6 Gulv						
Gulv						
	Parkett	2568	2,57	590	0,121	183
	Vinyl	12346	12,35	1800	0,121	2689
	Keramisk flis	5392	5,39	3400	0,121	2218
Påstøp 50mm betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	709574	709,57	18	0,121	1545
Armering	Stål fra malm - 80% resirk	14737	14,74	505	0,121	900
Avretting	Sparkelmasse	3370	3,37	2	0,121	1
2-5-7 Himling						
Himling						
	Gipsplater	27326	27,33	560	0,121	1852
	Steinull / Rock wool	381	0,38	30	0,121	1
	Vannbasert maling	1542	1,54	630	0,121	118
Himling	Gipsplater	14383	14,38	560	0,121	975
	Steinull / Rock wool	201	0,20	30	0,121	1
	Vannbasert maling	811	0,81	630	0,121	62
2-6 Yttertak						
2-6-2 Betongelementer						
	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	1195085	1195,09	88	0,121	12725
	Stål fra malm - 80% resirk	59754	59,75	88	0,121	636
2-6-4 Isolasjon						
Isolasjon	Steinull / Rock wool	32661	32,66	3	0,121	12
2-6-6 Tekking						
Dampspørre	Propylen-membran	559	0,56	1060	0,121	72
Membran	Asfaltapp	10729	10,73	1060	0,121	1376
Tekking	Asfaltapp	34080	34,08	1060	0,121	4371
2-7 Trapper og balkonger						
2-7-4 Ståltrapp	Stålseksjon av varmrullet stål	12417	12,42	250	0,121	376
Totalsum			6977,34	48618		97430

Transport A4: TEK10-flerbrukshall

Konstruksjonsdel	Materiale	Kg materiale	Tonn materiale	A4, km	Utslippsfaktor transportmiddel	
					kgCO2/tonnkm	kgCO2 A4
2-1 Bæresystemer						
Bæresystemer	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	129668,00	129,67	18	0,121	282,42
Bæresystemer	Stål fra malm - 40% resirk	46749,00	46,75	505	0,121	2856,60
2-2 Grunn og fundamenter						
Grunn og fundamenter	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	1000692,00	1000,69	18	0,121	2179,51
Grunn og fundamenter	Stål fra malm - 80% resirk	88950,00	88,95	505	0,121	5435,29
Grunn og fundamenter	Ekstrudert polystyren (XPS)	17373,00	17,37	296	0,121	622,23
Grunn og fundamenter	Propylen-membran	357,00	0,36	1060	0,121	45,79
Grunn og fundamenter	Vinyl	4765,33	4,77	1800	0,121	1037,89
2-3 Yttervegger						
Yttervegg	Aluminiumsprofil, ekstrudert	32,67	0,03	109	0,121	0,43
Yttervegg	Stålsesjon av varmrullet stål	227,33	0,23	109	0,121	3,00
Yttervegg	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	482688,00	482,69	18	0,121	1051,29
Yttervegg	Norsk konstruksjonslast	3143,00	3,14	119	0,121	45,26
Yttervegg	Stål fra malm - 80% resirk	24134,00	24,13	505	0,121	1474,71
Yttervegg	Malt trekledning	12377,00	12,38	591	0,121	885,09
Yttervegg	Hullteglfasade	36873,00	36,87	700	0,121	3123,14
Yttervegg	2-lags vindu	600,00	0,60	109	0,121	7,91
Yttervegg	Glassull	904,00	0,90	1670	0,121	182,67
Yttervegg	Steinull / Rock wool	1508,00	1,51	3	0,121	0,55
Yttervegg	Gipsplater	7753,33	7,75	560	0,121	525,37
Yttervegg	Propylen-membran	46,33	0,05	1060	0,121	5,94
Yttervegg	Keramisk flis	601,00	0,60	3400	0,121	247,25
Yttervegg	Vannbasert maling	246,00	0,25	630	0,121	18,75
Yttervegg	Oljemaling	2,67	0,00	630	0,121	0,20
2-4 Innervegger						
Innervegg	Aluminiumsprofil, ekstrudert - dørkarm	504,75	0,50	109	0,121	6,66
Innervegg	Stålsesjon av varmrullet stål - dør	960,25	0,96	109	0,121	12,66
Innervegg	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	10331,00	10,33	18	0,121	22,50
Innervegg	Stålstendere- Stål fra malm - 40% resirk	72,50	0,07	995	0,121	8,73
Innervegg	Stål fra malm - 80% resirk	517,00	0,52	505	0,121	31,59
Innervegg	leca-vegg	65936,00	65,94	700	0,121	5584,78
Innervegg	Steinull / Rock wool	342,00	0,34	3	0,121	0,12
Innervegg	Gipsplater	3077,50	3,08	560	0,121	208,53
Innervegg	Propylen-membran	25,75	0,03	1060	0,121	3,30
Innervegg	Keramisk flis	1088,25	1,09	3400	0,121	447,71
Innervegg	Vannbasert maling	425,25	0,43	630	0,121	32,42
Innervegg	Oljemaling	32,25	0,03	630	0,121	2,46
Innervegg	Innvendig kledning	393,50	0,39	560	0,121	26,66
Innervegg	Murpuss	13490,00	13,49	2	0,121	3,26
Innervegg	Avretingsmasse	13490,00	13,49	2	0,121	3,26
2-6 Yttertak						
Yttertak	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	524172,00	524,17	88	0,121	5581,38
Yttertak	Stål fra malm - 80% resirk	26209,00	26,21	88	0,121	279,07
Yttertak	Steinull / Rock wool	21991,00	21,99	3	0,121	7,98
Yttertak	Gipsplater	5575,25	5,58	560	0,121	377,78
Yttertak	Propylen-membran	357,00	0,36	1060	0,121	45,79
Yttertak	Asfaltapp	25482,00	25,48	1060	0,121	3268,32
Yttertak	Vannbasert maling	347,25	0,35	630	0,121	26,47
Yttertak	Innvendig kledning	335,75	0,34	560	0,121	22,75
2-7 Trapper og balkonger						
Trapper og balkonger	Stålsesjon av varmrullet stål	129,00	0,13	250	0,121	3,90
			2574,97	27997	36039,40	

Vedlegg 4: Utskifting B4

Utskifting B4: Passivhus-skolen

Konstruksjon	Mengde (kg)	Material	Densitet kg/m3	Utslippsfaktor kg CO2-ekv./kg	Levetid	Utslipp år 0	Ant. Utskiftinger	Material utslipp B4 kg CO2-ekv. (B4;A1-A3)	Km	km totalt utskifting	tonn	kgCO2/tonnkm	Transport B4;A4, kgCO2-ekv.	km avfalls-handtering	km total utskifting	Transport til gjenvinning B4 kgCO2-ekv.
2-3 Yttervegger																
2-3-7 Glassfelt																
2-3-7-1 Vinduer av tre	368	3-lags vindu	30	56,90	25	20956,63	2	41913,27	109,00	218,00	0,37	0,12	10	35,00	70,00	3,12
2-3-8 Dører																
2-3-8-1 Dør av aluminium og glass	2775	Glass + aluminium	2500	0,91	30	2525,08	1	2525,08	109,00	109,00	2,77	0,12	37	35,00	35,00	11,75
2-3-8-2 Dør av stål	110	Stål fra malm	7700	2,89	30	317,77	1	317,77	990,00	990,00	0,11	0,12	13	480,00	480,00	6,39
	18	Steinull / Rock wool	30	1,14	30	20,28	1	20,28	990,00	990,00	0,02	0,12	2	19,00	19,00	0,04
2-3-9 Innv. Kledning																
2-3-9-1 Gipsplater	26239	Gipsplater	900	0,21	20	5615,10	2	11230,19	560,00	1120,00	26,24	0,12	3556	560,00	1120,00	3555,88
2-3-9-3 Kryssfinerplater	24220	Gipsplater	900	0,21	20	5183,17	2	10366,33	370,00	740,00	24,22	0,12	2169	560,00	1120,00	3282,35
2-3-10 Utv. Kledning																
2-3-10-2 Trepanel	24669	Tre	500	0,03	30	641,39	1	641,39	590,00	590,00	24,67	0,12	1761	10,00	10,00	29,85
2-3-10-2 Trepanel	5345	Tre	500	0,03	30	138,96	1	138,96	590,00	590,00	5,34	0,12	382	10,00	10,00	6,47
2-4 Innervegger																
2-4-4 Lette innervegger og utføring																
2-4-4-1 Bindingsverk av stål tynnplateprofiler	19967	Stål fra malm	7700	2,41	30	48121,10	1	48121,10	995	995,00	19,97	0,12	2404	480,00	480,00	1159,70
	3123	Stål fra malm	7700	2,41	30	7525,67	1	7525,67	995	995,00	3,12	0,12	376	480,00	480,00	181,37
	359	Stål fra malm	7700	2,41	30	864,40	1	864,40	995	995,00	0,36	0,12	43	480,00	480,00	20,83
	291	Stål fra malm	7700	2,41	30	700,27	1	700,27	995	995,00	0,29	0,12	35	480,00	480,00	16,88
	248	Stål fra malm	7700	2,41	30	597,15	1	597,15	995	995,00	0,25	0,12	30	480,00	480,00	14,39
	1114	Stål fra malm	7700	2,41	30	2685,39	1	2685,39	995	995,00	1,11	0,12	134	480,00	480,00	64,72
2-4-5 Isolasjon																
2-4-5-1 Isolasjon av mineralull: glassull	416	Glassull	20	2,77	30	1154,22	1	1154,22	1670	1670,00	0,42	0,12	84	35,00	35,00	1,76
	395	Glassull	20	2,77	30	1094,91	1	1094,91	1670	1670,00	0,39	0,12	80	35,00	35,00	1,67
	3184	Glassull	20	2,77	30	8826,89	1	8826,89	1670	1670,00	3,18	0,12	643	35,00	35,00	13,49
	126	Glassull	20	2,77	30	347,95	1	347,95	1670	1670,00	0,13	0,12	25	35,00	35,00	0,53
	76	Glassull	20	2,77	30	211,90	1	211,90	1670	1670,00	0,08	0,12	15	35,00	35,00	0,32
	291	Glassull	20	2,77	30	806,26	1	806,26	1670	1670,00	0,29	0,12	59	35,00	35,00	1,23
2-4-7 Glassfelt																
2-4-7-1 Glassfronter (dør- og moteromsfront)	3874	Glass	2500	0,91	15	3525,10	3	10575,30	109,00	327,00	3,87	0,12	153	35,00	105,00	49,22
Karm	5844	Tre	500	0,03	15	151,94	3	455,83	109,00	327,00	5,84	0,12	231	10,00	30,00	21,21
	6139	Tre	500	0,03	15	184,18	3	552,54	990,00	2970,00	6,14	0,12	2206	10,00	30,00	22,29
2-4-8 Dører																
	3683	Tre	500	0,03	15	110,475	3	331,43	990	2970,00	3,68	0,12	1323	10,00	30,00	13,37
	2	Glass	2500	0,91	15	2,20	3	6,61	109	327,00	0,00	0,12	0	35,00	105,00	0,03
	7953	Tre	500	0,03	15	206,77	3	620,31	109	327,00	7,95	0,12	315	10,00	30,00	28,87
2-4-9 Kledning																
2-4-9-1 Gipsplater	75263	Gipsplater	900	0,21	15	16106,25	3	48318,74	560	1680,00	75,26	0,12	15299	560,00	1680,00	15299,43
2-4-9-2 Branngipsplater	67186	Gipsplater	900	0,21	15	14377,80	3	43133,41	560	1680,00	67,19	0,12	13658	560,00	1680,00	13657,57
2-4-9-4 Kryssfinerplater	41151	OSB-plate	620	0,74	15	30286,93	3	90860,78	370	1110,00	41,15	0,12	5527	10,00	30,00	149,38
2-4-9-8 Keramisk flis	45649	Keramisk flis	1900	0,48	15	21911,39	3	65734,18	3400	10200,00	45,65	0,12	56340	19,00	57,00	314,84
2-4-9-6 Trepanel-inne	9887	Tre	500	0,03	15	257,07	3	771,20	590	1770,00	9,89	0,12	2118	10,00	30,00	35,89
	39690	Tre	500	0,03	15	1031,94	3	3095,81	590	1770,00	39,69	0,12	8500	10,00	30,00	144,07
2-5 Dekker																
2-5-6 Gulv																
2-5-6-1 Plastfolie	5343	Polyetylen	950	1,84	25	9831,98	2	19663,95	1060	2120,00	5,34	0,12	1371	200,00	400,00	258,62
2-5-6-4 Gulvsponplater (22 mm)	1479	Sponplater	691	0,88	25	1293,90	2	2587,80	370	740,00	1,48	0,12	132	19,00	38,00	6,80
2-5-6-5 Massiv parkett - eik	1067	Parkett	517	0,24	25	258,98	2	517,96	591	1182,00	1,07	0,12	153	10,00	20,00	2,58
2-5-6-8 Linoleum	16104	Linoleum	2	2,01	25	32288,52	2	64577,04	1800	3600,00	16,10	0,12	7015	19,00	38,00	74,05
2-5-6-9 Vinyl	1394	Vinyl	1200	3,19	25	4448,14	2	8896,27	1800	3600,00	1,39	0,12	607	19,00	38,00	6,41
2-5-6-11 Keramisk flis	120	Keramisk flis	1900	0,48	25	57,46	2	114,91	3400	6800,00	0,12	0,12	98	19,00	38,00	0,55
2-5-7 Himling																
2-5-7-2 Systemhimling – gips	6410	Gips	650	0,24	15	1557,67	3	4673,01	560	1680,00	6,41	0,12	1303	560,00	1680,00	1303,06
2-5-7-4 Systemhimling - mineralull	108	Glassull	20	2,77	15	300,48	3	901,45	30	90,00	0,11	0,12	1	35,00	105,00	1,38
	318	Glassull	20	2,77	15	880,83	3	2642,49	30	90,00	0,32	0,12	3	35,00	105,00	4,04
	2826	Glassull	20	2,77	15	7833,26	3	23499,77	30	90,00	2,83	0,12	31	35,00	105,00	35,90
	5947	Glassull	20	2,77	15	16486,05	3	49458,16	30	90,00	5,95	0,12	65	35,00	105,00	75,56
	303	Glassull	20	2,77	15	840,47	3	2521,41	30	90,00	0,30	0,12	3	35,00	105,00	3,85
	87	Glassull	20	2,77	15	241,94	3	725,82	30	90,00	0,09	0,12	1	35,00	105,00	1,11
	88	Glassull	20	2,77	15	244,60	3	733,80	30	90,00	0,09	0,12	1	35,00	105,00	1,12
	759	Glassull	20	2,77	15	2102,84	3	6308,52	30	90,00	0,76	0,12	8	35,00	105,00	9,64
2-6 Yttertak																
2-6-6 Tekking																
2-6-6-11 2 lag asfaltapp	12956	Asfaltapp	1150	0,83	30	10701,25	1	10701,25	1060	1060,00	12,96	0,12	1662	19,00	19,00	29,78
2-6-6-11 2 lag asfaltapp	3997	Asfaltapp	1150	0,83	30	3301,86	1	3301,86	1060	1060,00	4,00	0,12	513	19,00	19,00	9,19
2-6-6-11 2 lag asfaltapp	813	Asfaltapp	1150	0,83	30	671,31	1	671,31	1060	1060,00	0,81	0,12	104	19,00	19,00	1,87
2-8 Overflatebehandling																
2-8-1-2 Akrylmaling	406	Vannbasert maling	1100	2,54	15	1031,62	3	3094,86	627,00	627,00	0,41	0,12	31	560,00	1680,00	82,56
Totalsum								610137		71044	480		130631			40017

