



Kunnskap for en bedre verden

INSTITUTT FOR HAVROMSOPERASJONER OG
BYGGTEKNIKK

BYGA2900 - BACHELOROPPGAVE BYGG

**Hvordan påvirker
bærekraftstiltak, design og pris
utformingen på nybygg**

Kandidatnummer:

10026

10044

10010

Dato

21.05.2024

Innhold

Figurer	iii
Tabeller	v
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn for oppgaven	1
1.2 Målet med oppgaven	1
1.3 Problemstilling	1
1.4 Oppgavens avgrensninger	1
2 Teoretisk grunnlag	2
2.1 Prosjektering, ledelse og byggeprosess	2
2.1.1 Byggherre	2
2.1.2 Prosjekteringsledelse, oppgaver og plikter	2
2.1.3 Totalentreprenørens og prosjekteringslederens kompetanse	3
2.1.4 Arkitekt	4
2.1.5 Detaljprosjektering	4
2.2 Kontrakt og entrepriseform	4
2.2.1 Anbud	5
2.2.2 Kostnad, tid og gjennomføringsevne	5
2.3 Samhandling og digitalisering	5
2.3.1 BIM	6
2.3.2 Dalux	6
2.3.3 DWG-filer	7
2.3.4 ICE	7
2.3.5 LEAN i byggeprosess	8
2.4 Bygningsfysikk og byggeteknisk teori	8
2.4.1 Fukt	8
2.4.2 Lufttetting	10

2.4.3	U-verdi	11
2.4.4	Kuldebro	12
2.5	Bærekraft i byggebransjen	13
2.5.1	Livsløpsvurdering	13
2.5.2	BREEAM-NOR	14
2.5.3	Betong	14
2.5.4	TEK 17 klimagassregnskap	15
2.6	Beregningsgrunnlag	15
2.6.1	Eulerlasten	16
2.6.2	Dimensjonerende knekkapasitet	16
2.6.3	Eurokoder	17
2.7	Geoteknikk	18
2.7.1	Totalsondering	18
3	Anvendt metode	19
3.1	Møtereferat og samtaler	19
3.2	BIM - Dalux	19
3.3	Tegning og redigering i AutoCAD	20
3.4	Datainnsamling og litteratur	20
3.5	Bruk av veiledere	21
3.6	Beregninger	22
3.7	Bruk av statistikk	22
3.8	Analyse	22
3.9	Troverdighet til kilder	23
4	Resultat	24
4.1	Byggdetaljer	24
4.1.1	Eksempler på detaljer Haramsøy skole	24
4.1.2	Detalj eks. 1 - Overgang mellom utvendig og innvendig trappeamfi	26
4.1.3	Detalj eks. 2 - Overbygd gang	31

4.1.4	Detalj eks. 3 - Svevende vegg plan 2	33
4.1.5	Detalj eks. 4 - Buet vegg	42
4.2	Diskusjon - Byggdetaljer	45
4.3	Materialvalg	47
4.3.1	Betong	47
4.3.2	Stål	51
4.3.3	Treverk	53
4.3.4	Lastberegning av gangpassasje	55
4.4	Diskusjon - Materialvalg	59
4.5	Grunnforhold	60
4.5.1	Borprøver/totalsondering	60
4.6	Diskusjon - Grunnforhold	62
5	Avsluttende konklusjon	65
	Bibliografi	66
	Appendix	70
A	AutoCAD	70
B	Regneark lavkarbonbetong hulldekke	77
C	EPD	81
D	Klimagassutslipp referanseverdier	132
	Figurer	
1	Fordelen ved bruk av BIM [21].	6
2	Eksempel på hvordan Dalux er i bruk.	6
3	Eksempel på hvordan en DWG-fil kan se ut.	7
4	Eksempel oppbygning kompakt tak [58].	8

5	Eksempel på tilslutning glassfasade sokkel [63].	9
6	Eksempel på tilslutning mot betongoppkant [63].	10
7	Kritiske punkter lufttetting [62].	11
8	Varmestrømning i lineær kuldebro [60].	12
9	Lengde kuldebro [60].	12
10	LCA illustrasjonsbilde[35].	14
11	Knekk lengder [37].	16
12	Prinsipp for utførelse av totalsondering [29].	18
13	Flytskjema for arbeidsmetodikk.	19
14	Flytskjema relater til materialvalg gjort på prosjektet.	22
15	Oversikt detaljer [11].	25
16	Trappeamfi innvendig [11].	26
17	3D-modell Dalux overgang mellom ute og inne trapp.	26
18	Renne og membran trappeamfi markert i snitt.	27
19	Snitt som belyser viktige moment i detalj.	27
20	Alternativ løsning glassfasade.	29
21	Alternativ løsning med betongtrapp plassert nærmere vegg.	30
22	Overbygd gang detalj.	31
23	Rist overbygd gang.	31
24	Overbygd gang sett i 3D-modell Dalux.	32
25	Plan 2 Haramsøy skole [11].	33
26	Overgang vegg-gulv mot det fri 3D-modell [28].	33
27	Overgang vegg-gulv mot det fri [28].	34
28	Prinsipiell oppbygning av tilslutning mellom vegger med isolert bindingsverk av tre med gjennomgående stendere, og hulldekke av betong [61].	35
29	Alternativ løsning svevende vegg 1.	36
30	Alternativ løsning svevende vegg 2.	37
31	Alternativ løsning svevende vegg 3.	38
32	Mål lengde kuldebro [28].	39

33	Utsnitt plantegning BRA [28].	39
34	Buet vegg utsnitt plan 1.	42
35	Sjikt i buet vegg.	43
36	Lengde buet vegg.	44
37	Materialindeks hentet fra SSB [48].	47
38	Betonghulldekke	48
39	Snitt av hulldekke i Dalux [28].	48
40	Flytskjema [25].	50
41	Prisindeks, hentet fra Norsk Stål [66].	52
42	Synlige tresøyler på bygget.	53
43	Trekonstruksjon av bygget [28].	53
44	Gjennomsnittspris av treverk hentet fra Norsk Skogbruk [34].	54
45	Gangpassasje av limtresøyle og dekke.	55
46	Matrikkelkart av byggetomt, nybygg skravert i rosa linjer. Hentet fra Isy Map Server, Haram Kommune [50].	60
47	Enkeltboringer fire hull. Hentet fra Geotekniske grunnundersøkelser, Ålesund kommunale eiendom KF [39].	60
48	Borprøver av byggetomt, totalt 4 borhull markert i røde kryss, omrisset av røde sirkler [50].	61
49	Rød pil anviser hvor tidligere svømmebasseng har vært [50].	63

Tabeller

1	Kuldebroverdier, hulldekke med tykkelse 265 mm, bindingsverk av tre [61].	35
2	Normalisert kuldebroverdi for forskjellige løsninger.	40
3	Sjikt brukt i U-verdi beregninger.	40
4	U-verdi for vegg plan 2 med og uten bidrag fra normalisert kuldebroverdi.	40
5	Betongsammensetning hulldekke lavkarbonklasse A [24].	49
6	Sammenligning av lavkarbonklasse A og B i hulldekke.	50
7	Resultat av klimagassopptak og utslipp av trevirke på bygget.	54

8	Imperfeksjonsfaktor for ulike knekkurver, hentet fra NS-EN 1993 1-1 .	58
9	Borprøver av byggetomt, 4 hull [39].	61

Forord

I denne bacheloroppgaven har vi sett på hvordan bærekraftstiltak, design og pris påvirker utformingen av nybygg. Oppgaven ble utformet gjennom hele arbeidet, og tilspisset underveis i løpet. Med flere måneders intensivt arbeid, markerer dette avslutningen på vår utdanning som byggingeniører med retning byggteknikk.