Utskifting B4: Passivhus-flerbrukshallen

Konstruksjonsdel	Materiale	Kg materiale	Tonn materiale	Utslipp, startår	Ant. Utskiftninger	Material utslipp B4 kg CO2-ekv. (B4:a1-A3)	km (A4)	Total km utskifting	Utslippsfaktor transportmiddel kgCO2/tonnkm	Transport B4;A4, kgCO2-ekv.	km avfalls-handtering	km total avfalls-handtering	kgCO2-ekv. transport til avfalls-handtering
2-3 Yttervegger													
2-3-10 Utv. Kledning													
2-3-10-2 Trepanel	Tre	411,15	0,41	10,69	1	10,69	590,00	590,00	0,12	29,35	10,00	10,00	0,50
2-3-7 Glassfelt													
2-3-7-10 Beslag - av stål- oppgis i m ³	Stål fra skrap, generell	382,68	0,38	179,86	2	359,72	109,00	218,00	0,12	10,09	480,00	960,00	0,00
2-3-8 Dører													
2-3-8-2 Dør av stål	Stål fra malm	38,07	0,04	110,02	1	110,02	990,00	990,00	0,12	4,56	480,00	480,00	0,00
2-3-8-2 Dør av stål	Stål fra malm	215,48	0,22	622,73	1	622,73	990,00	990,00	0,12	25,81	480,00	480,00	12,51
2-3-9 Innv. Kledning													
2-3-9-3 Kryssfinerplater	Kryssfiner (plywood)	534,76	0,53	240,64	2	481,28	370,00	740,00	0,12	47,88	10,00	20,00	1,29
2-4 Innervegger													
2-4-4 Lette innvegger og utforing													
2-4-4-1 Bindingsverk av stål tynnplateprofiler	Stål fra malm	2291,55	2,29	6622,58	1	6622,58	995,00	995,00	0,12	275,89	480,00	480,00	0,00
2-4-4-1 Bindingsverk av stål tynnplateprofiler	Stål fra malm	282,22	0,28	815,62	1	815,62	995,00	995,00	0,12	33,98	480,00	480,00	133,09
Bindingsverk av tre	Norsk konstruksjonslast	127,50	0,13	7,65	1	7,65	119,00	119,00	0,12	1,84	10,00	10,00	0,15
Utforing/utlektning	Norsk konstruksjonslast	63,50	0,06	3,81	1	3,81	119,00	119,00	0,12	0,91	10,00	10,00	0,08
2-4-5 Isolasjon													
2-4-5-1 Isolasjon av mineralull: glassull	Glassull	33,56	0,03	93,03	1	93,03	1670,00	1670,00	0,12	6,78	35,00	35,00	0,14
2-4-5-1 Isolasjon av mineralull: glassull	Glassull	18,11	0,02	50,21	1	50,21	1670,00	1670,00	0,12	3,66	35,00	35,00	0,08
2-4-5-1 Isolasjon av mineralull: glassull	Glassull	47,53	0,05	131,74	1	131,74	1670,00	1670,00	0,12	9,60	35,00	35,00	0,20
2-4-7 Glassfelt													
Glass	Glass	107,51	0,11	97,83	3	293,49	109,00	327,00	0,12	4,25	35,00	105,00	1,37
2-4-8 Dører													
Dører av tre	Kobberimpregnet trelast	90,58	0,09	6,25	3	18,75	990,00	2970,00	0,12	32,55	10,00	30,00	0,33
Dører av tre	Kobberimpregnet trelast	31,45	0,03	2,17	3	6,51	990,00	2970,00	0,12	11,30	10,00	30,00	0,11
Dører av tre	Kobberimpregnet trelast	424,78	0,42	29,31	3	87,93	990,00	2970,00	0,12	152,65	10,00	30,00	1,54
Dører av tre	Kobberimpregnet trelast	33,33	0,03	2,30	3	6,90	990,00	2970,00	0,12	11,98	10,00	30,00	0,12
Dører av tre	Kobberimpregnet trelast	21,59	0,02	1,49	3	4,47	990,00	2970,00	0,12	7,76	10,00	30,00	0,08
Dører av tre	Kobberimpregnet trelast	51,30	0,05	3,54	3	10,62	990,00	2970,00	0,12	18,44	10,00	30,00	0,19
Dører av tre + glass	Kobberimpregnet trelast	8,26	0,01	0,57	3	1,71	990,00	2970,00	0,12	2,97	10,00	30,00	0,03
Dører av tre + glass	Kobberimpregnet trelast	4,06	0,00	0,28	3	0,84	990,00	2970,00	0,12	1,46	10,00	30,00	0,01
Kammer av tre	Tre	210,77	0,21	5,48	3	16,44	990,00	2970,00	0,12	75,74	10,00	30,00	0,77
Gerikter av tre	Tre	394,62	0,39	10,26	3	30,78	990,00	2970,00	0,12	141,81	10,00	30,00	1,43
Gerikter av tre	Tre	35,00	0,04	0,91	3	2,73	990,00	2970,00	0,12	12,58	10,00	30,00	0,13
2-4-9 Kledning													
2-4-9-1 Gipsplater	Gipsplater	1612,01	1,61	344,97	3	1034,91	560,00	1680,00	0,12	327,69	560,00	1680,00	327,69
2-4-9-2 Branngipsplater	Gipsplater	12559,07	12,56	2687,64	3	8062,92	560,00	1680,00	0,12	2553,01	560,00	1680,00	2553,01
2-4-9-4 Kryssfinerplater	Kryssfiner (plywood)	6056,62	6,06	2725,48	3	8176,44	370,00	1110,00	0,12	813,46	10,00	30,00	21,99
2-4-9-6 Trepanel-inne	Tre	923,08	0,92	24,00	3	72,00	590,00	1770,00	0,12	197,70	10,00	30,00	3,35
2-4-9-6 Trepanel-inne	Tre	5299,62	5,30	137,79	3	413,37	590,00	1770,00	0,12	1135,02	10,00	30,00	19,24
2-4-9-8 Keramisk flis	Keramisk flis	12083,02	12,08	5799,85	3	17399,55	3400,00	10200,00	0,12	14912,86	19,00	57,00	83,34
2-5 Dekker													
2-5-6 Gulv													
2-5-6-11 Keramisk flis	Keramisk flis	3219,94	3,22	1545,57	2	3091,14	3400,00	6800,00	0,12	2649,36	19,00	38,00	14,81
2-5-6-5 Massiv parkett - eik	Parkett	19848,17	19,85	4817,15	2	9634,30	590,00	1180,00	0,12	2833,92	10,00	20,00	48,03
2-5-6-8 Linoleum	Linoleum	765,30	0,77	1534,43	2	3068,86	1800,00	3600,00	0,12	333,37	19,00	38,00	3,52
2-5-6-8 Linoleum	Linoleum	40,77	0,04	81,74	2	163,48	1800,00	3600,00	0,12	17,76	19,00	38,00	0,19
2-5-6-9 Vinyl	Vinyl	147,60	0,15	470,84	2	941,68	1800,00	3600,00	0,12	64,29	19,00	38,00	0,68
2-5-7 Himling													
2-5-7-4 Systemhimling - mineralull	Glassull	207,92	0,21	576,35	3	1729,05	30,00	90,00	0,12	2,26	35,00	105,00	2,64
2-5-7-4 Systemhimling - mineralull	Glassull	356,70	0,36	988,77	3	2966,31	30,00	90,00	0,12	3,88	35,00	105,00	4,53
2-6 Yttertak													
2-6-6 Tekking													
2-6-6-11 2 lag asfaltapp	Asfaltapp	264,90	0,26	218,81	1	218,81	1060,00	1060,00	0,12	33,98	19,00	19,00	0,61
2-6-6-11 2 lag asfaltapp	Asfaltapp	5448,24	5,45	4500,25	1	4500,25	1060,00	1060,00	0,12	698,79	19,00	19,00	12,53
Totalsum			74,69			71263,32		83053,00		27501,23			3313,35

Utskifting B4: TEK10-skolen

Konstruksjonsdel	Materiale	Kg materiale	Tonn materiale	Utslipp, startår	Ant. Utskiftninger	Material utslipp B4 kg CO2-ekv. (B4:a1-A3)	Total km utskifting	Utslippsfaktor transportmiddel kgCO2/tonnkm	Transport B4:A4, kgCO2-ekv.	km avfalls-handtering	km total avfalls-handtering	kgCO2-ekv. transport til avfalls-handtering	
2-3 Yttervegg													
2-3-7 Glassfelt													
Vindu	2-lags vindu	15873	15,87	24759	2,00	49518,67	109	218	0,121	419	35	70	134
	Norsk konstruksjonslast	1978	1,98	119	2,00	237,33	119	238	0,121	57	10	20	5
	Aluminiumsprofil, ekstrudert	407	0,41	997	2,00	1994,00	119	238	0,121	12	480	960	47
2-3-8 Dører													
Dør	Aluminium, primær - 40% resirk	96	0,10	588	1,00	587,50	119	119	0,121	1	480	480	6
	Glass	155	0,16	141	1,00	141,00	119	119	0,121	2	35	35	1
	Aluminiumsprofil, ekstrudert	41	0,04	100	1,00	100,00	119	119	0,121	1	480	480	2
2-3-9 Innv. Kledning													
Overflatebehandling	Vannbasert maling	118	0,12	300,00	2,00	600,00	630	1260	0,121	18	560	1120	16
	Keramisk flis	278	0,28	133,33	2,00	266,67	2400	4800	0,121	161	19	38	1
Innvendig overflate	Gipsplater	22213	22,21	4753,67	2,00	9507,33	560	1120	0,121	3010	560	1120	3010
	Keramisk flis + Propylen-membran					0,00		0	0,121	0		0	0
	Keramisk flis	969	0,97	465,00	2,00	930,00	2400	4800	0,121	563	19	38	4
	Propylen-membran	61	0,06	196,00	2,00	392,00		0	0,121	0	19	38	0
	Vannbasert maling	407	0,41	1033,33	2,00	2066,67	630	1260	0,121	62	560	1120	55
2-3-10 Utv. Kledning													
Fasade	Malt trekledning	4719	4,72	807,00	1,00	807,00	590	590	0,121	337	10	10	6
Fasade	Malt trekledning	11111	11,11	2850,00	1,00	2850,00	590	590	0,121	793	10	10	13
2-4 Innervegger													
2-4-4 Lette innervegger og utføring													
Konstruksjon	Norsk konstruksjonslast	15000	15,00	900,00	1,00	900,00	119	119	0,121	216	10	10	18
2-4-5 Isolasjon													
Isolasjon	Steinull / Rock wool	26667	26,67	30294,00	1,00	30294,00	3	3	0,121	10	19	19	61
2-4-8 Dører													
Dør	PVC-membran/tettesjikt	1053	1,05	3370	3,00	10108,50	990	2970	0,121	378	200	600	76
	Fiberbord Medium Tetthet	1016	1,02	396	3,00	1188,75	990	2970	0,121	365	10	30	4
Karm	Norsk konstruksjonslast	6213	6,21	373	3,00	1118,25	990	2970	0,121	2233	10	30	23
2-4-9 Kledning													
Kledning	Gipsplater	19860	19,86	4250,00	3,00	12750,00	560	1680	0,121	4037	560	1680	4037
	Gipsplater	158430	158,43	33904,00	3,00	101712,00	560	1680	0,121	32206	560	1680	32206
Overflatebehandling	Keramisk flis	1534	1,53	1853,86	3,00	5561,58	3400	10200	0,121	1893	19	57	11
	Propylen-membran	1923	1,92	736,14	3,00	2208,42		0	0,121	0	19	57	13
Overflatebehandling	Keramisk flis	220	0,22	105,58	3,00	316,73	3400	10200	0,121	271	19	57	2
	Propylen-membran	13	0,01	41,92	3,00	125,77		0	0,121	0	19	57	0
Overflatebehandling	Keramisk flis	991	0,99	475,81	3,00	1427,44	3400	10200	0,121	1223	19	57	7
	Propylen-membran	59	0,06	188,94	3,00	566,81		0	0,121	0	19	57	0
	Vannbasert maling	2437	2,44	6188,75	3,00	18566,25	630	1890	0,121	557	19	57	17
	Oljemaling	381	0,38	1432,50	3,00	4297,50	630	1890	0,121	87	19	57	3
	Vannbasert maling	138	0,14	350,00	3,00	1050,00	630	1890	0,121	32	19	57	1
	Oljemaling	20	0,02	75,00	3,00	225,00	630	1890	0,121	5	19	57	0
Komplettering side 1	Vannbasert maling	620	0,62	1575,00	3,00	4725,00	630	1890	0,121	142	19	57	4
Komplettering side 2	Oljemaling	100	0,10	375,00	3,00	1125,00	630	1890	0,121	23	19	57	1
2-5 Dekker													
2-5-6 Gulv													
Gulv	Parkett	2568	2,57	623,33	2,00	1246,67	590	1180	0,121	367	10	20	6
	Vinyl	12346	12,35	39383,67	2,00	78767,33	1800	3600	0,121	5378	19	38	57
	Keramisk flis	5392	5,39	2588,33	2,00	5176,67	3400	6800	0,121	4437	19	38	25
2-5-7 Himling													
Himling	Gipsplater	27326	27,33	5847,75	3,00	17543,25	560	1680	0,121	5555	560	1680	5555
	Steinull / Rock wool	381	0,38	432,50	3,00	1297,50	30	90	0,121	4	19	57	3
	Vannbasert maling	1542	1,54	3915,25	3,00	11745,75	630	1890	0,121	353	560	1680	313
Himling	Gipsplater	14383	14,38	3078,00	3,00	9234,00	560	1680	0,121	2924	560	1680	2924
	Steinull / Rock wool	201	0,20	228,25	3,00	684,75	30	90	0,121	2	19	57	1
	Vannbasert maling	811	0,81	2060,75	3,00	6182,25	630	1890	0,121	186	560	1680	165
2-6 Yttertak													
2-6-6 Tekking													
Membran	Asfaltapp	10729	10,73	8862,50	1,00	8862,50	1060	1060	0,121	1376	19	19	25
Tekking	Asfaltapp	34080	34,08	28150,00	1,00	28150,00	1060	1060	0,121	4371	19	19	78
			405			437156		90823		74065			48936

Utsifting B4: TEK10-flerbrukshallen

Konstruksjonsdel	Materiale	Utslipp,			Material utslipp B4			Utslippsfaktor transportmiddel kgCO2/tonnkm	Transport B4;A4, kgCO2-ekv.	km avfalls- handtering	km total avfalls- handtering	kgCO2-ekv. transport til avfalls-handtering	
		Kg materiale	Tonn materiale	startår	Ant. Utsiftingninger	A3	km (A4)						Total km utskifting
2-1 Grunn og fundamenter													
Grunn og fundamenter	Vinyl	4765,33	4,77	15201,00	2	30402,00	1800	3600	0,121	2075,78	19	38	21,91
2-3 Yttervegg													
Yttervegg	Aluminiumsprofil, ekstrudert	32,67	0,03	79,67	2	159,33	109	218	0,121	0,86	480	960	3,79
Yttervegg	Stålseksjon av varmrullet stål	227,33	0,23	257,33	2	514,67	109	218	0,121	6,00	480	960	26,41
Yttervegg	Malt trekledning	6188,50	6,19	1058,50	1	1058,50	591	591	0,121	442,55	10	10	7,49
Yttervegg	2-lags vindu	600,00	0,60	939,67	2	1879,33	109	218	0,121	15,83	35	70	5,08
Yttervegg	Gipsplater	7753,33	7,75	1659,33	2	3318,67	560	1120	0,121	1050,73	560	1120	1050,73
Yttervegg	Propylen-membran	46,33	0,05	149,33	2	298,67	1060	2120	0,121	11,89	19	38	0,21
Yttervegg	Keramisk flis	601,00	0,60	288,67	2	577,33	3400	6800	0,121	494,50	19	38	2,76
Yttervegg	Vannbasert maling	246,00	0,25	624,67	2	1249,33	630	1260	0,121	37,51	560	1120	33,34
Yttervegg	Oljemaling	2,67	0,00	10,33	2	20,67	630	1260	0,121	0,41	560	1120	0,36
2-4 Innervegg													
Innervegg	Aluminiumsprofil, ekstrudert - dørkarm	504,75	0,50	1237,75	3	3713,25	109	327	0,121	19,97	480	1440	87,95
Innervegg	Stålseksjon av varmrullet stål - dør	960,25	0,96	1087,00	3	3261,00	109	327	0,121	37,99	480	1440	167,31
Innervegg	Stålstendere- Stål fra malm - 40% resirk	72,50	0,07	154,00	1	154,00	995	995	0,121	8,73	480	480	4,21
Innervegg	Steinull / Rock wool	342,00	0,34	388,50	1	388,50	3	3	0,121	0,12	19	19	0,79
Innervegg	Gipsplater	3077,50	3,08	658,50	3	1975,50	560	1680	0,121	625,59	560	1680	625,59
Innervegg	Propylen-membran	25,75	0,03	83,00	3	249,00	1060	3180	0,121	9,91	19	57	0,18
Innervegg	Keramisk flis	1088,25	1,09	522,25	3	1566,75	3400	10200	0,121	1343,12	19	57	7,51
Innervegg	Vannbasert maling	425,25	0,43	1080,25	3	3240,75	630	1890	0,121	97,25	560	1680	86,44
Innervegg	Oljemaling	32,25	0,03	121,25	3	363,75	630	1890	0,121	7,38	560	1680	6,56
Innervegg	Innvendig kleddning	393,50	0,39	15,25	3	45,75	560	1680	0,121	79,99	560	1680	79,99
2-6 Yttertak													
Yttertak	Gipsplater	5575,25	5,58	1193,00	3	3579,00	560	1680	0,121	1133,34	560	1680	1133,34
Yttertak	Asfaltpapp	25482,00	25,48	21048,00	1	21048,00	1060	1060	0,121	3268,32	19	19	58,58
Yttertak	Vannbasert maling	347,25	0,35	882,00	3	2646,00	630	1890	0,121	79,41	560	1680	70,59
Yttertak	Innvendig kleddning	335,75	0,34	13,00	3	39,00	560	1680	0,121	68,25	560	1680	68,25
Totalsum			59,13			81748,75		45887,00		10915,42			3549,38

Vedlegg 5: Investeringskostnad passivhus-skolen

Passivhus-skole investeringskostnad

Konstruksjon	Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m3	Mengde	Enhet	Nr i prisbok	Navn fra prisbok	Enhet	Enhetspris	Pris	
2-1 Bæresystemer															
2-1-1 Søylar av plasstøpt betong															
2-1-1-2 Armering	1.		167			Stål fra maln - 80% resirk	7700			02.2.2.1.0300	Armering i søylar	kg	kr	19,00	kr 3 165,96
2-1-1-3 Betong	1.	B35	1,309	m3	1	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400			02.2.2.1.0400	Betong i søylar, B30	m3	kr	2 076,00	kr 2 717,48
										02.2.2.1.0100	Forskaling av søyle, rektangulær	m2	kr	1 100,00	kr 9 979,20
	1.	B45 700x800 1stk.	0,672	m3	1	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400			02.2.2.1.0410	Betong i søylar, B45	m3	kr	2 196,00	kr 1 475,71
										02.2.2.1.0100	Forskaling av søyle, rektangulær	m2	kr	1 100,00	kr 1 056,00
Sum 2-1-1 Søylar av plasstøpt betong															
2-1-3 Betongelementer															
2-1-3-1 Søylar av prefab. Betong	1.	2 stk. B45 D400	0,5024	m2	8,85	m	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400		02.2.2.2.0330	Prefab betongsøyle, Ø = 400 mm, inkl skjulte konsoller	m	kr	3 232,00	kr 28 603,20
2-1-3-2 Bjelker av prefab. Betong	1.	2 stk. 400x1,38,400x1,2	0,48	m2	9,85	m	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400		02.2.3.2.0120	Prefab betongbjelke, rektangulær, 200 x 700 mm, inkl skjult bjelkenese	m	kr	2 218,00	kr 43 694,60
Sum 2-1-3 Betongelementer															
2-1-4 Bæresystemer av stål															
2-1-4-1 Stålsøylar															
2-1-4-1-1	1.	7 stk. S355J2H 200x8	0,00592	m2	35,14	m	Stål fra maln	7700	1601,82176	kg					
	1.	6 stk. S355J2H 250x12,5	0,0112	m2	28,4	m	Stål fra maln	7700	2449,216	kg					
	2.	8 stk. S355J2H 150x8	0,00432	m2	35,15	m	Stål fra maln	7700	1169,2296	kg					
	2.	3 stk. S355J2H 180x10	0,00646	m2	12,35	m	Stål fra maln	7700	614,3137	kg					
	2.	8 stk. S355J2H 180x10	0,00646	m2	31,11	m	Stål fra maln	7700	1547,47362	kg					
	3.	7 stk. S355J2H 150x10	0,00526	m2	27,05	m	Stål fra maln	7700	1095,5791	kg					
									8477,63378	kg	02.2.C.008	Stålsøylar, firkantformede hulprofiler	kr	44,00	kr 373 015,89
2-1-4-2 Stålbjelker															
2-1-4-2-1	1.	2 stk. HEA260	0,00643	m2	4,15	m	Stål fra maln	7700	205,47065	kg					
	1.	1 stk. HEA280	0,00973	m2	14,6	m	Stål fra maln	7700	1093,8466	kg					
	1.	2 stk. HEA300	0,0112	m2	16,9	m	Stål fra maln	7700	1457,456	kg					
	1.	3 stk. HEA450	0,0178	m2	34,44	m	Stål fra maln	7700	4720,3464	kg					
	1.	1 stk. HEA500	0,0198	m2	6,45	m	Stål fra maln	7700	983,367	kg					
	1.	1 stk. HEA600	0,0226	m2	12,12	m	Stål fra maln	7700	2109,1224	kg					
	2.	5 stk. HEA260	0,00643	m2	32,51	m	Stål fra maln	7700	1609,60261	kg					
	2.	1 stk. HEA300	0,0112	m2	11,35	m	Stål fra maln	7700	978,824	kg					
	2.	1 stk. HEA320	0,0124	m2	5,51	m	Stål fra maln	7700	526,0948	kg					
	2.	1 stk. HEA340	0,0133	m2	14,59	m	Stål fra maln	7700	1494,1619	kg					
	2.	3 stk. HEA450	0,0178	m2	34,43	m	Stål fra maln	7700	4718,9758	kg					
	2.	1 stk. HEA500	0,0198	m2	6,3	m	Stål fra maln	7700	960,498	kg					
	2.	1 stk. HEA600	0,0226	m2	12,08	m	Stål fra maln	7700	2102,1616	kg					
	2.	2 stk. HSQ300	0,02	m2	11,9	m	Stål fra maln	7700	1832,6	kg					
	3.	3 stk. HEA260	0,00643	m2	11,18	m	Stål fra maln	7700	553,53298	kg					
	3.	2 stk. HEA500	0,0198	m2	16,25	m	Stål fra maln	7700	2477,475	kg					
	3.	1 stk. HEB800	0,0334	m2	12,06	m	Stål fra maln	7700	3101,5908	kg					
	3.	1 stk. HEB900	0,0371	m2	13,36	m	Stål fra maln	7700	3816,5512	kg					
	3.	2 stk. IPE400	0,00845	m2	8,46	m	Stål fra maln	7700	550,4499	kg					
	3.	2 stk. IPE600	0,0156	m2	14,57	m	Stål fra maln	7700	1750,1484	kg					
									37042,27604	kg	02.2.C.010	Stålbjelker, HEA / HEB / IPE profiler	kr	38,00	kr 1 407 606,49
Sum 2-1-4 Bæresystemer av stål															
2-1-5 Bæresystem av tre															
2-1-5-1 Limtre søylar															
2-1-5-1-1	1.	7 stk. 260x260	49,64	m	0,0676	m2	Limtrebjelke	517			Limtresøyle, B x D = 260 x 270 mm	m	kr	1 879,00	kr 93 273,56
	1.	7 stk. 260x350	30,58	m	0,0912	m2	Limtrebjelke	517			Limtresøyle, B x D = 270 x 350 mm	m	kr	6 899,00	kr 210 971,42
	1.	5 stk. 260x400	21,79	m	0,1042	m2	Limtrebjelke	517			Limtresøyle, B x D = 270 x 400 mm	m	kr	10 494,00	kr 228 664,26
	1.	5 stk. 260x500	20,51	m	0,13	m2	Limtrebjelke	517			Limtresøyle, B x D = 270 x 500 mm	m	kr	19 822,00	kr 406 549,22
	1.+	22 stk. 260x260	127,01	m	0,0676	m2	Limtrebjelke	517			Limtresøyle, B x D = 260 x 270 mm	m	kr	1 879,00	kr 238 651,79
	1.+	7 stk. 260x350	21,28	m	0,0912	m2	Limtrebjelke	517			Limtresøyle, B x D = 270 x 350 mm	m	kr	6 899,00	kr 146 810,72
	1.+	5 stk. 260x400	14,98	m	0,1042	m2	Limtrebjelke	517			Limtresøyle, B x D = 270 x 400 mm	m	kr	10 494,00	kr 157 200,12
	1.+	6 stk. 260x500	17,88	m	0,13	m2	Limtrebjelke	517			Limtresøyle, B x D = 270 x 500 mm	m	kr	19 822,00	kr 354 417,36
	1.+	2 stk. 260x350	11,24	m	0,0912	m2	Limtrebjelke	517			Limtresøyle, B x D = 270 x 350 mm	m	kr	6 899,00	kr 77 544,76
	2.	49 stk. 260x260	167,19	m	0,0676	m2	Limtrebjelke	517			Limtresøyle, B x D = 260 x 270 mm	m	kr	1 879,00	kr 314 150,01
	2.	4 stk. 260x350	12,26	m	0,0912	m2	Limtrebjelke	517			Limtresøyle, B x D = 270 x 350 mm	m	kr	6 899,00	kr 84 581,74
	2.	1 stk. 260x400	2,97	m	0,1042	m2	Limtrebjelke	517			Limtresøyle, B x D = 270 x 400 mm	m	kr	10 494,00	kr 31 167,18
	3.	39 stk. 260x260	142,14	m	0,0676	m2	Limtrebjelke	517			Limtresøyle, B x D = 260 x 270 mm	m	kr	1 879,00	kr 267 081,00
														kr 2 611 063,20	
Stålsøyleforbindelser															
2-1-5-1-2	1.	3 stk. HUP150x150x8	0,9	m	0,004544	m2	Stål fra maln	7700	31,48992	kg	Stålsøyle, firkantformede hulprofiler	kr	35,00	kr 1 102,15	
	1.	17 stk. HUP 250x150x8	5,05	m	0,006144	m2	Stål fra maln	7700	238,90944	kg	Stålsøyle, firkantformede hulprofiler	kr	35,00	kr 8 361,83	
	1.+	15 stk. HUP 150x150x8	7,61	m	0,004544	m2	Stål fra maln	7700	266,264768	kg	Stålsøyle, firkantformede hulprofiler	kr	35,00	kr 9 319,27	
	1.+	23 stk. HUP 250x150x8	6,83	m	0,006144	m2	Stål fra maln	7700	323,119104	kg	Stålsøyle, firkantformede hulprofiler	kr	35,00	kr 11 309,17	
	2.	10 stk. UPE180	11,335	m	0,00251	m2	Stål fra maln	7700	219,071545	kg	Stålsøyle, HEA / HEP / IPE - profiler	kr	31,00	kr 6 791,22	
	2.	1 stk. UPE220	1,36	m	0,00339	m2	Stål fra maln	7700	35,50008	kg	Stålsøyle, HEA / HEP / IPE - profiler	kr	31,00	kr 1 100,50	
	2.	41 stk. HE180B	45,51	m	0,00653	m2	Stål fra maln	7700	2288,28831	kg	Stålsøyle, HEA / HEB / IPE-profiler	kr	31,00	kr 70 936,94	
	3.	3 stk. UPE180	3,39	m	0,00251	m2	Stål fra maln	7700	65,51853	kg	Stålsøyle, HEA / HEP / IPE - profiler	kr	31,00	kr 2 031,07	
	3.	29 stk. HE180B	32,56	m	0,00653	m2	Stål fra maln	7700	1637,14936	kg	Stålsøyle, HEA / HEB / IPE - profiler	kr	31,00	kr 50 751,63	
														kr 161 703,78	
2-1-5-2 Limtrebjelker															
2-1-5-2-1	28	stk. 120x300	112,56	m	0,036	m2	Limtrebjelke	517			Limtrebjelke b x h = 115 x 270 mm	kr	490,00	kr 55 154,40	
	1	stk. 150x130	2,32	m	0,0195	m2	Limtrebjelke	517			Limtrebjelke b x h = 115 x 180 mm	kr	354,00	kr 821,28	
	3	stk. 150x240	7,08	m	0,036	m2	Limtrebjelke	517			Limtrebjelke b x h = 115 x 270 mm	kr	490,00	kr 3 469,20	
	11	stk. 150x50	49,02	m	0,0075	m2	Limtrebjelke	517			Limtrebjelke b x h = 90 x 180 mm	kr	297,00	kr 14 558,94	
	3	stk. 150x60	14,32	m	0,009	m2	Limtrebjelke	517			Limtrebjelke b x h = 90 x 180 mm	kr	297,00	kr 4 253,04	
	2	stk. 150x70	33,76	m	0,0105	m2	Limtrebjelke	517			Limtrebjelke b x h = 90 x 180 mm	kr	297,00	kr 10 026,72	
	18	stk. 160x300	170,39	m	0,048	m2	Limtrebjelke	517			Limtrebjelke b x h = 115 x 450 mm	kr	760,00	kr 129 496,40	
	20	stk. 260x350	58,055	m	0,0912	m2	Limtrebjelke	517			Limtrebjelke b x h = 140 x 585 mm	kr	1 148,00	kr 66 647,14	
	1	stk. 260x360	2,1	m	0,0936	m2	Limtrebjelke	517			Limtrebjelke b x h = 140 x 585 mm	kr	1 148,00	kr 2 410,80	
	7	stk. 260x400	23,08	m	0,1042	m2	Limtrebjelke	517			Limtrebjelke b x h = 140 x 585 mm	kr	1 148,00	kr 26 495,84	
	1	stk. 260x440	9	m	0,1144	m2	Limtrebjelke	517			Limtrebjelke b x h = 140 x 585 mm	kr	1 148,00	kr 10 332,00	
	23	stk. 260x500	93,5	m	0,13	m2	Limtrebjelke	517			Limtrebjelke b x h = 140 x 585 mm	kr	1 148,00	kr 107 338,00	
	58	stk. 260x600	380,33	m	0,156	m2	Limtrebjelke	517			Limtrebjelke b x h = 140 x 585 mm	kr	1 148,00	kr 436 618,84	