Oppgaven tar for seg Haramsøy skole, som er et prosjekt Consto Midt-Norge har utført. Derav er oppgaven utdelt av Consto Midt-Norge, og skrevet i samråd med de og NTNU Ålesund. Underveis i skrivingen har det vært behov for veiledning, for å få oppgaven på rett kurs, derved har Torodd, Lala og Per Henrik vært til stor hjelp. Vi vier en ekstra stor takk til dem.

I løpet av oppgaven har vi sett på utvalgte løsninger og utfordringer ved byggeprosjektet. Hvor vi har satt oss inn i valgte løsninger og utfordringer, å dermed gitt våres synspunkt på disse. Vi anså dette som spennende og lærerikt, og tenkte vi fikk vist et bredt mangfold av hva vi har lært i løpet av de tre siste skoleårene på NTNU Ålesund.

Sammendrag

Denne bacheloroppgaven tar utgangspunkt i nybygget på Haramsøy skole. Oppgaven belyser hvordan bærekraftstiltak, design og pris påvirker moderne bygninger. Teorigrunnlaget i oppgaven baserer seg i stor grad på byggtekniske forskrifter, standarder og eurokoder. Ved utarbeidelse av oppgaven har utvalgte bygningsdeler og materialer blitt undersøkt, vurdert, revidert og satt opp mot problemstillingen. Dette har blitt gjort ved bruk av digitale hjelpemidler, og samarbeid med entreprenør. Oppgaven benytter seg av beregninger og tegninger for å underbygge resultater og diskusjoner knyttet til tema.

Abstract

This bachelor's thesis is based on the new building at Haramsøy School. The thesis highlights how sustainability measures, design, and cost affect modern buildings. The theoretical foundation of the thesis is largely based on building regulations, standards, and Eurocodes. In the preparation of the thesis, selected building components and materials have been examined, assessed, revised, and compared to the research question. This has been done using digital tools and in collaboration with the contractor. The thesis utilizes calculations and drawings to support results and discussions related to the topic.

Terminologi

Begreper

AutoCAD

Programvaren har en rekke tegneverktøy til å designe, tegne og dokumentere med presis 2D-geometri.

BIM

Building Information Modelling eller norsk begrep, bygningsinformasjonsmodellering. Dette er en prosess for digital modellering av byggverk, der all informasjon blir lagret.

Bindingsverk

Betegnelse for forskjellige byggemåter for vegger eller andre konstruksjoner, oftest i trehus.

Biogent karbon

Gjennom fotosyntesen tar trærne til seg karbon fra karbondioksid i luften, dette bindes så i trevirke og dermed blir til biogent karbon.

BREEAM

Sertifiseringsordning for mer miljøvennlige bygg. Bygg rangeres etter flere kategorier og i ulike nivåer.

BRA

Forkortelse for bruksareal, dette er summen av alt areal som ligger innenfor ytterveggene.

CO2-ekvivalenter

Klimagasser som karbondioksid, metan, lystgass og fluorgasser. Alle disse gassene bidrar til klimaendringer, for å sammenligne de, regnes de om til CO2-verdier.

COVID-19

Navnet på sykdommen som ble til en pandemi i 2019-2021, sykdommen rammer hovedsakelig gjennom luftveier. Viruset blir kalt sars-CoV-2, defineres som et koronavirus.

Dalux

BIM-plattform som benyttes til prosjekthåndtering, der en enkelt kan få tilgang til prosjektinformasjonen på en stasjonær eller mobil enhet. Plattformen benyttes til kommunikasjon, tverrfaglig kollideringsjekk, visualisering og for enkel deling av re-

viderte tegninger.

Due diligence

Oversettelse til norsk, selskapsgjennomgang, en arbeidsprosess og metode for å samle inn og analysere informasjon om et selskap. Ofte i forbindelse med fusjoner, oppkjøp eller andre strategiske forandringer.

DWG-filer

En datafil med innhold av to- og tredimensjonal vektorgrafikk. Filen er navngitt som en forkortelse for ordet drawing”, tegning på norsk. Filen inneholder en tegning og en modell, modellen kan redigeres.

EPD

Forkortelse for Environmental Product Declaration, norsk forkortelse er miljødeklarasjon for et produkt. Dette er et dokument for oppsummering av miljøegenskapene til et produkt, en komponent eller en tjeneste.

ICE

Metode for å fremme samarbeid og effektive beslutninger i prosjekter.

Kuldebro

En del av en konstruksjon som har dårligere isolasjon enn øvrige bygningsdeler. For eksempel stål som ligger for langt ut i byggekonstruksjonen uten tilstrekkelig isolasjonstekking i enden. Betong som strekker seg fra varm sone ut i kald sone uten isolasjonsskille.

LCA

Forkortelse for Life Cycle Assessment, eller det norske ordet livssyklusanalyse. Metoden er benyttet for å danne et helhetsinntrykk av den totale miljøpåvirkningen av et produkts livssyklus, fra råvareutvinning til bruk, til avfallshåndtering med alle bindeledd i mellom.

LEAN

En metode for å øke kvalitet og resultater og minimere sløsing.

Sjikt

Betyr lag, som i en vegg som er bygd opp i flere sjikt, altså flere lag med materialer.

SSB

Statistisk sentralbyrå med ansvar i Norge for innsamling, bearbeiding og formidling av offisiell statistikk.

TEK10-17

Veiledning om byggt teknisk forskrift, og krav til egenskaper et byggverk må ha for å kunne oppføres lovlig.

Totalsondering

Geoteknisk undersøkelsesmetode som kombinerer prinsippene for dreietrykkssondering og bergkontrollboring, designet for å evaluere grunnforholdene ved bygg- og anleggsprosjekter.

U-verdi

Beskriver varmetapet som passerer en kvadratmeter dør eller vindu ved temperaturforskjell på én grad Celsius. Jo lavere U-verdien er, jo bedre er varmeisolasjonen.

W/(mK)

Enheten for termisk konduktivitet, og et annet ord for varmeledningsevne.

Symboler

A - Tverrsnittsareal

E - Elastisitetsmodul

G - Permanent last

I - Arealtreghetsmoment

L_k - Knekk lengde

M_{Ed} - Dimensjonerende verdi for bøyemoment

$N_{b,Rd}$ - Dimensjonerende kapasitet ved bøyeknekkning

N_{cr} - Ideell kraft for den relevante knekkformen basert på bruttotverrsnittet

N_{Ed} - Dimensjonerende verdi for aksialkraft (strekk eller trykk)

P_E - Euler-lasten (knekklasten for en ideell søyle)

Q - Variabel last (Q_s snølast)

q_{Ed} - Dimensjonerende last

ρ_m - Densitet

χ - Reduksjonsfaktor for relevant knekkform

Φ - Funksjon for å bestemme reduksjonsfaktor χ

ψ_1 - Faktor for ofte forekommende verdi

α - Imperfeksjonsfaktor

$\bar{\lambda}$ - Relativ slankhet

γ_i - Tyngdetetthet til et gitt material

γ_M - Materialfaktor

γ_{M1} - Partialfaktor for stavens kapasitet mot instabilitet påvist for hele staven

ζ - Reduksjonsfaktor/fordelingsfaktor

f_d - Total dimensjonerende last

f_y - Flytegrense

i - Arealtreghetsradius

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Denne oppgaven tar utgangspunkt i Haramsøy skole, et bygg som ble ferdigstilt og overlevert i 2023 til byggherre Ålesund kommunale eiendom. Totalentreprenør Consto Midt-Norge AS, har stått for gjennomføringen av prosjektet. Det 1200m² store bygget binder sammen eksisterende barneskole og ungdomsskole. Nybygget består av fellesarealer og lærerarbeidsplasser. Bygget er et moderne bygg, hvor bærekraft står sterkt i fokus. Dette gjennom blant annet BREEAM-sertifisering og solcelleanlegg på tak. Det har også blitt valgt materialer med lavere klimaavtrykk. Bygget har en moderne arkitektur som blant annet krever spesielle byggtekniske løsninger.