1 stk. 260x690	4,9 m	0,1794 m2	Limtrebjelke	517		Limtrebjelke b x h = 140 x 585 mm	kr	1 148,00	kr	5 625,20
23 stk. 260x700	145,32 m	0,182 m2	Limtrebjelke	517		Limtrebjelke b x h = 140 x 585 mm	kr	1 148,00	kr	166 827,36
11 stk. 260x800	85,38 m	0,208 m2	Limtrebjelke	517		Limtrebjelke b x h = 140 x 585 mm	kr	1 148,00	kr	98 016,24
5 stk. 260x900	35,88 m	0,234 m2	Limtrebjelke	517		Limtrebjelke b x h = 140 x 585 mm	kr	1 148,00	kr	41 190,24
13 stk. 260x1000	108,42 m	0,26 m2	Limtrebjelke	517		Limtrebjelke b x h = 140 x 585 mm	kr	1 148,00	kr	124 466,16
12 stk. 260x1100	110,74 m	0,286 m2	Limtrebjelke	517		Limtrebjelke b x h = 140 x 585 mm	kr	1 148,00	kr	127 129,52
6 stk. 260x1200	57,22 m	0,312 m2	Limtrebjelke	517		Limtrebjelke b x h = 140 x 585 mm	kr	1 148,00	kr	65 688,56
3 stk. 260x1300	29,19 m	0,338 m2	Limtrebjelke	517		Limtrebjelke b x h = 140 x 585 mm	kr	1 148,00	kr	33 510,12
1 stk. 260x1340	13,2 m	0,3484 m2	Limtrebjelke	517		Limtrebjelke b x h = 140 x 585 mm	kr	1 148,00	kr	15 153,60

kr 1 545 229,60

<i>Stålbjelkeforbindelser/bjelkesko</i>	1 stk. HE240A	4,35 m	0,00768 m2	Stål fra malm	7700	257,24	Stålbjelker, HEA / HEB / IPE profiler	kr	31,00	kr	7 974,49
	8 stk. HE260A	41,6 m	0,00868 m2	Stål fra malm	7700	2780,38	Stålbjelker, HEA / HEB / IPE profiler	kr	31,00	kr	86 191,71
	4 stk. HE300A	24,1 m	0,0112 m2	Stål fra malm	7700	2078,38	Stålbjelker, HEA / HEB / IPE profiler	kr	31,00	kr	64 429,90
	2 stk. HE320A	12 m	0,0124 m2	Stål fra malm	7700	1145,76	Stålbjelker, HEA / HEB / IPE profiler	kr	31,00	kr	35 518,56
	2 stk. HE360A	13,2 m	0,0143 m2	Stål fra malm	7700	1453,45	Stålbjelker, HEA / HEB / IPE profiler	kr	31,00	kr	45 057,01
	2 stk. HE400A	13,74 m	0,0159 m2	Stål fra malm	7700	1682,19	Stålbjelker, HEA / HEB / IPE profiler	kr	31,00	kr	52 147,83
	2 stk. HE500A	13,74 m	0,0198 m2	Stål fra malm	7700	2094,80	Stålbjelker, HEA / HEB / IPE profiler	kr	31,00	kr	64 938,81
	8 stk. L100x100x10	28,21 m	0,00192 m2	Stål fra malm	7700	417,06	Stålbjelker, HEA / HEB / IPE profiler	kr	31,00	kr	12 928,76
	5 stk. L150x150x12	45,76 m	0,0043 m2	Stål fra malm	7700	1515,11	Stålbjelker, HEA / HEB / IPE profiler	kr	31,00	kr	46 968,52
	12 stk. L150x150x10	80,95 m	0,0029 m2	Stål fra malm	7700	1807,61	Stålbjelker, HEA / HEB / IPE profiler	kr	31,00	kr	56 036,02

kr 472 191,61

Sum 2-1-5 Bæresystem av tre kr 4 790 188,19

Sum 2-1 Bæresystemer kr 6 661 502,72

Passivhus-skole investeringskostnad

Konstruksjon

2-2 Grunn og fundamenter

2-2-1 Plasstøpte fundamenter, ringmur ol.

2-2-1-2 Armering

Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m3	Levetid	Nr i prisbok	Navn i prisbok	Enhet	Enhetspris	Pris	Kommentar
Punktfundament	20081	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	60	02.1.6.0300	Armering av fundamenter	kg	kr 18,00	kr 361 458,00	
Bjelker	27325	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	60	02.1.6.0300	Armering av fundamenter	kg	kr 18,00	kr 491 850,00	
Ringmur	5210	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	60	02.1.6.0300	Armering av fundamenter	kg	kr 18,00		
Punktfundament	2,5	m3	12		Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m3	kr 1 886,00	kr 4 715,00	
Punktfundamenter:PH01 - 1000x1000x780	58,39	m3	300	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Forskaling av kantbjelke h=835 Betong i fundamenter B35	m m3	kr 1 886,00 kr 1 093,20	kr 22 632,00 kr 63 831,95	ekstrapolert enhetspris
Punktfundamenter:PH02 - 1000x1000x915	8,227		24	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Forskaling av kantbjelke h=780 Betong i fundamenter B35	m m3	kr 1 042,60 kr 1 886,00	kr 312 780,00 kr 15 516,12	ekstrapolert enhetspris
Punktfundamenter:PH03 - 2000x1000x780	6,24	m3	24	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Forskaling av kantbjelke h=915 Betong i fundamenter B35	m m3	kr 1 166,80 kr 1 886,00	kr 28 003,20 kr 11 768,64	ekstrapolert enhetspris
Punktfundamenter:PH04 - 1000x1000x835	2,503	m3	12	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Forskaling av kantbjelke h=780 Betong i fundamenter B35	m m3	kr 1 042,60 kr 1 886,00	kr 25 022,40 kr 4 720,66	ekstrapolert enhetspris
Punktfundamenter:PH05 - 2000x2000x780	3,12	m3	8	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Forskaling av kantbjelke h=835 Betong i fundamenter B35	m m3	kr 1 093,20 kr 1 886,00	kr 13 118,40 kr 5 884,32	ekstrapolert enhetspris
Punktfundamenter:PH06 - 1000x1000x780/915	4,675	m3	24	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Forskaling av kantbjelke h=780 Betong i fundamenter B35	m m3	kr 1 042,60 kr 1 886,00	kr 8 340,80 kr 8 817,05	ekstrapolert enhetspris
Punktfundamenter:PH08 - 1500x1000x915	1,37	m3	5	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Forskaling av kantbjelke h=780 Betong i fundamenter B35	m m3	kr 1 042,60 kr 1 886,00	kr 25 022,40 kr 2 583,82	ekstrapolert enhetspris
Punktfundamenter:PH09 - 2000x2000x915	3,66	m3	8	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Forskaling av kantbjelke h=915 Betong i fundamenter B35	m m3	kr 1 166,80 kr 1 886,00	kr 5 834,00 kr 6 902,76	ekstrapolert enhetspris
Punktfundamenter:PH10 - 1000x1000x800	2,397	m3	12	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Forskaling av kantbjelke h=915 Betong i fundamenter B35	m m3	kr 1 166,80 kr 1 886,00	kr 9 334,40 kr 4 520,74	ekstrapolert enhetspris
Punktfundamenter:F07 - 4000x2800x500	5,6	m3	13,6	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Forskaling av kantbjelke h=800 Betong i fundamenter B35	m m3	kr 1 061,00 kr 1 886,00	kr 12 732,00 kr 10 561,60	ekstrapolert enhetspris
									Forskaling av kantbjelke h=500	m	kr 785,00	kr 10 676,00	ekstrapolert enhetspris

Konstruksjon	Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m ³	Levetid	Nr i prisbok	Navn i prisbok	Enhet	Enhetspris	Pris	Kommentar
	Punktfundamenter:F08 - 1500x1500x250	5,6	m ³	13,6	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 10 561,60	
										Forskaling av kantbjelke h=250	m	kr 555,00	kr 7 548,00	ekstrapolert enhetspris
	Bjelke (med 2-sidig opplegg):B=700, H=1065, H1=285	129,08	m ³	193,25	m	Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 243 444,88	Laveste betongstyre som fantes i Norsk Prisbok
										Forskaling av kantbjelke h=1065	m	kr 1 304,80	kr 252 152,60	ekstrapolert enhetspris
	Bjelke (med 2-sidig opplegg):B=700, H=1120, H1=285	11,51	m ³	16,28	m	Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 21 707,86	Laveste betongstyre som fantes i Norsk Prisbok
										Forskaling av kantbjelke h=1120	m	kr 1 355,40	kr 22 065,91	ekstrapolert enhetspris
	Bjelke (med 2-sidig opplegg):B=700, H=1200, H1=265	7,59	m ³	10	m	Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 14 314,74	Laveste betongstyre som fantes i Norsk Prisbok
										Forskaling av kantbjelke h=1200	m	kr 1 429,00	kr 14 290,00	ekstrapolert enhetspris
	Bjelke (med 2-sidig opplegg):B=700, H=1200, H1=420, H2=285	8,45	m ³	10,84	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 15 936,70	
										Forskaling av kantbjelke h=1200	m	kr 1 429,00	kr 15 490,36	ekstrapolert enhetspris
	Bjelke (med 2-sidig opplegg):B=700, H=1200, H1=420	10,42	m ³	14,33	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 19 652,12	
										Forskaling av kantbjelke h=1200	m	kr 1 429,00	kr 20 477,57	ekstrapolert enhetspris
	Bjelke Betong:250x500	12,294	m ³	102,26	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 23 186,48	
										Forskaling av kantbjelke h=500	m	kr 785,00	kr 80 274,10	ekstrapolert enhetspris
	Bjelke Betong:300x330	0,408	m ³	4,35	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 769,49	
										Forskaling av kantbjelke h=300	m	kr 601,00	kr 2 614,35	ekstrapolert enhetspris
	Bjelke Betong:300x400	0,822	m ³	7,2	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 1 550,29	
									02.1.6.0110	Forskaling av kantbjelke h = 400 mm	m	kr 693,00	kr 4 989,60	
	Bjelke Betong:300x780	35,794	m ³	189,58	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 67 507,48	
										Forskaling av kantbjelke h=780	m	kr 1 042,60	kr 197 656,11	ekstrapolert enhetspris
	Bjelke Betong:400x780	12,41	m ³	46,23	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 23 405,26	
										Forskaling av kantbjelke h=780	m	kr 1 042,60	kr 48 199,40	ekstrapolert enhetspris
	Bjelke Betong:400x915	3,78	m ³	12,68	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 7 129,08	
										Forskaling av kantbjelke h=915	m	kr 1 166,80	kr 14 795,02	ekstrapolert enhetspris

Konstruksjon	Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m ³	Levetid	Nr i prisbok	Navn i prisbok	Enhet	Enhetspris	Pris	Kommentar
	Bjelke (med 2-sidig opplegg):B=700, H=1065, H1=285	32,6	m ³	48,76	m	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.2.3.1.0410	Betong i bjelker, B45	m ³	kr 1 978,00	kr 64 482,80	
										Forskaling av kantbjelke h=915	m	kr 1 304,80	kr 63 622,05	ekstrapolert enhetspris
	Bjelke (med 2-sidig opplegg):B=700, H=1200, H1=265	7,72	m ³	9,73	m	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.2.3.1.0410	Betong i bjelker, B45	m ³	kr 1 978,00	kr 15 270,16	
										Forskaling av kantbjelke h=1200	m	kr 1 429,00	kr 13 904,17	ekstrapolert enhetspris
	Bjelke (med 2-sidig opplegg):B=700, H=1200, H1=420, H2=285	9,76	m ³	13,3	m	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.2.3.1.0410	Betong i bjelker, B45	m ³	kr 1 978,00	kr 19 305,28	
										Forskaling av kantbjelke h=1200	m	kr 1 429,00	kr 19 005,70	ekstrapolert enhetspris
	Bjelke Betong:300x1115	7,35	m ³	22,14	m	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.2.3.1.0410	Betong i bjelker, B45	m ³	kr 1 978,00	kr 14 538,30	
										Forskaling av kantbjelke h=1115	m	kr 1 350,80	kr 29 906,71	ekstrapolert enhetspris
	Bjelke Betong:300x915	4,33	m ³	20,84	m	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.2.3.1.0410	Betong i bjelker, B45	m ³	kr 1 978,00	kr 8 564,74	
										Forskaling av kantbjelke h=915	m	kr 1 166,80	kr 24 316,11	ekstrapolert enhetspris
	Ringmur	0,481	m ³	25,689	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 907,17	
										Forskaling av kantbjelke h=0,1	m	kr 417,00	kr 10 712,31	ekstrapolert enhetspris
	Ringmur	0,574	m ³	10,775	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 1 082,56	
										Forskaling av kantbjelke h=0,25	m	kr 555,00	kr 1 193,25	ekstrapolert enhetspris
	Ringmur	0,164	m ³	2,15	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 309,30	
										Forskaling av kantbjelke h=0,25	m	kr 555,00	kr 1 193,25	ekstrapolert enhetspris
	Ringmur	5,219	m ³	105,96	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 9 843,03	
										Forskaling av kantbjelke h=0,3	m	kr 601,00	kr 63 681,96	ekstrapolert enhetspris
	Ringmur	0,651	m ³	8,7	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 1 227,79	
										Forskaling av kantbjelke h=0,35	m	kr 647,00	kr 5 628,90	ekstrapolert enhetspris
	Ringmur	3,038	m ³	21,17	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 5 729,67	
										Forskaling av kantbjelke h=0,45	m	kr 739,00	kr 15 644,63	ekstrapolert enhetspris
	Ringmur	21,917	m ³	229,04	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 41 335,46	
										Forskaling av kantbjelke h=0,6	m	kr 877,00	kr 200 868,08	
	Ringmur	7,198	m ³	45,54	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 13 575,43	
										Forskaling av kantbjelke h=0,75	m	kr 1 015,00	kr 46 223,10	ekstrapolert enhetspris