1.2 Målet med oppgaven

Gruppen vil i samarbeid med Consto Midt-Norge ta for seg en gjennomgang av viktige momenter ved prosjektet. Deretter skal utfordringer og løsninger fra prosjektet evalueres og drøftes. Temaer som belyses i oppgaven skal ha fokus på særegent design og bærekraft, samt pris. Det endelige målet med oppgaven blir da å gjøre rede for hvilke løsninger og materialvalg som er gunstig for dette, og lignende prosjekt, i tillegg begrunne resultatene som fremlegges i oppgaven.

1.3 Problemstilling

Med utgangspunkt i øvrige punkter vil oppgaven ha følgende problemstilling med utgangspunkt i Haramsøy skole:

Hvordan påvirker bærekraftstiltak, design og pris utformingen på nybygg?

1.4 Oppgavens avgrensninger

For å avgrense oppgaven vil gruppen ta for seg et utvalg detaljer på bygget som skiller seg ut og som ansees som innfløkte og/eller særegne. Deretter vil disse forklares, drøftes og begrunnes. Løsningene vil videre i noen tilfeller sammenlignes med alternative løsninger utarbeidet av gruppen. Gruppen vil også se på hvilke materialvalg som er tatt i prosjektet på utvalgte bygningsdeler. Materialvalgene vil begrunnes, drøftes og bli sammenlignet med relevante alternativer. Under arbeidet kom det også fram for gruppen at det ble gjort ekstra arbeid på prosjektet knyttet til grunnforhold, derfor ble det valgt å inkludere en del om dette i oppgaven, da det ansees som påvirker av pris i form av en tidskostnad.

2 Teoretisk grunnlag

2.1 Prosjektering, ledelse og byggeprosess

Prosjektering er en sentral fase i byggeprosessen, og innebærer utvikling og detaljering av bygningen. I denne fasen utføres det grundig gjennomgang av prosjektets tekniske aspekter og utfordringer. Prosjekteringsfasen er en kompleks prosess, og krever tett samarbeid mellom ulike faggrupper og interessenter. For å minimere feil, avvik, forbedre effektiviteten og sikre at byggeprosjektet møter sine mål på en kostnadseffektiv måte, er det viktige med gode prosjekteringspraksiser [32].

For å sikre en effektiv og vellykket gjennomføring av byggeprosjekter, er det avgjørende med dyktig ledelse og en systematisk prosjekteringsprosess. Det er viktig med god overordnet forståelse av byggeprosessen og hva dette innebærer. Forståelsen av sammenhengen mellom teori og praksis er essensiell i byggebransjen.

2.1.1 Byggherre

Byggherre er den som står bak et bygge- eller anleggsarbeid. I dag brukes vanligvis uttrykket tiltakshaver i stedet. Byggherre er bestilleren og betaleren, og i de fleste tilfeller eieren av den ferdige bygningen. Det kan være en enkeltperson, for eksempel grunneieren eller en som bygger etter avtale med grunneieren. Det kan også være et foretak, en organisasjon eller lignende. Plan- og bygningsloven § 23-2 bruker følgende definisjon: ”Tiltakshaver etter denne lov er den person eller foretak tiltaket utføres på vegne av” [46].

2.1.2 Prosjekteringsledelse, oppgaver og plikter

Prosjektarbeid er i dag en vanlig organisasjonsform for å løse oppgaver som har karakter av en engangsforseelse. *Et prosjekt sikter alltid mot å fremskaffe et resultat i vid forstand. Dette kan være alt fra et stort bygg, en ny vei, et kraftanlegg eller en oljeplattform til en mindre organisasjonstilpasning* [71]. Bedrifter som driver prosjektrettet virksomhet, betegner prosjektledelse som en nøkkelkompetanse for at de skal kunne være konkurransedyktige [71].

En rekke prosjekter når ikke sine mål og ender opp uferdige, får store kostnadsoverskridelser eller blir forsinket. Det kan være lett å tro at dette ligger i et prosjekts natur siden det er en engangsforseelse. Prosjekter har imidlertid mange likhetstrekk, og de kan derfor lære av hverandre. Feil som er gjort i et prosjekt, kan øke kompetansenivået slik at vi ikke gjør tilsvarende feil i et senere prosjekt [71].

Prosjekteringsleder sine oppgaver bidrar til å kvalitetssikre byggeprosjektet ved at prosjekteringen har gitt klare føringer for hva som skal bli gjort. Under prosjektet vil det være tett dialog mellom prosjekteringsansvarlig, byggherren, rådgivere og utførende fagpersoner [71].

Ansvar til en prosjekteringsleder vil være å delta i utarbeiding av prosjekteringsplaner og delta på prosjekteringsmøter. Samt produsere tegninger og produksjonsdokumenter for byggeprosjektet. Slik at sluttresultatet blir som ønsket, og at arbeidet er utført etter gitte rammebetingelser, eksempelvis kostnad og kvalitet. Selve prosjekteringen blir ledet av prosjekteringsleder som tar del i prosjekteringsorganisasjonene, og kontrakten som prosjekterende har med byggherre. Avhengig av prosjektets størrelse, kan prosjekteringsledelsen bestå av en eller flere personer. Prosjekteringsleders oppgaver innebærer motivering av staben, koordinere tverrfaglige konsulenter, ta økonomiske beslutninger og være lojal mot oppdragsgivers behov og rammer [72].

2.1.3 Totalentreprenørens og prosjekteringslederens kompetanse

De viktigste kompetanseområdene prosjektledelsen bør ha kontroll på, anses som integrasjon, arbeidsomfang, tid, kostnad, kvalitet, personale, risiko, anskaffelser og kommunikasjon. Tid omfatter viktige prosesser for sikring av prosjektets ferdigstillelse til avtalt tid, som definering av aktiviteter, utvikling av tidsplan, termin styring, samt estimere ressurser og ressursens varighet for aktiviteter [47].

Kvalitet tar for seg nødvendige prosesser for å sikre måloppnåelse av prosjektets krav, dette utføres ved kvalitetsplanlegging, kvalitetssikring og ved utførelse av kvalitetskontroll. Kostnad omfatter nødvendige prosesser for å sikre at prosjektet ferdigstilles innen gitte kostnadsrammer, dette sikres ved hjelp av kostnadsstyring, kostnadsestimering, og kostnadsbudsjettering [47].

Risiko i prosjektet omfatter nødvendige styringsprosesser som risikoplanlegging, indentifisere risiko, risiko styring, planlegge risikorespons, samt benytte kvantitativ- og kvalitativ risikoanalyse. Integrasjon omfatter nødvendige prosesser for å sikre at de ulike deler av prosjektet blir tilstrekkelig integrert. Dette utføres ved å utvikle prosjektmandat, foreløpig omfangsdefinisjon og prosjektledelsesplan. Samt lede og styre prosjektgjennomføringen, følge opp prosjektet, å utføre integrert endringskontroll og avslutte prosjekter [47].

Arbeidsomfang omfatter nødvendige prosesser for å sikre at alt nødvendig arbeid blir utført under prosjektets gjennomføring. Samtidig som unødvendig arbeid ikke oppstår. Dette gjøres ved å verifisere omfang, følge opp arbeidsomfang, opprett WBS, og ved å planlegge og definere arbeidsomgang [47].

Personale omfatter nødvendig prosess for organisering av prosjektteamet. Utføres ved hjelp av personalplanlegging, ledelse av prosjektteam, utvikle prosjektteam og ved oppretting av prosjektteam. Anskaffelser er nødvendig prosess som omfatter anskaffelse av varer og tjenester fra utestående organisasjoner, samt for kontraktledelse. Vanlige prosedyrer er innhenting av tilbud, valg av leverandører, planlegge anskaffelser, planlegge kontrakter, samt kontraktsadministrasjon og kontraktavslutning [47].