Konstruksjon	Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m3	Levetid	Nr i prisbok	Navn i prisbok	Enhet	Enhetspris	Pris	Kommentar
	Ringmur	10,85	m3	29,65	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m3	kr 1 886,00	kr 20 463,10	
	Ringmur	10,364	m3	37,38	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Forskaling av kantbjelke h=0,95 Betong i fundamenter B35	m	kr 1 199,00	kr 35 550,35	ekstrapolert enhetspris
	Ringmur	1,483	m3	7,92	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Forskaling av kantbjelke h=1 Betong i fundamenter B35	m	kr 1 245,00	kr 46 538,10	ekstrapolert enhetspris
2-2-2 Plasstøpte bunnplater og gulv på grunnen								60				kr	-	
2-2-2-2 Armering	Friksjonsplate og heis	10785	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	60	02.1.6.0300	Armering av fundamenter	kg	kr 18,00	kr 194 130,00	
	Gulv på grunn	26,585	m3	1595,1	kg	Stål fra malm - 80% resirk	7700	60	02.1.6.0300	Armering av fundamenter	kg	kr 18,00	kr 28 711,80	
2-2-2-3 Betong	Friksjonsplate og heis	158,36	m3			Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m3	kr 1 886,00	kr 298 666,96	
	Heis	56,4	m	0,9	m					Forskaling av kantbjelke h=0,9	m	kr 1 153,00	kr 65 029,20	
	Friksjonsplate	144,3	m	0,2	m					Forskaling av kantbjelke h=0,2	m	kr 509,00	kr 73 448,70	ekstrapolert enhetspris
	Gulv på grunn	265,85	m2	0,1	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske			02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m3	kr 1 886,00	kr 50 139,31	
		51,4	m							Forskaling av kantbjelke h=0,1	m	kr 417,00	kr 21 433,80	ekstrapolert enhetspris
Sum 2-2-1 Plasstøpte fundamenter, ringmur ol.												kr	4 143 678,70	
2-2-3 Isolasjon og tetting								60						
2-2-3-2 Polystyren (EPS/XPS)	Gulv på grunn	265,85	m2	0,2	m	Polystyren (EPS)	25	60	02.5.2.0240	Underlag for gulv på grunn. EPS t = 100*2 mm, S80, 0,038 W/mK	m2	244	64867,4	
									02.5.2.0270	Radonsperre/membran LDPE, t = 1,0 mm	m2	143	38016,55	
	Ringmur	287,01	m2	0,15	m	Polystyren (EPS)	25	60	02.3.1.7.0320	Grunnmursplate EPS, t = 150 mm, inkl. fiberduk, S150, 0,035 W/mK	m2	331	95000,31	
Sum 2-2-3 Isolasjon og tetting													197884,26	
Sum 2-2 Grunn og fundamenter												kr	4 341 562,96	

Passivhus-skole investeringskostnad

Konstruksjon	Kommenter	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m3	Levetid	Nr i prisbok	Navn i prisbok	Enhet	Enhetspris	Pris	Kommentar
2-3 Yttervegger														
2-3-1 Plassøpt betong														
2-3-1-2 Armering	Yttervegger armering	2930,521411	kg			Stål fra malm - 80% resirk	7700	60	02.3.1.1.0300	Armering i yttervegg	kg	kr	18,00	52 749,39
2-3-1-3 Betong	1. Betong plassøpt B30	34,84	m3			Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.3.1.1.0410 02.3.1.1.0110	Betong i yttervegg, B30 Forskaling av yttervegg. Stoppehøyde > 3,3 m	m3 m2	kr kr	2 049,53 620,00	71 405,63
												kr	124 155,01	
Sum 2-3-1 Plassøpt betong														
2-3-4 Lette yttervegger og utforing														
2-3-4-2 Bindingsverk av tre	1. 48x98 + 48x148	685,42	m2			Norsk konstruksjonslast	483	60	02.3.2.1.0180	Bindingsverk av tre, justert C24, 48 mm x 148 mm, c/c 600 mm	m2	kr	252,00	172 725,84
									02.3.2.1.0255	Bindingsverk av tre, justert C18, 48 mm x 98 mm, c/c 600 mm	m2	kr	201,00	137 769,42
	2. 48x98 + 48x148	727,56	m2			Norsk konstruksjonslast	483	60	02.3.2.1.0180	Bindingsverk av tre, justert C24, 48 mm x 148 mm, c/c 600 mm	m2	kr	252,00	183 345,12
									02.3.2.1.0255	Bindingsverk av tre, justert C18, 48 mm x 98 mm, c/c 600 mm	m2	kr	201,00	146 239,56
	3. 48x98 + 48x148	829,65	m2			Norsk konstruksjonslast	483	60	02.3.2.1.0180	Bindingsverk av tre, justert C24, 48 mm x 148 mm, c/c 600 mm	m2	kr	252,00	209 071,80
									02.3.2.1.0255	Bindingsverk av tre, justert C18, 48 mm x 98 mm, c/c 600 mm	m2	kr	201,00	166 759,65
	2. og 3. Gesims	48x148 + 48x148 mm	485,89	m2		Norsk konstruksjonslast	483	60	02.3.2.1.0180	Bindingsverk av tre, justert C24, 48 mm x 148 mm, c/c 600 mm	m2	kr	252,00	122 444,28
									02.3.2.1.0255	Bindingsverk av tre, justert C18, 48 mm x 98 mm, c/c 600 mm	m2	kr	201,00	97 663,89
												kr	1 236 019,56	
2-3-4-3 Utforing/utlekting	1.,2,3. Stående 23mm	2242,63	m2			Norsk konstruksjonslast	483	60						
	1,2,3. Liggende 36mm	1841,82	m2			Norsk konstruksjonslast	483	60						
	1.,2.,3. Utlekting 36x48mm	2242,63				Norsk konstruksjonslast	483	60						
	2. og 3. Stående 23mm	485,89	m2			Norsk konstruksjonslast	483	60						
	2. og 3. Gesims	Liggende 36mm	485,89	m2		Norsk konstruksjonslast	483	60						
2-3-5 Isolasjon og tetting														
2-3-5-1 Mineralull- vanlig bygningskvalitet: glassull	1.,2.,3. 300 mm, innblåst (8% bv)	2063,2196	m2	0,3	m	Glassull	20	60	02.3.2.1.0580	Isolasjon i klimavegg, mineralull, t = 300 mm, 0,035 W/mK	m2	kr	277,00	571 511,83
2-3-5-1 Mineralull- vanlig bygningskvalitet: glassull	2. og 3. Gesims	485,89	m2	0,3	m	Glassull	20	60	02.3.2.1.0580	Isolasjon i klimavegg, mineralull, t = 300 mm, 0,035 W/mK	m2	kr	277,00	134 591,53
2-3-5-5 Polystyren (EPS,XPS)	1. Langs ringmur	190,07	m2	0,3	m	Polystyren (EPS)	25	60	02.3.1.7.0320	Grunnmursplate EPS, t = 150 mm, inkl. fiberduk, S150, 0,035 W/mK	m2	kr	331,00	62 913,17
2-3-5-6 Dampspørre	1.,2.,3.	2242,63	m2	0,00015	m	Polystyren	950	60	02.3.2.1.1100	Dampspørre, t = 0,20 mm plastfolie	m2	kr	72,00	161 469,36
2-3-5-7 GU-plater	3.	702,78	m2	0,0095	m	Gipsplater	900	60	02.3.2.1.1240	Gipsplate, GU vindspørre, med vannavvisende overflate, t = 9 mm	m2	kr	173,00	121 580,94
2-3-5-7 GU-plater	2. og 3. Gesims	485,89	m2	0,009	m	Gipsplater	900	60	02.3.2.1.1240	Gipsplate, GU vindspørre, med vannavvisende overflate, t = 9 mm	m2	kr	173,00	84 058,97
2-3-5-8 Vindpapp	1.,2.	1412,98	m2						60 02.3.2.1.1230	Vindspørre av plastfiberduk	m2	kr	111,00	156 840,78
2-3-5-9 Grunnmursplate	1.	142,13	m2						60					inkludert i isolasjons EPS posten
												kr	1 292 966,58	
												kr	2 528 986,14	
Sum 2-3-4 Lette yttervegger og utforing														
2-3-6 Massive trevegger														
2-3-6-1 Massive treelementer	1. CLT120	11,15	m2	0,12	m	Tre	500	60		Massive treelement	m2	kr	1 280,00	14 272,00
	1.+ CLT120	12,35	m2	0,12	m	Tre	500	60		Massive treelement	m2	kr	1 280,00	15 808,00
	2. CLT120	46,2	m2	0,12	m	Tre	500	60		Massive treelement	m2	kr	1 280,00	59 136,00
	3. CLT120	93,44	m2	0,12	m	Tre	500	60		Massive treelement	m2	kr	1 280,00	119 603,20
												kr	208 819,20	
Sum 2-3-6 Massive trevegger														
2-3-7 Glassfelt														
2-3-7-1 Vinduer av tre	80% glass 4+4+6 tre m. al belag	651,33344	m2	0,014	m	3-lags vindu	30	25	02.3.J.006	Vinduer, tre + aluminiumsmantling, u-verdi =0,7	m2	kr	5 140,00	3 347 853,88
												kr	3 347 853,88	
Sum 2-3-7 Glassfelt														

Konstruksjon	Kommenter	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m3	Levetid	Nr i prisbok	Navn i prisbok	Enhet	Enhetspris	Pris	Kommentar	
2-3-8 Dører															
2-3-8-1 Dør av aluminium og glass	27 stk. 4mm glass x3 Enkle 8 stk	121,58	m2	0,012		Glass + aluminium		30	02.3.4.2.0300	Ytterdør, aluminium + glass, 10 x 21 M, enfløyet	stk	kr 15 371,00	kr 122 968,00		
	Enkle m. sidefelt 10 stk								02.3.4.2.0420	Vindusdør, aluminium, 15 x 20 M, tofløyet, u-verdi < 1,6	stk	kr 20 875,00	kr 208 750,00		
	Dobble 7 stk								02.3.4.2.0320	Ytterdør, aluminium + glass, 20 x 23 M, tofløyet	stk	kr 29 148,00	kr 204 036,00		
2-3-8-2 Dør av stål	Tette dørfelt 4 stk. 1,12x2,09 2 stk enfløyet 1,4x2,39 1 stk enfløyet 1,49x2,09 1 stk tofløyet 1,65x2,39 1 stk tofløyet Steinull	11,9	m2	0,0012	m	Stål fra malm	7700	30	02.3.4.2.0200	Ytterdør, stål, 10 x 21 M, enfløyet	stk	kr 12 466,00	kr 24 932,00		
									02.3.4.2.0200	Ytterdør, stål, 10 x 21 M, enfløyet	stk	kr 12 466,00	kr 12 466,00		
									02.3.4.2.0210	Ytterdør, stål, 15 x 21 M, tofløyet	stk	kr 18 084,00	kr 18 084,00		
									02.3.4.2.0210	Ytterdør, stål, 15 x 21 M, tofløyet	stk	kr 18 084,00	kr 18 084,00		
		11,9	m2	0,05	m	Steinull / Rock wool		30						ink. I døren	
Sum 2-3-8 Dører												kr	609 320,00		
2-3-9 Innv. Kledning															
2-3-9-1 Gipsplater	1.,2.,3.	Yttervegger på innsiden	2242,63	m2	0,013	m	Gipsplater	900	20	02.3.6.3.0100	Gipsplate, et lag på innside yttervegg, t = 13 mm	m2	kr 165,00	kr 370 033,95	
2-3-9-3 Kryssfinerplater	1.,2.,3.	Yttervegger på innsiden OSB	2242,63	m2	0,012	m	Gipsplater	900	20						
2-3-9-4 MDF-plater															
Sum 2-3-9 Innv. Kledning												kr	370 033,95		
2-3-10 Utv. Kledning															
2-3-10-2 Trepanel	1.,2.,3.	Stående panel	1841,82	m2	0,022	m	Tre	500	30	02.3.G.001	Stående trekledning, lektepanel, overflatebehandlet	m2	kr 1 034,00	kr 1 904 441,88	
		Liggende panel	440,81	m2	0,022	m	Tre	500	30	02.3.G.005	Liggende trekledning med enkel fals, overflatebehandlet	m2	kr 919,00	kr 405 104,39	
2-3-10-2 Trepanel	2. og 3. Gesims		485,89	m2	0,022	m	Tre	500	30	02.3.G.001	Stående trekledning, lektepanel, overflatebehandlet	m2	kr 1 034,00	kr 502 410,26	
Sum 2-3-10 Utv. Kledning												kr	2 811 956,53		
Sum 2-3 Yttervegger												kr	7 472 138,57		

Passivhus-skole investeringskostnad

Konstruksjon	Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m3	Levetid	Nr i prisbok	Navn i prisbok	Enhet	Enhetspris	Pris	Kommentar
2-4 Innervegger														
2-4-1 Innervegger av betong														
2-4-1-2 Armering	Armering innervegger	14421,7149	kg			Stål fra malm - 80% resirk Betong (25/30 MPa) med iblandet flyve aske			60	02.4.1.1.0300	Armering i innervegg	kg	19 kr	274 012,58
2-4-1-3 Betong	Plasstøpt betong B30	153,745	m3			Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400		60	02.4.1.1.0430	Betong i innervegg, B30	m3	1995 kr	306 721,28
2-4-1-3 Betong	Plasstøpt betong B35	17,72	m3			Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400		60	02.4.1.1.0430	Betong i innervegg, B30	m3	1995 kr	35 351,40
Sum 2-4-1 Innervegger av betong												kr	616 085,26	
2-4-4 Lette innervegger og utforing														
2-4-4-1 Bindingsverk av stål tynnplateprofiler	Stålstender 100mm	4625,57	m2			Stål fra malm	7700,00		30	02.4.2.1.0110	Bindingsverk, enkelt, for innervegg, c/c 600, t = 100	m2	245 kr	1 133 264,65
	Stålstender 180+50	314,52	m2			Stål fra malm	7700,00		30		Bindingsverk, 180 + 50	m2	526 kr	165 437,52 Ekstrapolert
	Stålstender 70 + 70	59,35	m2			Stål fra malm	7700,00		30	02.4.2.1.0160	Bindingsverk, dobbelt for innervegg, c/c 600, t = 2 x 75	m2	397 kr	23 561,95
	Stålstender 160	43,07	m2			Stål fra malm	7700,00		30		Bindingsverk t=160	m2	296 kr	12 748,72 Ekstrapolert
	Stålstender 200	28,7	m2			Stål fra malm	7700,00		30	02.4.2.1.0170	Bindingsverk, dobbelt for innervegg, c/c 600, t = 2 x 100	m2	429 kr	12 312,30
	Stålstender 180+50	112,23	m2			Stål fra malm	7700,00		30		Bindingsverk, 180 + 50	m2	526 kr	59 032,98 Ekstrapolert
Sum 2-4-4 Lette innervegger og utforing												kr	1 406 358,12	
2-4-5 Isolasjon														
2-4-5-1 Isolasjon av mineralull: glassull	Innvendig vegger	115,6624	m2	0,18	m	Glassull	20		30	02.4.2.1.0620	Isolasjon på innervegg, brannisolasjon, t = 150 mm, 0,034 W/mK	m2	257 kr	29 725,24
		164,5788	m2	0,12	m	Glassull	20		30	02.4.2.1.0620	Isolasjon på innervegg, brannisolasjon, t = 150 mm, 0,034 W/mK	m2	257 kr	42 296,75
		1592,152	m2	0,1	m	Glassull	20		30	02.4.2.1.0530	Isolasjon i gips innervegg, mineralull, t = 100 mm, 0,037 W/mK	m2	118 kr	187 873,94
		83,6832	m2	0,075	m	Glassull	20		30	02.4.2.1.0520	Isolasjon i gips innervegg, mineralull, t = 70 mm, 0,037 W/mK	m2	99 kr	8 284,64
		54,602	m2	0,07	m	Glassull	20		30	02.4.2.1.0520	Isolasjon i gips innervegg, mineralull, t = 70 mm, 0,037 W/mK	m2	99 kr	5 405,60
		290,858	m2	0,05	m	Glassull	20		30	02.4.2.1.0510	Isolasjon i gips innervegg, mineralull, t = 50 mm, 0,037 W/mK	m2	80 kr	23 268,64
Sum 2-4-5 Isolasjon												kr	296 854,80	
2-4-6 Massive trevegger														
2-4-6-1 Masive treelementer	CLT100	34,06	m2	0,1	m	Tre	500		30	02.4.2.2.0100	Massive treelementer, ikke bærende innervegg, t = 100 mm	m2	1077 kr	36 682,62
	CLT220	127,8	m2	0,22	m	Tre	500		30		Massive trelement t=220	m2	3513 kr	448 961,40 Ekstrapolert enhetspris
	CLT220	92,79	m2	0,22	m	Tre	500		30		Massive trelement t=220	m2	3513 kr	325 971,27 Ekstrapolert enhetspris
	CLT220	210,9	m2	0,22	m	Tre	500		30		Massive trelement t=220	m2	3513 kr	740 891,70 Ekstrapolert enhetspris
	CLT60	16	m2	0,06	m	Tre	500		30		Massive trelement t=60	m2	671 kr	10 736,00 Ekstrapolert enhetspris
	CLT100	38,22	m2	0,1	m	Tre	500		30	02.4.2.2.0100	Massive treelementer, ikke bærende innervegg, t = 100 mm	m2	1077 kr	41 162,94
	CLT60	0,3	m2	0,06	m	Tre	500		30		Massive trelement t=60	m2	671 kr	201,30 Ekstrapolert enhetspris
	CLT220	99,94	m2	0,22	m	Tre	500		30		Massive trelement t=220	m2	3513 kr	351 089,22 Ekstrapolert enhetspris
	CLT60	3,53	m2	0,06	m	Tre	500		30		Massive trelement t=60	m2	671 kr	2 368,63 Ekstrapolert enhetspris
Sum 2-4-6 Massive trevegger												kr	1 958 065,08	
2-4-7 Glassfelt														
2-4-7-1 Glassfronter (dor- og moteromsfront)	80% glass	467,519824	m2	0,004	m	Glass	2500		15	02.4.3.0280	Moteromsfront, heltre rammeverk + glass, 34 dB	m2	2437 kr	1 139 345,81
Karm	20% tre/karm	116,879956	m2	0,1	m	Tre	500		15					
	Tett dor m. glass sidefelt 12 stk. Glass	24,856	m2						15	02.4.3.0280	Moteromsfront, heltre rammeverk + glass, 34 dB		2437	
Sum 2-4-7 Glassfelt												kr	1 139 345,81	

Konstruksjon	Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m3	Levetid	Nr i prisbok	Navn i prisbok	Enhet	Enhetspris	Pris	Kommentar
2-4-8 Dører	Tette innerdører, 189 stk. Tre								15					
	0,89x2,09	33	stk						02.4.4.2.0120	Innerdør, tre 9 x 21 M, trekarm, komplett med listverk	stk	3443	kr 113 619,00	
	0,99x2,09	65	stk							Innerdør, tre 1x2,1	stk	3826	kr 248 690,00	Ekstrapolert enhetspris
	0,99x2,39	72	stk							Innerdør, tre 1x2,1	stk	3826	kr 275 472,00	Ekstrapolert enhetspris
	1,29x2,09	1								Innerdør, laminat, 1,29x2,1, tofløy, trekarm, EI30	stk	17030	kr 17 030,00	Ekstrapolert enhetspris
	1,39x2,09	4	stk							Innerdør, laminat, 1,39x2,1, tofløy, trekarm, EI30	stk	17810	kr 71 240,00	Ekstrapolert enhetspris
	1,49x2,09	10	stk					2.4.F.020		Innerdør, laminat, 15x21 M, tofløy, trekarm, EI30	stk	18667	kr 186 670,00	
	1,59x2,09	3	stk							Innerdør, laminat, 1,59x2,1, tofløy, trekarm, EI30	stk	19368	kr 58 105,20	Ekstrapolert enhetspris
	2,19x2,09	1	stk							Innerdør, laminat, 2,2x2,1, tofløy, trekarm, EI30/30dB	stk	25681	kr 25 681,00	Ekstrapolert enhetspris
	1,49x2,39	1	stk					02.4.F.020		Innerdør, laminat, 15x21 M, tofløy, trekarm, EI30	stk	18667	kr 18 667,00	
	2,91x2,39	11	stk							Innerdør, laminat, 2,9x2,1, tofløy, trekarm, EI30	stk	29578	kr 325 354,33	Ekstrapolert enhetspris
	Dører m. glass 30 stk.	132,6469	m2	0,004		Glass	2500	15	02.4.F.032	Innerdør, glass, 10x21 M	stk	11641	kr 1 544 142,56	
		26,52938	m2	0,1		Tre	500	15					kr -	
	Tett dør m. glass sidefelt 12 stk. Dør	28,919	m2	0,05	m			15	02.4.3.0310	Merkostnad, tett dør i moteromsfronter, kompaktidør, 35 dB	m2	3513	kr 101 592,45	
Sum 2-4-8 Dører													kr 2 986 263,54	
2-4-9 Kledning														
2-4-9-1 Gipsplater	Vanlig	6690,03	m2	0,0125	m	Gipsplater	900	15	02.4.6.3.0100	Gipsplate, på innervegg, t = 13 mm	m2	160	kr 1 070 404,80	
2-4-9-2 Branngipsplater		4976,74	m2	0,015	m	Gipsplater	900	15	02.4.6.3.0170	Gipsplate, to lag på innervegg, brannplate, t = 2 x 15 mm	m2	192	kr 955 534,08	
2-4-9-4 Kryssfinerplater	OSB	5531,01	m2	0,012	m	OSB-plate	620,00	15	02.4.6.3.0200	Platekledning, på innervegger, kryssfiner, t = 12 mm	m2	281	kr 1 554 213,81	
2-4-9-8 Keramisk flis		1601,71	m2	0,015	m	Keramisk flis	1900	15	02.4.6.2.0200	Keramiske fliser på innervegg, sementbasert fugemasse, dimensjon 100 x 100, på gipsplater	m2	767	kr 1 228 511,57	
2-4-9-6 Trepanel-inne	Rupanel	1318,29	m2	0,015	m	Tre	500	15						
	Massivtreplate	3968,99	m2	0,02	m	Tre	500	15						
Sum 2-4-9 Kledning													kr 4 808 664,26	
Sum 2-4 Innervegger													kr 13 211 636,87	

Passivhus-skole investeringskostnad

Konstruksjon	2-5 Dekker	Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m3	Levetid	Nr i prisbok	Navn i prisbok	Enhet	Enhetspris	Pris	Kommentar	
2-5-2 Betongelementer																
<i>2-5-2-1 Hulledekker dekomponert</i>																
Betong	DO.0	H29 - 301 stk. B45	2060,42	m2			Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.5.C.004	HD-element, t = 290 mm, med gysing og fuging, REI120	m2	kr	1 054,00	kr 2 171 683	hovedpost m. underposter
Betong	DO.0	H42 - 47 stk.	708,56	m2			Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.5.C.008	HD-element, t = 420 mm, med gysing og fuging, REI120	m2	kr	1 178,00	kr 834 684	hovedpost m. underposter
Betong	DO.1	H32 - 22 stk.	196,8476	m2			Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.5.C.005	HD-element, t = 320 mm, med gysing og fuging, REI90	m2	kr	1 089,00	kr 214 367	hovedpost m. underposter
Betong	DO.1	H40 - 44 stk.	635,2625	m2			Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.5.C.007	HD-element, t = 400 mm, med gysing og fuging, REI90	m2	kr	1 125,00	kr 714 670	hovedpost m. underposter
Betong	DO.2.	H32 - 17 stk.	145,752	m2			Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400	60	02.5.C.005	HD-element, t = 320 mm, med gysing og fuging, REI90	m2	kr	1 089,00	kr 158 724	hovedpost m. underposter
Sum 2-5-2 Betongelementer														kr	4 094 128	
2-5-4 Isolasjon og tetting																
<i>2-5-4-4 Mineralull- trinnlydsplater: Steinull</i>	1.		3076,882	m2		0,02 m	Steinull / Rock wool	30	60	02.5.5.3.0170	Isolasjon for trinnlyd. Mineralull lydplate t = 25 mm	m2	kr	123,00	kr 378 456	
<i>2-5-4-4 Mineralull- trinnlydsplater: Steinull</i>	2.		3493,9825	m2		0,02 m	Steinull / Rock wool	30	60	02.5.5.3.0170	Isolasjon for trinnlyd. Mineralull lydplate t = 25 mm	m2	kr	123,00	kr 429 760	
<i>2-5-4-4 Mineralull- trinnlydsplater: Steinull</i>	3.		1645,132	m2		0,02 m	Steinull / Rock wool	30	60	02.5.5.3.0170	Isolasjon for trinnlyd. Mineralull lydplate t = 25 mm	m2	kr	123,00	kr 202 351	
	1.		2812,35	m2		0,18 m	Polystyren (EPS)	25								
Sum 2-5-4 Isolasjon og tetting														kr	1 010 568	
2-5-5 Massive tredekker																
<i>2-5-5-1 Massive treelementer</i>	Dekke over 1	CLT200	18,57	m2		0,2 m	Tre	500	60		Massive treelementer i dekker, bærende, t = 200 mm	m2	kr	2 058,80	kr 38 232	Ekstrapolert enhetspris
	Dekke over 1	CLT260	2458,98	m2		0,26 m	Tre	500	60		Massive treelementer i dekker, bærende, t = 260 mm	m2	kr	2 720,00	kr 6 688 426	Ekstrapolert enhetspris
	Dekke over 1	CLT320	184,33	m2		0,32 m	Tre	500	60		Massive treelementer i dekker, bærende, t = 320 mm	m2	kr	3 381,20	kr 623 257	Ekstrapolert enhetspris
	Dekke over 2.	CLT260	1436,07	m2		0,26 m	Tre	500	60		Massive treelementer i dekker, bærende, t = 260 mm	m2	kr	2 720,00	kr 3 906 110	Ekstrapolert enhetspris
	Dekke over 2.	CLT300	63,31	m2		0,3 m	Tre	500	60		Massive treelementer i dekker, bærende, t = 300 mm	m2	kr	3 160,80	kr 200 110	Ekstrapolert enhetspris finnes ikke post som passer
<i>Stålforbindelser- stålplater</i>	Dekke over 1.	S355	3,52	m2		0,02 m	Stål fra malm	7700	60							
	Dekke over 1.	S355	1,96	m2		0,025 m	Stål fra malm	7700	60							
	Dekke over 1.	S355	8,38	m2		0,03 m	Stål fra malm	7700	60							
	Dekke over 1.	S355	19,87	m2		0,006 m	Stål fra malm	7700	60							
	Mesantin	S355	0,06	m2		0,012 m	Stål fra malm	7700	60							
	Mesantin	S355	10,08	m2		0,025 m	Stål fra malm	7700	60							
	Mesantin	S355	0,44	m2		0,03 m	Stål fra malm	7700	60							
	Plan 1	S355	1,5	m2		0,02 m	Stål fra malm	7700	60							
	Plan 1	S355	0,65	m2		0,03 m	Stål fra malm	7700	60							
	Plan 1+	S355	2,88	m2		0,02 m	Stål fra malm	7700	60							
	Plan 1+	S355	0,91	m2		0,03 m	Stål fra malm	7700	60							
	Plan 1+	S355	22,21	m2		0,006 m	Stål fra malm	7700	60							
	Plan 3	S355	0,04	m2		0,01 m	Stål fra malm	7700	60							
	Plan 3	S355	0,02	m2		0,015 m	Stål fra malm	7700	60							
	Plan 3	S355	5,06	m2		0,02 m	Stål fra malm	7700	60							
	Plan 3	S355	1,77	m2		0,025 m	Stål fra malm	7700	60							
	Plan 3	S355	0,08	m2		0,03 m	Stål fra malm	7700	60							
	Plan 3	S355	4,61	m2		0,03 m	Stål fra malm	7700	60							
	Plan 3	S355	0,8	m2		0,04 m	Stål fra malm	7700	60							
	Plan 3	S355	0,02	m2		0,06 m	Stål fra malm	7700	60							
	Plan 3	S355	7,62	m2		0,006 m	Stål fra malm	7700	60							
Sum 2-5-5 Massive tredekker																