2.1.4 Arkitekt

En arkitekt er en person med egnet utdannelse, som planlegger og prosjekterer fysiske omgivelser med et mål. Målet er å ta vare på menneskers praktiske behov, og tilrettelegge for en enklere hverdag. Arkitekten kan arbeide i et bredt omfang med arbeidsoppgaver fra møbler, til hus og byer. Begrepet arkitekt stammer fra gammelgresk og ordets betydning er første byggmester [3]. Arkitekt og landskapsarkitekt for Haramsøy skole er Norconsult.

I prosjektering er arkitekter en viktig bidragsyter. Arkitekten operer med hensyn til rammebetingelsen gitt i henhold til tomt, regulering og lovverket, samtidig som de finner løsninger som svarer byggets funksjonsbehov. Bygget opprettholder en iøynefallende moderne fasade, som bryter med eksisterende bygningsmasse som er oppført i tradisjonell stil. Fasadens moderne preg er sammensatt av glass- og fasadeplater i to forskjellige grønnyanser. Arkitektens tegninger er et verktøy for å videreformidle arkitektens ideer og løsningsforslag til oppdragsgiver. Beslutningsgrunnlaget for prosjektets videre faser, frem til realisering, baserer seg på arkitektens tegninger, fysiske modeller og verbal kommunikasjon. I en anbudsprosess vil det samlede tegningsmaterialet danne grunnlag for entreprenørenes budgivning [3].

2.1.5 Detaljprosjektering

I en byggefase vil det alltid være nødvendig å gjøre utredninger i forhold til design og utforminger. Detaljer utforskes ofte ved utredninger av flere løsningsforslag, oftest utført ved modellering i et BIM-program. Fordelen ved dette, er visualisering ved hjelp av en 2D eller 3D-modell. Ved utarbeiding av tegningsgrunnlag og 3D modellering, kan løsninger raskt erklæres som funksjonell eller ikke-funksjonell. Mangelfulle løsninger med hensyn til vanninntrengning i konstruksjonen og dårlig lufting kan enkelt drøftes på valgte plattformer, og samtidig utbedres før byggdetaljen blir tatt i bruk på byggeplass [72].

2.2 Kontrakt og entrepriseform

I boken Byggherren og kontraktene av Hans Cappelen, står det enkelt og godt forklart hva som menes med en kontrakt. «Her mener vi særlig når to parter har bundet seg ved at den ene har tilbudt å levere en ytelse og den andre har akseptert dette tilbudet». Kontrakter bestemmes av hvilken entrepriseform som benyttes, dette avhenger av byggherre sitt valg om benyttelse av en eller flere entreprenører. Valg av entrepriseform avhenger av hvor mye arbeid en, eller eventuelt flere entreprenører skal utføre. Det kan benyttes en entreprenør som utfører alt, også prosjekteringen. Eller flere entreprenører som utfører hver sin begrensede del av arbeidet [15].

For ulike entrepriser benyttes ulike standarder, såkalt NS standardkontrakt. De enkle entreprisene der en av partene ikke har tilstrekkelig administrativ eller faglig kyndighet til profesjonell oppfølging av byggesaken, benytter standard NS8406 (tidligere kjent som NS 3408). For den mest kompliserte og krevende graden av entreprise-

form benyttes entreprenørstandarden NS8405 (tidligere kjent som NS 3430). For totalentreprise benyttes standarden NS8407 (Tidligere kjent som NS3431) [15].

Kontraktsformen benyttet på prosjektet: Haramsøy skole, er standard NS8407 (Tidligere kjent som NS3431) [19].

2.2.1 Anbud

Anbud er et bindende tilbud om utførelse av et arbeid, en tjeneste eller leveranse av varer til angitte betingelser av oppdragsgiveren som skal ha tjenesten, arbeidet eller leveransen utført. Hensikten med offentlig anbudskonkurranse er å få utført arbeidet eller tjenesten til lavest mulig pris eller på best vilkår. Avtalene mellom oppdragsgiver og anbyderen inngås i de fleste tilfeller etter lavest pris på utførelse, i andre tilfeller benyttes best anbudsprinsippet”, hvor det vektlegges pris, tidspunkt og kvalitet [70].

Anbuds- og anskaffelsesprosesser fører med seg både kortsiktige og langsiktige risikoer. Skal disse risikoene reduseres, er det viktig å benytte seg av riktig *due diligence*, formidle tydelig kommunikasjon med leverandører, utføre robust kontraktstyring og kontinuerlig overvåkning gjennom hele anbud- og anskaffelsesprosessen. Tidligere erfaringer gir solid læring for å forbedre fremtidige innkjøpsavtaler, samt minimere risiko [70].

2.2.2 Kostnad, tid og gjennomføringsevne

Skal byggeprosessen gå som planlagt, kreves det god styring. En godt laget fremdriftsplan vil være en god ressurs og et nyttig styringsredskap for å oppnå smidig byggeprosess. I henhold til standard NS 3430 er det bestemt at begge parter kan kreve fremdriftsplaner. Ved nødvendighet kan fremdriftsplan kreves revidert, og når eventuelle fremdriftsplaner oppdateres kan det lett oppstå misforståelser [15].

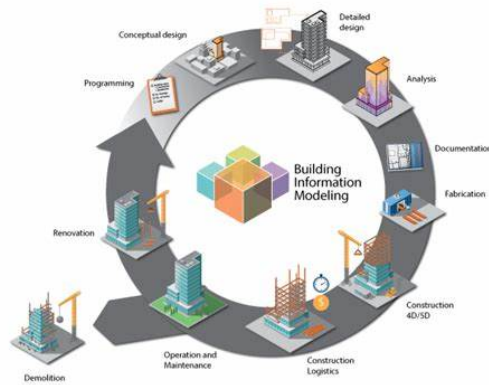
Et avgjørende element for rasjonell, trygg og god kvalitetsmessig gjennomføring av byggeprosjekter, er tilstrekkelig avsatt tid til prosjektering og utførelse. For liten gjennomføringstid vil gi økt risiko for alvorlige skader, mangler og kvalitetsavvik som følge av tidspress. Et særlig problem i offentlige konkurranser oppstår når byggetiden i utgangspunktet er satt for kort [15].

2.3 Samhandling og digitalisering

Samhandling i byggebransjen betyr at aktørene i prosjektet er i stand til å innrette effektive prosesser og utvikle relasjoner som er hensiktsmessig for å nå målene. Selv om det er gjort en innsats for å bedre situasjonen i norsk byggenæring, forekommer det fortsatt byggefeil, kostnadsoverskridelser, prosjekter som ikke blir gjennomført på tiden og prosjekter som ikke i stor grad tilfredsstillende sluttbrukers behov. Omfanget av feil kan reduseres dersom samarbeidet mellom partene bedres. Både i oppstarten og under gjennomføringen av prosjektene [12].

2.3.1 BIM

BIM i betydningen Building Information Modeling eller bygningsinformasjonsmodellering på norsk, er prosessen med å skape en digital bygningsinformasjonsmodell. Modellering i et BIM-verktøy (BIM Authoring Tool) gjør at modell, tegning og dokumentasjon henger sammen. Når endringer gjøres et sted, oppdateres informasjonen samtidig også alle andre steder. Det enkelte BIM-programmene er beregnet for ulike formål. Det finnes ikke et verktøy som kan alt. I praksis betyr det at de som skal modellere trenger et modelleringsverktøy, mens ansatte med ansvar for koordinering og byggeprosess trenger andre verktøy [31].



Figur 1: Fordelen ved bruk av BIM [21].