Konstruksjon	Kommentar	Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m3	Levetid	Nr i prisbok	Navn i prisbok	Enhet	Enhetspris	Pris	Kommentar
2-5-6 Gulv														
2-5-6-1 Plastfolie		2812,35	m2	0,002	m	Polyetylen	950	25						
2-5-6-4 Gulvsponplater (22 mm)		107	m2	0,02	m	Sponplater	691	25	02.5.5.3.0130	Undergulv av plater. Sponplater t = 22 mm	m2	kr 277,00	kr 29 639	
2-5-6-5 Massiv parkett - eik	Scenegulv	172	m2	0,012		Parkett	517	25	02.5.5.3.0300	Parkett, laminert, cik, lakkert overflate, t = 22 mm	m2	kr 1 004,00	kr 172 688	
2-5-6-8 Linoleum		5368	m2	0,0025	m	Linoleum	1200	25	02.5.5.5.0210	Linoleumsbelegg, t = 2.5 mm	m2	kr 250,00	kr 1 342 000	
2-5-6-9 Vinyl		581	m2	0,002	m	Vinyl	1200	25	02.5.5.5.0100	Vinylbelegg, t = 2 mm	m2	kr 310,00	kr 180 110	
2-5-6-11 Keramiske flis		7	m3	0,0015	m	Keramisk flis	1900	25	02.5.G.003	Keramisk flis, sementbasert fugemasse	m2	kr 906,00	kr 6 342	Hovedpost m. underposter
2-5-6-13 Påstøp														
Betong	1. Påstøp 32/40 Mpa (A21_1)	281,235	m3			Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	25	02.5.J.003	Påstøp, t = 100 mm	m2	kr 744,00	kr 209 239	Hovedpost m. underposter
Armering	1. 60 kg/m3	281,235	m3	16874,1	kg	Stål fra malm - 80% resirk	7700	25						
2-5-6-13 Påstøp														
Betong	2.	3493,9901	m2	0,08		Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	25	02.5.J.002	Påstøp, t = 70 mm	m2	kr 683,00	kr 2 386 395	Hovedpost m. underposter
Armering	2. 60 kg/m3	279,519208	m3	16771,1525	kg	Stål fra malm - 80% resirk	7700	25						
2-5-6-13 Påstøp														
Betong	3.	1645,132	m2	0,08	m	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	2400	25	02.5.J.002	Påstøp, t = 70 mm	m2	kr 683,00	kr 1 123 625	Hovedpost m. underposter
Armering	3. 60 kg/m3	131,61056	m3	7896,6336	kg	Stål fra malm - 80% resirk	7700	25						
												kr	5 420 399	
Sum 2-5-6 Gulv														
2-5-7 Himling														
2-5-7-2 Systemhimling – gips	H-11	379,3	m2	0,026	m	Gips	650	15	02.5.E.010	Fast gipshimling, 2x13 mm, lydbøyer, nedføring 600-1000 mm	m2	kr 933,00	kr 353 887	
2-5-7-4 Systemhimling - mineralull	H-01	135,5	m2	0,04	m	Glassull	20	15	02.5.F.009	Hygienehimling, mineralull, 20 mm, overflatebehandlet	m2	kr 467,00	kr 63 279	
	H-01b	397,2	m2	0,04	m	Glassull	20	15	02.5.F.006	T-profilhimling, mineralull, 40 mm, overflatebehandlet	m2	kr 447,00	kr 177 548	
	H-02	1883,9	m2	0,075	m	Glassull	20	15	02.5.F.006	T-profilhimling, mineralull, 40 mm, overflatebehandlet	m2	kr 477,00	kr 898 620	
	H-03	3964,9	m2	0,075	m	Glassull	20	15	02.5.F.014	Treullplate i himling	m2	kr 309,00	kr 1 225 154	
	H-06a	379	m2	0,04	m	Glassull	20	15	02.5.F.006	T-profilhimling, mineralull, 40 mm, overflatebehandlet	m2	kr 447,00	kr 169 413	
	H-07	109,1	m2	0,04	m	Glassull	20	15	02.5.F.006	T-profilhimling, mineralull, 40 mm, overflatebehandlet	m2	kr 447,00	kr 48 768	
	H-08	110,3	m2	0,04	m	Glassull	20	15	02.5.F.006	T-profilhimling, mineralull, 40 mm, overflatebehandlet	m2	kr 447,00	kr 49 304	
												kr	2 985 973	
												kr	13 511 067	

Passivhus-skole investeringskostnad

Konstruksjon	Kommentar		Mengde	Enhet	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m3	Levetid	Nr i prisbok	Navn i prisbok	Enhet	Enhets-pris	Pris	Kommentar
2-6 Yttertak															
2-6-2 Betongelementer															
2-6-2-1 Hulledekker dekomponert															
Betong	DO.3	H27	146,5472	m2			Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400		60 02.6.A.008	HD-element, t = 265 mm, med gysing og fuging	m2	kr 944,00	kr 138 341	Hovedpost
Armering															
2-6-2-1 Hulledekker dekomponert															
Betong	DO.3	H32 H32	488,89	m2			Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400		60 02.6.A.010	HD-element, t = 320 mm, med gysing og fuging	m2	kr 1 033,00	kr 505 023	Hovedpost
Armering															
2-6-2-1 Hulledekker dekomponert															
Betong	DO.2	H50 H50	192,19	m2			Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	2400		60 02.6.A.013	HD-element, t = 420 mm, med gysing og fuging	m2	kr 1 129,00	kr 216 983	Hovedpost
Armering															
2-6-3 Tre															
													kr	860 346	
2-6-4 Isolasjon															
2-6-4-4 Mineralull - støpeplate (plassert i kompakte tak): Steinull															
Tredekker	Steinull		2682,3	m2	0,05	m	Steinull / Rock wool	30		60 02.6.A.036	Gronne tak (Sedum-tak) + fallisolasjon t = ca. 300 mm	m2	kr 1 420,00	kr 3 808 866	Hovedpost
2-6-4-4 Mineralull - støpeplate (plassert i kompakte tak): Steinull															
Hulledekker	Steinull		827,62	m2	0,05	m	Steinull / Rock wool	30		60 02.6.A.036	Gronne tak (Sedum-tak) + fallisolasjon t = ca. 300 mm	m2	kr 1 420,00	kr 1 175 220	Hovedpost
2-6-4-5 Polystyren (EPS, XPS)															
Tredekker	EPS		2682,3	m2	0,3	m	Polystyren (EPS)	25		60					
2-6-4-5 Polystyren (EPS, XPS)															
Hulledekker	EPD		827,62	m2	0,3	m	Polystyren (EPS)	25		60					
													kr	4 984 086	
2-6-5 Massive tredekker															
2-6-5-1 Massive treelementer															
4. tak	CLT240		1544,6	m2	0,24	m	Tre	500		60	Massive treelementer i dekker, bærende, t = 240 mm	m2	kr 2 609,80	kr 4 031 097	
2-6-5-1 Massive treelementer															
3. tak	CLT260		764,7	m2	0,26	m	Tre	500		60	Massive treelementer i dekker, bærende, t = 260 mm	m2	kr 2 720,00	kr 2 079 984	
2-6-5-1 Massive treelementer															
3. tak	CLT 300		373	m2	0,3	m	Tre	500		60	Massive treelementer i dekker, bærende, t = 300 mm	m2	kr 3 160,80	kr 1 178 978	
Stålforbindelser- stålplater															
Takplan	S355		1,67	m2	0,02	m	Stål fra malm	7700		60					
Takplan	S355		1,26	m2	0,025	m	Stål fra malm	7700							
Takplan	S355		0,32	m2	0,04	m	Stål fra malm	7700							
													kr	7 290 059	
2-6-6 Tekking															
2-6-6-9 Plastfolie/dampsperre															
Tredekker			2682,3	m2	0,00015	m	Polyetylen	950		30					Går inn under sedumtak
2-6-6-9 Plastfolie/dampsperre															
Hulledekker			827,62	m2	0,00015	m	Polyetylen	950		30					Går inn under sedumtak
2-6-6-11 2 lag asfaltpapp															
Tredekker			2682,3	m2	0,0042	m	Asfaltpapp	1150		30	25				Går inn under sedumtak
2-6-6-11 2 lag asfaltpapp															
Hulledekker			827,62	m2	0,0042	m	Asfaltpapp	1150		30	25				Går inn under sedumtak
2-6-6-11 2 lag asfaltpapp															
Gesims			168,267	m2	0,0042	m	Asfaltpapp	1150		30					Går inn under sedumtak
													kr	13 134 492	
Sum 2-6 Tak															

Passivhus-skole investeringskostnad

Konstruksjon	Kommentar	Mengde	Enhet	Material	Densitet kg/m3	Levetid	Nr i prisbok	Navn i prisbok	Enhet	Enhetspris	Pris	Kommentar
2-7 Trapper og balkonger												
2-7-5 Tre												
2-7-5-1 Tretrapper	Hovedtrapp	7,314	m3	Tre	500	60	02.8.C.001	Trapp i tre, H = 2,6 m	stk	kr 24 957,00	kr 86 351,22	Multiplisert med høydefaktor
	T3 bitrapp østfløy trappeløp	5,8	m3	Tre	500		02.8.C.001	Trapp i tre, H = 2,6 m	stk	kr 24 957,00	kr 86 351,22	Multiplisert med høydefaktor
	T3 repos	1,193496	m3	Tre	500							
	T4 bitrapp vestfløy trappeløp	2,508	m3	Tre	500		02.8.C.001	Trapp i tre, H = 2,6 m	stk	kr 24 957,00	kr 52 534,49	Multiplisert med høydefaktor
	T4 pr. repos	0,532532	m3	Tre	500							
Sum 2-7-5 Tre												
2-7-4 Stål												
	Utvendig hovedtrapp	10842	kg	Stål fra malm - 80% resiu		60	02.8.B.008	Ståltrapp, komplett med rekkverk og håndløper, H = 3,6 m		kr 101 505,00	kr 128 850,45	Multiplisert med høydefaktor
	Spiraltrapp	5779,8	kg	Stål fra malm - 80% resirk			02.8.B.007	Spiral ståltrapp, komplett med rekkverk og håndløper, rømningstrapp, H = 4,2 m		kr 42 444,00	kr 47 282,62	Multiplisert med høydefaktor
Sum 2-7-4 Stål												
Sum 2-7 Trapper og balkonger												
kr 401 369,99												
2-8 Overflatebehandling												
2-8-1-2 Akrylmaling	Innervegger m. gips	3692,27	m2			15	02.4.H.004	Maling på gips innervegger	m2	kr 151,00	kr 557 532,77	

Vedlegg 6: Investeringskostnad TEK10-skolen

TEK10-skolen															
Gruppe	Kommentar	Materialnavn	Mengde (kg)	Densitet kg/m ³	m ³	Tykkelse	Utslippsfaktor	Utslipp, kg CO ₂ -ekv.	Areal	Levetid	Nr i prisbok	Navn i prisbok	Enhet	Enhetspris	Pris
2-1 Bæresystemer															
Søylar	40% av BTA								3610	60					
	Betong 80%	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	131383	2400	54,74		0,188	24700		60					
	Stål 20 %	Stål fra malm - 40% resirk	19340	7700			2,12	41000		60	02.2.2.1.0410	Betong i søylar, B45	m ³	kr 2 196,00	kr 120 215
										60	02.2.2.1.0300	Armering i søylar	kg	kr 19,00	kr 367 453
										60	02.2.2.1.0500	Bearbeiding av herdet betongoverflate, søyle, barking, etc	m ²	kr 91,00	kr 48 272
										60	02.2.2.1.0100	Forskaling av søyle, rektangulær	m ²	kr 1 111,00	kr 589 341
Bjelker	60% a BTA								5415	60					
	Betong 70%	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	172872	2400	72,03		0,188	32500		60					
	Stål 30%	Stål fra malm - 40% resirk	43538	7700			2,12	92300		60	02.2.3.1.0410	Betong i bjelker, B45	m ³	kr 1 978,00	kr 142 476
										60	02.2.3.1.0300	Armering i bjelker	kg	kr 19,00	kr 827 217
										60	02.2.3.1.0500	Bearbeiding av herdet betongoverflate, bjelker, barking etc	m ²	kr 81,00	kr 50 565
										60	02.2.3.1.0100	Forskaling av bjelker	m ²	kr 1 104,00	kr 689 183
			367132,68					190500							kr 2 834 722
2-2 Grunn og fundamenter															
Kantbjelke	5% av BYA	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	373404	2400	155,59		0,188	70200	155,61	60					
		Stål fra malm - 80% resirk	12421	7700			0,95	11800		60	02.1.6.0400	Betong i fundamenter B35	m ³	kr 1 886,00	kr 293 434
										60	02.1.6.0300	Armering av fundamenter	kg	kr 18,00	kr 223 579
										60	02.1.6.0100	Forskaling av kantbjelke h = 600 mm	m	kr 877,00	kr 136 470
Gulv på grunn	100 % av BYA								3112,2	60					
	Isolasjon	Ekstrudert polystyren (XPS)	27232	35			0,25	302272		60	02.5.2.0240	Underlag for gulv på grunn, EPS t = 100 mm, S80, 0,038 W/mK	m ²	kr 122,00	kr 949 221
	Fuktsperre	Propylen-membran	560	900			0,0002	1803		60	02.5.2.0250	Glidesjikt av plast, t = 0,20 mm	m ²	kr 38,00	kr 118 264
	Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	1120452	2400	466,86		0,188	210645		60	02.5.2.0150	Betong i gulv på grunn, B30	m ³	kr 1 940,00	kr 905 699
	Armering	Stål fra malm - 80% resirk	124516	7700			0,95	118290		60	02.5.2.0130	Armering i dekker	kg	kr 18,00	kr 2 241 284
										60	02.5.2.0110	Forskaling av dekkeforkanter, H = 100 - 150 mm	m	kr 205,00	kr 127 600
										60	02.5.2.0180	Avtrekking og stålglatting av gulv på grunn	m ²	kr 125,00	kr 389 025
			1658585,225					715010							kr 5 384 575
2-3 Yttervegg															
Klimavegg	55 % av YVOM								1907,95						
Konstruksjon	Stenderverk av tre	Norsk konstruksjonslast	33333	483			0,06	2000	1907,95	60					
										60	02.3.2.1.0165	Bindingsverk av tre, justert C24, 48 mm x 198 mm, c/c 600 mm	m ²	kr 344,00	kr 656 335
										60	02.3.2.1.0200	Bindingsverk av tre, 48 mm x 48 mm, c/c 600 mm	m ²	kr 176,00	kr 335 799
										60	02.3.2.1.0400	Åpning i bindingsverk av tre for dør, Dimensjon for åpning 8-10 x 21 M, 48 x 148 mm	stk	kr 550,00	kr 12 650
Isolasjon	250mm klimavegg	Glassull	9540	20	476,98	0,25	2,772	26444	1907,95	60	02.3.2.1.0500	Isolasjon i klimavegg, mineralull, t = 50 mm, 0,035 W/mK	m ²	kr 80,00	kr 152 636
										60	02.3.2.1.0550	Isolasjon i klimavegg, mineralull, t = 200 mm, 0,035 W/mK	m ²	kr 202,00	kr 385 406
Dampsperre	0,2mm pe folie	Propylen-membran	360	900	0,40	1998,550274	3,219	1158	1907,95	60	02.3.2.1.1100	Dampsperre, t = 0,20 mm plastfolie	m ²	kr 72,00	kr 137 372
Vindtetting	9 mm GU	Gipsplater	22430	900	24,92	2769,124264	0,214	4800	1907,95	60	02.3.2.1.1240	Gipsplate, GU vindsperre, med vannavvisende overflate, t = 9 mm	m ²	kr 173,00	kr 330 075
Innvendig overflate	13 mm gipsplate 100% Arealet	Gipsplater	66640	900	74,04	5695,742471	0,214	14261	1907,95	20	02.3.6.3.0100	Gipsplate, et lag på innside yttervegg, t = 13 mm	m ²	kr 165,00	kr 314 812
	8 mm keramisk flis + 1 mm PP membran 5% Arealet	Keramisk flis + Propylen-membran	2906	1900			0,48	1395	95,3975	20	02.4.6.2.0200	Keramiske fliser på innervegg, sementbasert fugemasse, dimensjon 100 x 100, på gipsplater	m ²	kr 767,00	kr 73 170
										20	02.4.6.2.0100	Smøremembran på vegg, for keramisk flis	m ²	kr 280,00	kr 26 711
	Behandling med vannbasert maling 95% av Arealet	Propylen-membran	183	900			3,219	588	95	20	02.4.H.004	Maling på gips innervegger	m ²	kr 151,00	kr 273 695
Fasade	18 mm panel malt trekledning 100% av Arealet	Vannbasert maling	1220	1100			2,54	3100	1812,5525	20	02.3.6.3.0300	Panel, 14 mm furu, stående	m ²	kr 335,00	kr 639 163
		Malt trekledning	33333	483			0,171	5700	1907,95	30					
									551,82	60	02.3.1.1.0420	Betong i yttervegg, B45	m ³	kr 2 169,00	kr 239 380
										60	02.3.1.1.0300	Armering i yttervegg	kg	kr 18,00	kr 238 392
										60	02.3.1.1.0500	Etterbehandling av betongyttervegg	m ²	kr 60,00	kr 552
Isolasjon	Isolasjon, EPS 50mm	Polystyren (EPS)	690	25	110,36	0,2	0,188	49796		60	02.3.1.1.0110	Forskaling av yttervegg, Støpehøyde > 3,3 m	m ²	kr 620,00	kr 342 128
										60	02.3.1.7.0300	Grunnmursplate EPS, t = 50 mm, inkl. fiberduk, S150, 0,035 W/mK	m ²	kr 142,00	kr 78 358
Overflatebehandling	behandling med vannbasert maling 95% av Arealet	Vannbasert maling	354	1100			2,54	900	524,229	20	02.4.H.001	Maling på betong innervegger	m ²	kr 141,00	kr 73 916
	8 mm keramisk flis 5% av arealet	Keramisk flis	833				0,48	400	27,591	20	02.4.6.2.0200	Keramiske fliser på innervegg, sementbasert fugemasse, dimensjon 100 x 100, på gipsplater	m ²	kr 767,00	kr 21 162
										20	02.4.6.2.0100	Smøremembran på vegg, for keramisk flis	m ²	kr 280,00	kr 7 725
Fasade	18 mm panel malt trekledning	Malt trekledning	9439	483			0,171	1614		30	02.3.6.3.0300	Panel, 14 mm furu, stående	m ²	kr 335,00	kr 184 860