2.3.2 Dalux



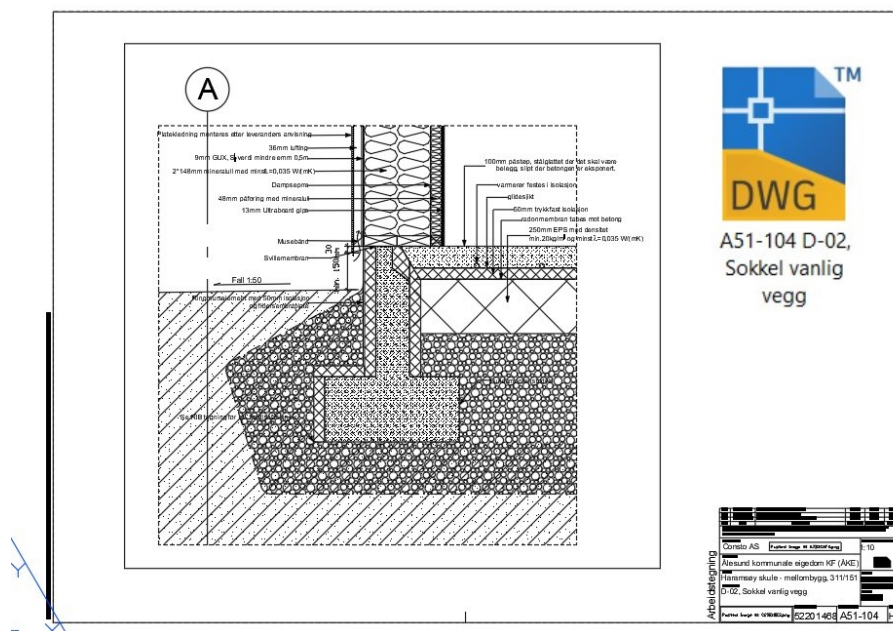
Figur 2: Eksempel på hvordan Dalux er i bruk.

Consto er en av de mange i entreprenørbransjen som benytter seg av Dalux Field. Dette er et digitalt verktøy som gjør oppgaveflyten med underentreprenører smidigere. Alle underentreprenører har tilgang til prosjektet og kan behandle oppgaver direkte fra mobilapplikasjonen eller nettbrett. Dalux er også et verktøy til å behandle alle mangler og avvik som måtte oppstå i prosjektet, og dermed sparer tid

til å sikre og utbedre problemet i tide. I tillegg kan en hente informasjon direkte fra BIM-objekter ved bruk av AR (Augmented Reality). Ved bruk av sjekklister på byggeplassen har en mulighet til å rapportere både på stedet, online og offline. Og minimere risiko mens man sparer tid og penger der alle avvik er lagret på ett sted. Dette gir en oppdatert oversikt over alle oppgaver, avvik og avtaler [28]. I figur 2 vises dalux programvare i bruk, her med et 3D snitt av Haramsøy skole.

2.3.3 DWG-filer

DWG-fil er en fil som viser tekniske tegninger. På 1970-tallet ble DWG-filtypen opprettet av teamet som utviklet Interact CAD, dette filformatet ble opprettet som opprinnelig programvare. En DWG-fil inneholder to- og tredimensjonal vektorgrafikk. Vektorgrafikk er opprettet med hjelp av matematiske ligninger, å med linjer og kurver som plasseres ved hjelp av punkter festet til rutenett. Filen blir hovedsaklig benyttet av arkitekter, ingeniører og tegnere [2].



Figur 3: Eksempel på hvordan en DWG-fil kan se ut.

2.3.4 ICE

Forkortelse ICE står for det engelske uttrykket - Integrated Concurrent Engineering, som betyr samlokalisert og samtidig prosjektering. ICE-metodikken ble utviklet på 1990-tallet av NASA i forbindelse med romprogrammet, og målet var å gjennomføre planleggingen på kortere tid, til en lavere kostnad og ikke minst til en bedre kvalitet sammenlignet med den tradisjonelle og mer sekvensielle prosjekteringen. Metodikken ble en suksess og har siden fått stort gjennomslag også i bygge- og anleggsbransjen. I ICE-møtene eller -seksjonene samles de sentrale aktørene i arealer som er utstyrt med flere storskjermer, datamaskiner, programvare og innledning som gjør at alle

kan jobbe på en felles plattform, diskutere ulike problemstillinger og komme fram til løsninger der og da, i stedet for å måtte utsette beslutninger til senere [33].

2.3.5 LEAN i byggeprosess

LEAN er et tankesett og en samling prinsipper for hvordan man planlegger og styrer ulike typer produksjon [41]. Enkelt forklart handler det om å redusere sløsing og maksimere verdien for kunden gjennom å gjøre prosessene enklere, fjerne hindringer, måle ytelsene og kontinuerlig forbedre måten man jobber på [33].

2.4 Bygningsfysikk og byggeteknisk teori

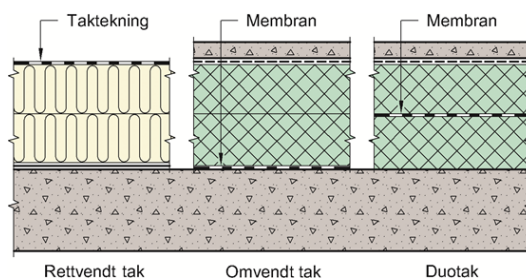
Bygningsfysikk handler om de fysiske prosessene knyttet til bygningsdeler og bygninger. Dette innebærer transport av varme, fukt og luft i materialene i bygningen. I tillegg kan bygningsfysikk omhandle akustikk. Bygningsfysikk er relevant for å oppnå ønsket energieffektivitet, samt oppfylle byggetekniske krav [54]. Byggeteknikk omhandler de tekniske aspektene ved bygging. Dette kan blant annet være materialvalg, sammenføyninger, tetting eller lignende [52].

Et moderne bygg bør bestå av både gode byggetekniske løsninger, samt bygningsfysikk som oppfyller tekniske krav og som gir god energieffektivitet. I tillegg bør de byggetekniske løsningene som velges både oppfylle samt ivareta de behov og ønsker som bygningens brukere måtte ha.

2.4.1 Fukt

Byggeteknisk forskrift (TEK17) stiller krav til fuktsikkerhet i bygninger. Ferdig bygning skal ha tilstrekkelig sikkerhet mot fuktskader. Det innebærer også å sikre mot unødige fuktpåkjenninger på fuktømfintlige materialer og konstruksjoner under byggeprosessen, samt å sikre og dokumentere ved måling at materialer er tilstrekkelig tørre ved innbygging [56].

Tetting kompakte tak



Figur 4: Eksempel oppbygning kompakt tak [58].

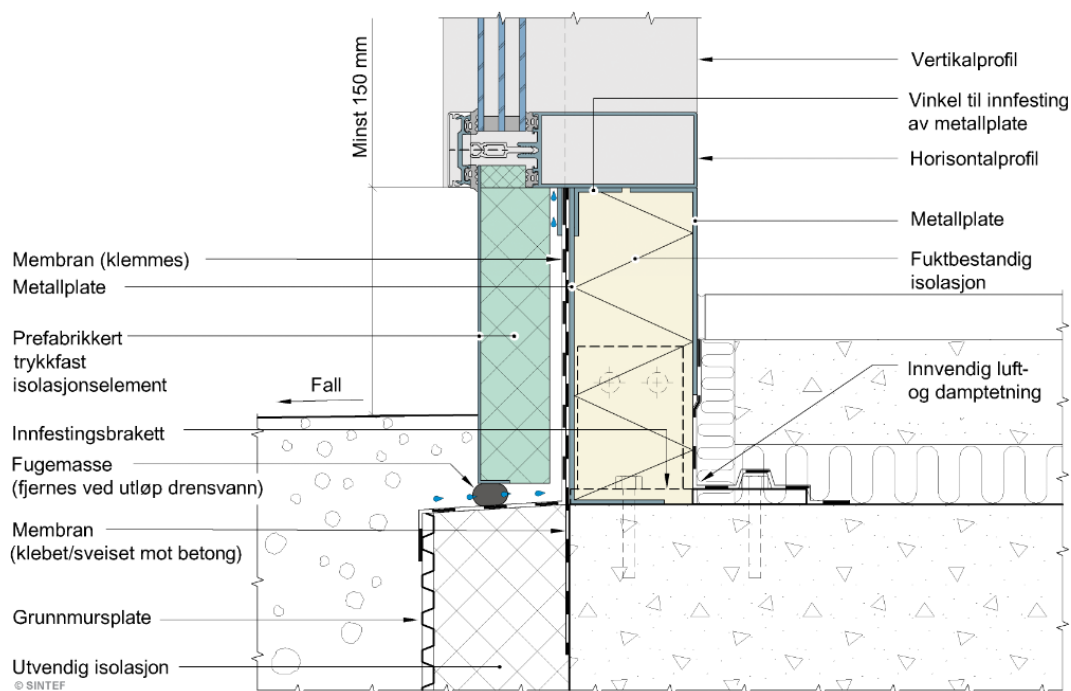
Byggforskeren tabell 42 *kontrollpunkter for tak og terrasser*, gjelder følgende for punkt om tekking: Kompakte tak må ha vanntrykkstette belegg (asfalt-takbelegg

eller folie) med dokumenterte egenskaper. Asphalt-takbelegg kan legges som ettlags eller to-lags tekning [58].

Tetting glassfasader

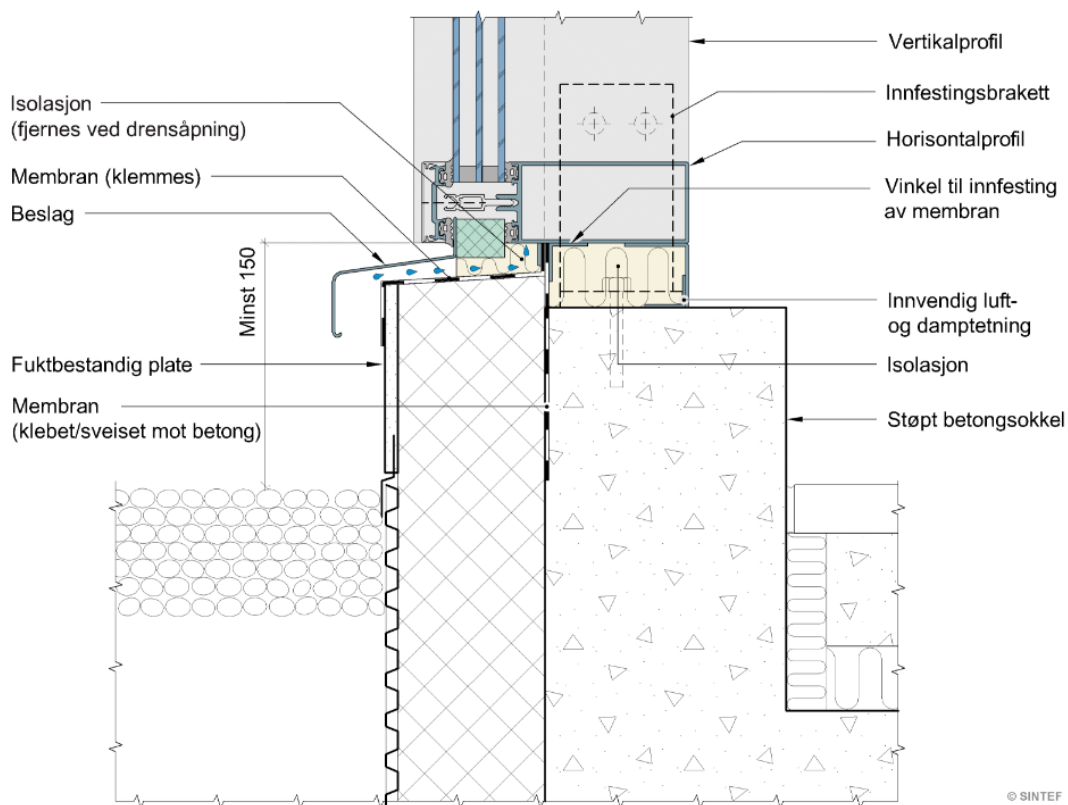
Byggforskeren tabell 43 *ytttervegg*, sier følgende i punkt om glassfasader: Bruk systemløsninger med dokumenterte egenskaper og egnethet for norsk klima (regntetthet, lufttetthet, U-verdi m.m.) og sørg for å prosjektere alle tilslutningsdetaljer [56].

For tilslutninger av glassfasade mot betonggulv, må avstanden mellom overkant terreng og tettingen av membranen i underkant av det nederste horisontalprofillet være minst 150 mm. Avstanden kan reduseres hvis man plasserer en renne eller rist langs hele fasaden [63].



Figur 5: Eksempel på tilslutning glassfasade sokkel [63].

Figuren over viser hvordan en tilslutning mot betonggulv kan gjennomføres for å oppfylle nevnte krav, og oppnå tilstrekkelig tetting.



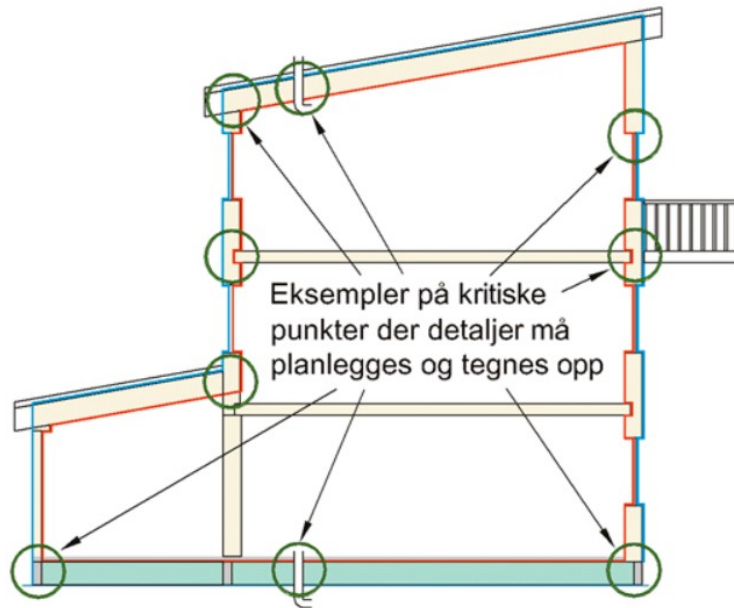
Figur 6: Eksempel på tilslutning mot betongoppkant [63].

Glassfasade kan også tilsluttes mot en støpt betongsokkel. Ved å benytte seg av en slik løsning har man mulighet til å etablere utvendig fuktsikring mot overvann og fukt fra grunnen før man monterer påhengsfasaden [63]. Tilslutningsdetalj på dette vises i figure 6.

2.4.2 Lufttetting

Luftlekkasjer gjennom klimaskjermen kan stå for en betydelig andel av en bygnings varmetap. Utsiktede luftlekkasjer gir ukontrollert tilførsel av kald uteluft som må varmes opp. Luftlekkasjer svekker isolasjonsevnen til bygningskroppen slik at varmetapet blir større og energibehovet øker [62].

Om betydningen av å prosjektere tettedetaljer sier byggforskserien følgende: For å sikre gode tetteløsninger og for å unngå overraskelser på byggeplassen, er det svært viktig å prosjektere tettedetaljer. Uforutsette perforeringer og skjøter som må tettes på stedet, medfører gjerne svakere detaljer og ofte mye bruk av fugemasse/skum. Slik tetting i etterkant gir mer arbeid, større kostnader og mulige forsinkelser. Detaljert prosjektering av tettedetaljer tydeliggjør arbeidsoppgavene for de forskjellige fagene og reduserer faren for uenighet om ansvar ved utførelsen [62].



Figur 7: Kritiske punkter lufttetting [62].