Konstruksjon	Kommentar	Materialnavn	Mengde (kg)	Densitet kg/m3	m3	Tykkelse	Utslippsfaktor	Utslipp, kg CO2-ekv.	Areal	Levetid	Nr i prisbok	Navn i prisbok	Enhet	Enhetspris	Pris	
Dør	1% av YVOM + 1% YVUM															
	Dørblad: glass(70%) og aluminium (30%)	Aluminium, primær - 40% resirk	191	2700			6,15	1175	36,87	30						
		Glass	310	2500			0,91	282		30	02.3.J.020	Vindusdør, aluminiumsmantlet, 9M, u-verdi <1,0	stk	kr	14 249,00	
	Karm: profil av aluminium	Aluminiumprofil, ekstrudert	82	2700			2,452	200							327 727	
Vindu	34% YVOM + 5% YVUM								1190,36	25						
	Glass: 2 lag (U-verdi=1,2)	2-lags vindu	47620	20	2381,00		31,2	74278			02.3.J.005	Vinduer, tre + aluminiumsmantling, u-verdi <1,2	m2	kr	4 597,00	
	Karm:profil av aluminiumsmantlet tre	Norsk konstruksjonslast	5933	483	12,28		0,06	356							5 472 085	
		Aluminiumprofil, ekstrudert	1220	2700	0,45		2,452	2991								
									206375							
										kr 10 324 111						
2-4 Innervegg			514736													
Stendervegger	70% av INVOM og 70% av INVUM								INV	6047						
Konstruksjon	70 mm tre-stender	Norsk konstruksjonslast	30000	483			0,06	1800	9070,5	30		Bindingsverk, enkelt, for innervegg, c/c 600, t = 75	m2	kr	119,00	
										30	02.4.2.1.0100				1 079 390	
										30	2.4.2.1.0410	Åpning i gips-innervegg. Dim. 8 - 10 x 21 M	stk	kr	576,00	
Isolasjon	Steinull 70mm	Steinull / Rock wool	53334,50704	30		0,07	1,136	60588	9070,5	30	02.4.2.1.0520	Isolasjon i gips innervegg, mineralull, t = 70	m2	kr	897 980	
							0,214	17000	1209,4	15	02.4.6.3.0100	Gipsplate, på innervegg, t = 13 mm	m2	kr	160,00	
Kledning	13 mm gipsplate	Gipsplater	79439,25234	900			0,214	135616	4837,6	15	02.4.6.3.0110	Gipsplate, to lag på innervegg, t = 2 x 13 mm	m2	kr	292,00	
	2x13 mm gipsplate	Gipsplater	633719,6262	900			0,48	7415		15	02.4.6.2.0200	Keramiske fliser på innervegg, sementbasert fugemasse, dimensjon 100 x 100, på gipsplater	m2	kr	767,00	
Overflatebehandling	8 mm keramisk flis + 1mm PP-membran	Keramisk flis	6134,49433	1900			3,219	2945	181,41	15	02.4.6.2.0100	Smøremembran på vegg, for keramisk flis	m2	kr	280,00	
		Propylen-membran	7690,276483	900			2,54	24755	5260,89	15	02.4.H.004	Maling på gips innervegger	m2	kr	151,00	
	Behandling med vannvasert maling	Vannbasert maling	9746,062992	1100			3,76	5730	604,7	15	02.4.H.004	Maling på gips innervegger	m2	kr	151,00	
	Behandling med oljebasert maling	Oljemaling	1523,93617	1500											91 310	
Murvegg	4% av INVOM og INVUM															
Konstruksjon	150 mm Lettklinker-blokk	leca-vegg	27937	770	36,28		0,224	6258	241,88	60	02.4.2.3.0100	Lettklinkervegg, 150 mm, til puss/slemming	m2	kr	743,00	
Komplettering side 1	15 mm murpuss	Murpuss	5633,802817	1500			0,213	1200	241,88	60	02.4.6.1.0100	Puss, finkornet, på innervegg	m2	kr	373,00	
Komplettering side 2	15 mm avrettingsmasse/puss	Avrettingsmasse	5235,602094	1500			0,191	1000	241,88	60	02.4.6.1.0100	Puss, finkornet, på innervegg	m2	kr	373,00	
Overflatebehandling	8 mm keramisk flis + 1mm PP-membran	Keramisk flis	879,8083989	1900			0,48	422	7,2564	15	02.4.6.2.0200	Keramiske fliser på innervegg, sementbasert fugemasse, dimensjon 100 x 100, på gipsplater	m2	kr	767,00	
		Propylen-membran	52,0944295	900			3,219	168	7,2564	15	02.4.6.2.0100	Smøremembran på vegg, for keramisk flis	m2	kr	280,00	
	Behandling med vannvasert maling	Vannbasert maling	551,1811024	1100			2,54	1400	210,4356	15	02.4.H.002	Maling på pusset innervegger	m2	kr	140,00	
	Behandling med oljebasert maling	Oljemaling	79,78723404	1500			3,76	300	24,188	15	02.4.H.002	Maling på pusset innervegger	m2	kr	140,00	
Betongvegg	18% av INVOM og INVUM															
Konstruksjon	Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	391845,7447	2400	163,27		0,188	73667	1088,46	60	02.4.1.1.0440	Betong i innervegg, B45	m3	kr	2 169,00	
											02.4.1.1.0110	Forskaling av innervegg. Støpehøyde > 3,3 m	m2	kr	629,00	
											02.4.1.1.0200	Forskaling av døråpning. Dim. 8 - 10 x 21 M	stk	kr	554,00	
Armering	Armering	Stål fra malm - 80% resirk	19592,63158	7700			0,95	18613	1088,46	60	02.4.1.1.0300	Armering i innervegg	kg	kr	19,00	
Komplettering side 1	15 mm murpuss	Murpuss	24300,46948	1500			0,213	5176	1088,46	60	02.4.6.1.0100	Puss, finkornet, på innervegg	m2	kr	373,00	
Komplettering side 2	15 mm avrettingsmasse/puss	Avrettingsmasse	24696,33508	1500			0,191	4717	1088,46	60	02.4.6.1.0100	Puss, finkornet, på innervegg	m2	kr	373,00	
Overflatebehandling	8 mm keramisk flis + 1mm PP-membran	Keramisk flis	3965,102598	1900			0,48	1903	32,6538	15	02.4.6.2.0200	Keramiske fliser på innervegg, sementbasert fugemasse, dimensjon 100 x 100, på gipsplater	m2	kr	767,00	
		Propylen-membran	234,7781153	900			3,219	756	32,6538	15	02.4.6.2.0100	Smøremembran på vegg, for keramisk flis	m2	kr	280,00	
Komplettering side 1	Behandling med vannvasert maling	Vannbasert maling	2480,314961	1100			2,54	6300	946,9602	15	02.4.H.002	Maling på pusset innervegger	m2	kr	140,00	
Komplettering side 2	Behandling med oljebasert maling	Oljemaling	398,9361702	1500			3,76	1500	108,846	15	02.4.H.002	Maling på pusset innervegger	m2	kr	140,00	
Dør	8% av INVOM og INVUM															
Dørblad	Laminat	PVC-membran/tettesjikt	4211	1360	3,10		3,201	13478	483,76	15	02.4.F.013	Innerdør, laminat, 9x21 M, trekarm	stk	kr	8 890,00	
		Fiberbord Medium Tetthet	4064	700	5,81		0,39	1585	483,76						2 275 840	
Karm	Profil av tre	Norsk konstruksjonslast	24850	483			0,06	1491	483,76							
			1362596,744													
									395783	kr 9 888 017						
									2725193,489							

Konstruksjon	Kommentar	Materialnavn	Mengde (kg)	Densitet kg/m3	m3	Tykkelse	Utslippsfaktor	Utslipp, kg CO2-ekv.	Areal	Levetid	Nr i prisbok	Navn i prisbok	Enhet	Enhetspris	Pris			
									BTA-BYA									
									5912,8									
2-5 Dekker																		
Betongdekke																		
Konstruksjon	265 mm HD-element 40/50 Mpa 0%-FA	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	1880234	2400			0,188	353484	5912,8		60	02.5.1.2.0120	Hulldykker HD 265, bruksområde inntil 13,0 m	m2	kr	883,00	kr	5 221 002
	Armering	Stål fra malm - 80% resirk	94059	7700			0,95	89356	5912,8			02.5.1.2.0400	Gysing og figing av dekkelementer	m2	kr	118,00	kr	697 710
Gulv	14 mm parkett	Parkett	7703	517				1870	354,768		25	02.5.5.3.0310	Parkett, laminert, eik, lakkert overflate, t = 14 mm	m2	kr	718,00	kr	254 723
	2 mm Vinyl	Vinyl	37038	1200	14,90		0,2427	3,19	3,19		2,5	02.5.G.028	Vinylbelegg	m2	kr	435,00	kr	2 237 699
	8 mm keramisk flis + membran	Keramisk flis	16177	1900	8,51		0,48	7765	354,768		2,5	02.5.G.003	Keramisk flis, sementbasert fugemasse	m2	kr	906,00	kr	321 420
Himling	13 mm gipsplate	Gipsplater	109304	900				23391	4671,112		15	02.5.E.003	Fast gipshimling, 1x13 mm, nedføring 600-1000 mm	m2	kr	461,00	kr	2 153 383
	20 mm mineralull (system)	Steinull / Rock wool	1523	30	121,45		0,214	1730	1241,688		15	02.5.E.003	T-profilhimling, mineralull, 20 mm, overflatebehandlet	m2	kr	388,00	kr	481 775
	Maling	Vannbasert maling	6166	1100	5,61		1,136	15661	4671,112		15	02.5.F.005	overflatebehandlet	m2	kr	136,00	kr	635 271
Påstøp 50mm betong	Betong	Betong (40/50 MPa) med iblandet flyve aske	709574	2400			2,54	133400	5912,8		60	02.5.L.008	Maling på gipsplatehimlinger	m2	kr	231,00	kr	1 365 857
	Armering	Stål fra malm - 80% resirk	14737	7700			0,188	14000	5912,8		60	02.5.3.0100	Påstøp, betong, t = 50 mm	m2	kr	18,00	kr	106 430
	Isolasjon	Steinull / Rock wool	4401	30			0,95	5000	5912,8		60	02.5.2.0130	Armering i dekker	kg	kr	123,00	kr	727 274
	Avretting	25 mm trinnydplate steinull	3370	570	5,91		0,599	2019	295,64		60	02.5.5.3.0170	Isolasjon for trinnyd. Mineralull lydplate t = 25 mm	m2	kr			
									2884286,596									
									765827									
															kr	14 202 546		
2-6 Yttertak									BYA									
Betongtak									3112,2									
Konstruksjon	320 mm HD-element 32/40 MPA	Betong (32/40 MPa) med iblandet flyve aske	1195085	2400			0,163	194799	3112,2		60	02.6.A.010	HD-element, t = 320 mm, med gysing og figing	m2	kr	1 033,00	kr	3 214 903
	Armering	Stål fra malm - 80% resirk	59754	7700	497,95	0,22	0,95	56767	3112,2									
Membran	2x3mm asfaltpapp	Asfaltpapp	21459	1150			0,826	17725	3112		60	02.6.2.1.0110	Tekking med asfalt takbelegg, 2-lags	m2	kr	282,00	kr	877 640
Isolasjon	Steinull (350mm)	Steinull / Rock wool	32661	30			1,136	37103	3112,2		60	02.6.1.5.0340	Isolasjon på tak, mineralull, skråskåren, gj.sn. t = 300 mm, S80, 0,038 W/mK	m2	kr	419,00	kr	1 304 012
									3112,2									
Dampsperre	0,2 mm PE-folie	Propylen-membran	559	900			3,219	1800	3112,2		60	02.6.1.5.0400	Isolasjon på tak, mineralull, t = 50 mm (toppsjikt)	m2	kr	98,00	kr	304 996
Himling	13 mm gipsplate	Gipsplater	57532	900	63,92		0,214	12312	2458,638		15	02.6.1.5.0850	Dampsperre, t = 0,20 mm plastfolie	m2	kr	72,00	kr	224 078
	20 mm mineralull (system)	Steinull / Rock wool	804	30			0,214	913	653,562		15	02.5.E.003	Fast gips Himling, 1x13 mm, nedføring 600-1000 mm	m2	kr	461,00	kr	1 133 432
	Maling	Vannbasert maling	3245	1100	2,95		1,136	8243	2458,638		15	02.5.F.005	T-profilhimling, mineralull, 20 mm, overflatebehandlet	m2	kr	388,00	kr	253 582
							2,54				15	02.5.L.008	Maling på gipsplatehimlinger	m2	kr	136,00	kr	334 375
Tekking	6,8 mm asfaltpapp	Asfaltpapp	68160	1150			0,826	56300	4357		30	02.6.2.1.0110	Tekking med asfalt takbelegg, 2-lags	m2	kr	282,00	kr	1 228 697
															kr	8 875 714		
2-7 Trapper og balkonger																		
	Ståltrapp (105 kg stål/m2 trapp)	Stålsesjon av varmmullet stål	12417	7800				14056	118,26		60	02.8.B.008	Ståltrapp, komplett med rekkverk og håndløper, H = 3,6 m	stk	kr	110 505,00	kr	221 010
					1,59													
Total:															kr	195 233,00	kr	390 466
															kr	52 121 162		