For å oppnå best mulig lufttetthet skal prinsippet med sammenhengende sperresjikt benyttes. Dette betyr at klimaskjerm skal være sammenhengende rundt hele bygningskroppen, og at kritiske punkter derfor må detaljprosjekteres for å vise til hvordan lufttettheten skal bevares [62].

2.4.3 U-verdi

U-verdi, U ($W/(m^2K)$), eller varmegjennomgangskoeffisient er et standardisert mål på hvor lett en bygningsdel slipper gjennom varme [51].

$$U = \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U(W/(m^2K)) \quad (1)$$

hvor R_{tot} er total varmemotstand, tilsvarende sum av varmemotstand i alle materialsjikt i en bygningsdel. R er varmemotstand og ΔU er korreksjonstillegg som f.eks. luftespalter, mekaniske festemidler osv.

$$R = \frac{d}{\lambda_d}(m^2K/(W)) \quad (2)$$

hvor d er tykkelsen på materialsjiktet (m), og λ_d er materialtes varmekonduktivitet (W/mK).

$$R_{tot} = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots R_n + R_{se}(m^2K/(W)) \quad (3)$$

hvor R_{si} er varmeovergangsmotstand innvendig side, og R_{se} er varmeovergangsmotstand utvendig side.

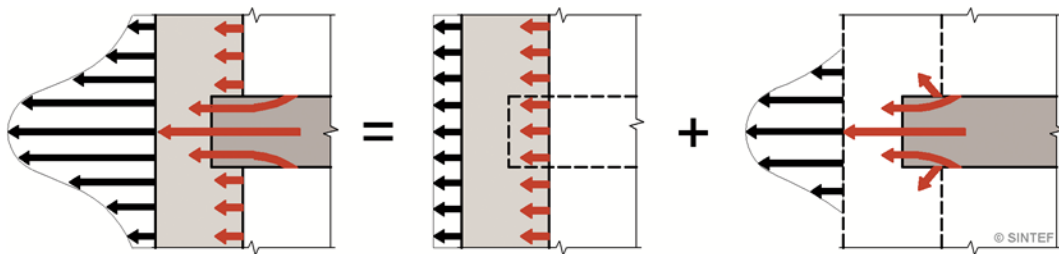
For å finne total varmemotstand summeres varmemotstanden for alle relevante materialsjikt.

2.4.4 Kuldebro

En kuldebro er et område med økt varmetap i tilslutninger mellom to eller flere bygningsdeler. Minst én av bygningsdelene inngår i klimaskjermen og skiller bygningens innvendige klima mot utvendig klima. Varmetapet gjennom kuldebroer er noe annet enn klimaskjermens U-verdi (varmegjennomgangskoeffisient). Varmetapet gjennom en kuldebro er styrt av tilslutningens utforming og hvilke materialer som inngår [60].

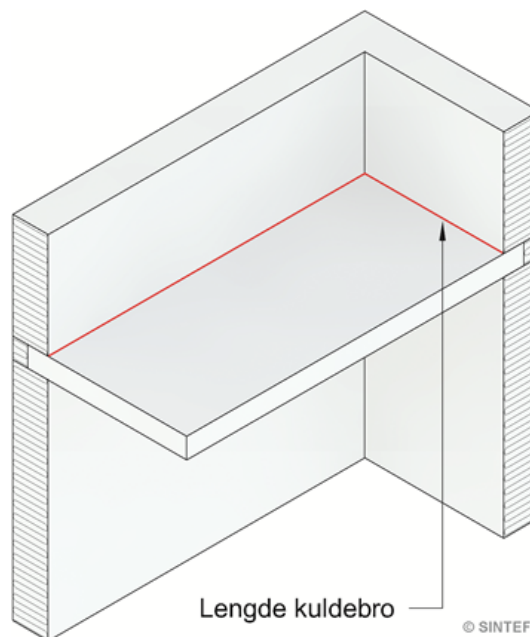
Lineære kuldebroer

Lineære kuldebroer, ($W/(mK)$), oppstår der to bygningsdeler i klimaskjermen møtes eller en annen bygningsdel helt eller delvis bryter klimaskjermen [60].



Figur 8: Varmestrømning i lineær kuldebro [60].

Figuren over viser varmemotømmen i en kuldebro, i dette tilfelle en etasjeskiller som bryter med yttervegg.



Figur 9: Lengde kuldebro [60].

Lengde på lineær kuldebro er lengden på skjæringslinjen mellom de to bygningsdelene, som sett over i figure 9.

Normalisert kuldebroverdi

Normalisert kuldebroverdi er det samlede varmetapet gjennom alle kuldebroene i en bygning dividert med bygningens samlede oppvarmede del av BRA. Normalisert kuldebroverdi er relatert til bygningen og ikke de enkelte bygningsdelene. Normalisert kuldebroverdi har benevnningen $W/(m^2K)$ [60].

$$U_{\Delta} = \frac{\sum_k \psi_k \cdot I_k + \sum_j X_j}{A_{fl}} (W/(m^2K)) \quad (4)$$

hvor I_k er lengde på kuldebro (m), k er lineær kuldebro ($W/(mK)$), j er punkt på kuldebro (W/K) og A_{fl} er samlet oppvarmet del av BRA m^2 .

U-verdi med kuldebrobidrag

$$U = U_0 + U_{\Delta} \quad (5)$$

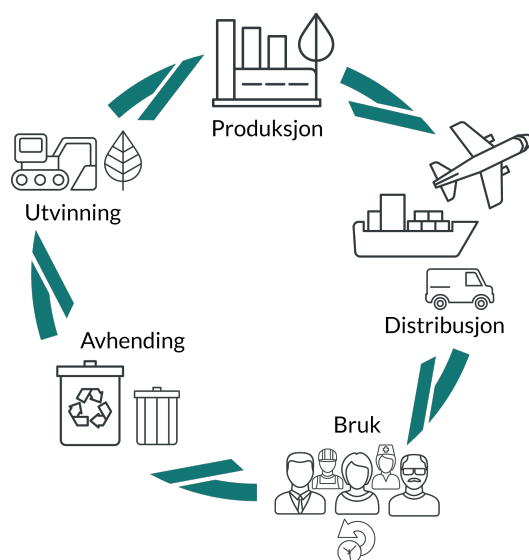
For å regne ut U-verdi inkludert kuldebrobidrag kan formelen over benyttes. Her tar man U-verdi og legger til normalisert kuldebrobidrag [59].

2.5 Bærekraft i byggebransjen

Ifølge SSB oppsto det omkring 3,156 millioner tonn avfall fra bygge- og anleggsvirksomhet i 2022, byggenæringen står da for 26 % av alt avfall i landet. Energieffektivisering av bygg er en viktig faktor for reduksjon i klimaavtrykk, samt og omstille byggenæringen til det grønne skiftet [65].

2.5.1 Livsløpsvurdering

LCA, forkortelse for livsløpsvurdering, er en analyse som blir utført på et produkt eller et produktsystem for kartlegging og vurdering av produktet med tanke på hvilke miljø- og ressurspåvirkninger det avgir. Vurderingen tar for seg uthenting av naturressurser til produktet, levetiden til produktet, og hvordan produktet blir resirkulert eller ender opp som avfall etter endt levetid. Gjennom livsløpsvurderingen dannes det informasjon om hvilke miljøproblemer som forekommer og hvor i kretsløpet disse problemene eventuelt oppstår. Resultatene benyttes til utvikling av mer miljøvennlige produkter, endring av politikk, samt bedre systemer for avfallshåndtering [14].



Figur 10: LCA illustrasjonsbilde[35].

2.5.2 BREEAM-NOR

Videre i oppgaven er det lagt vekt på BREEAM og derav BREEAM-NOR, som er tilpasset for miljøsertifisering av byggeprosessen i Norge. BREEAM er et verktøy benyttet til å miljøsertifisere bygg, ordet BREEAM står for Building Research Establishment Environmental Assessment Method. BREEAM er verdens eldste (1990) og Europas ledende miljøsertifiseringverktøy for bygninger. Samtidig består selskapet av flere sertifiseringsordninger, og forvaltes av Building Research Establishment (BRE) i Storbritannia. BREEAM-NOR er en norsk tilpasning av BREEAM. For å sertifisere et bygg i klassen BREEAM-NOR, må prosjektet registreres hos Grønn Byggallianse som eier og forvalter de norske versjonene. Dette arbeidet kan kun utføres av en registret BREEAM-NOR revisor [10].

Et BREEAM-NOR sertifikat utstedes på fem nivåer: Pass, Good, Very Good, Excellent og Outstanding. Der målet med sertifiseringen er å utvikle bærekraftige løsninger under områdeutvikling, prosjektering, infrastruktur og oppføring av bygget. Når et bygg oppføres etter BREEAM-NOR sine retningslinjer. BREEAM inneholder ni emne kategorier med kriterier innenfor ledelse, helse- og innemiljø, materialer, energi, vann, transport, avfall, forurensing, arealbruk og økologi. Når det bygges etter BREEAM-NOR vises det at bærekraftsverdier er hensyntatt, og at prosjektet er utført med kvaliteter utover byggeforskriftens minstekrav. Prosjektet i denne oppgaven har oppnådd sertifiseringen «good» [10].

2.5.3 Betong

Betong er verdens vanligste byggemateriale. Dette kommer av at det er et fleksibelt, sterkt og praktisk materiale. Den viktigste ingrediensen i betong er sement. Verdens totale sementproduksjon var på ca. 4,2 milliarder tonn i 2016. Den globale sementindustrien er anslått til å stå for omtrent 5 % av verdens totale CO₂ utslipp

[36].

For å senke klimagassutslipp fra bruk av betong, kan lavkarbonbetong benyttes. Norsk betongforening har utarbeidet en publikasjon, NB37, som definerer lavkarbonbetong i ulike klasser [8].

Det er fire forskjellige klasser for lavkarbonbetong. Disse klassene heter:

- Lavkarbon B
- Lavkarbon A
- Lavkarbon Pluss
- Lavkarbon Ekstrem

Hvor B har høyest CO₂ utslipp, og Ekstrem har lavest. Lavere CO₂ utslipp i betongsammensetning oppnås blant annet ved bruk av spesielle resepttekniske tiltak og bruk av spesielle bindemidler [7].

Ved bruk av lavkarbonbetong oppnår man vesentlig lavere klimaavtrykk enn tradisjonell betong [8].

2.5.4 TEK 17 klimagassregnskap

$$\text{Klimagassutslipp} = \sum (\text{Materialmengde} \times \text{Utslippsverdi}) \quad (6)$$

hvor mengde utslipp $kg\ CO_2e$, mengdeenhet kg, m, m^2, m^3, stk og utslippsverdi $kg\ CO_2e$ per mengdeenhet.

Formelen er hentet fra TEK 17 veileder for klimagassregnskap [1].

2.6 Beregningsgrunnlag

Under planlegging, prosjektering, utførelse og verifikasjon av bygg- og anleggskonstruksjoner er det behov for standarder. Dette er standarder for ulike materialer, produkter og konstruksjonstyper som er nødvendig for dokumentasjon av egenskaper og utførelse av nye og eksisterende konstruksjoner [42].

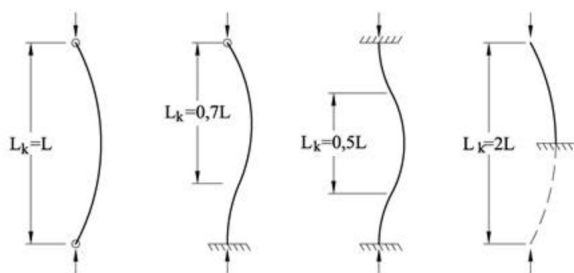
Belastning er summen av de påvirkninger som medfører spenninger eller tøyninger i en bygningskonstruksjon eller bygningsdel. Belastningen kan bestå av egenlast, nyttelast og naturlaster. Slik som snø og vind. Ved dimensjonering mot brudd uttrykkes usikkerhet i laster og kombinasjoner av laster ved at de karakteristiske lastverdiene multipliseres med lastkoeffisienter lik eller større enn 1,0. Det dimensjoneres for den ugunstigste kombinasjon av laster [38].

2.6.1 Eulerlasten

Ved beregningsmetoden for knekking av søyler, gir nyttig informasjon om søylen/staven mister sin styrke eventuelt får store elastiske deformasjoner. Knekklasten for en ideell søyle, den såkalte EULER-lasten, definert i formel 7, er utarbeidet og hentet fra Meccania [37].

$$P_E = \frac{\pi^2 EI}{L_k^2} \quad (7)$$

hvor E er elastisitetsmodulen, I_z er treghetsmomentet og L_k er knekk lengden for en gitt søyle.



Figur 11: Knekk lengder [37].

I formelene inngår knekk lengden L_k , som er elementets effektive lengde hvor man tar hensyn til opplagerbetingelser. Knekk lengden er avstanden mellom punkter hvor kurvaturen skifter retning. Figuren over viser knekk lengden for fire typer opplager [37].

2.6.2 Dimensjonerende knekkapasitet

For staver med tilsiktet sentrisk trykk bør reduksjonsfaktoren χ bestemmes med den relative slankhet $\bar{\lambda}$ på grunnlag av tilhørende knekkurve med følgende formel, hentet fra Eurokode 3 kapittel 6.3:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \quad (8)$$

der $\chi \leq 1.0$

$$\Phi = 0.5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2]$$

α imperfeksjonsfaktor for gjeldende knekkurve

Med følgende formel for relativ slankhet for tverrsnittklasse 1, 2 og 3 er:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} \quad (9)$$

Ved utførelse av dimensjonerende knekkapasitet for en stav med sentrisk trykk for tverrsnittklasse 1, 2 og 3 er som følger etter iht. NS-EN 1993:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi f_y A}{\gamma_{M1}} \quad (10)$$

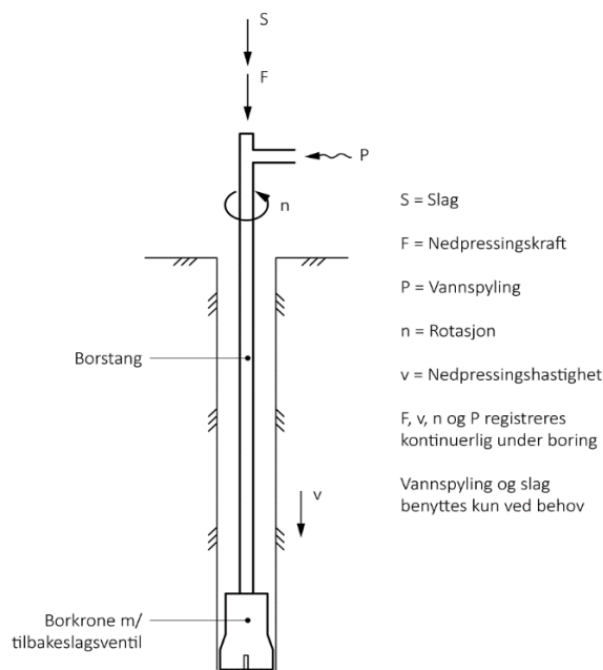
2.6.3 Eurokoder

Eurokoder er en felles europeisk serie standarder for prosjektering av byggverk og dokumentasjon av produkters bæreevne/styrke til konstruksjonsformål. Byggverk defineres som alt som bygges eller er et resultat av byggearbeid, dvs. at både bygg- og anleggskonstruksjoner er inkludert [42].

Eurokode 3 gjelder for prosjektering av bygg- og anleggskonstruksjoner i stål. Den er i samsvar med prinsipper og krav for konstruksjoners pålitelighet gitt i NS-EN 1990 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. Eurokode 3 gir krav til stålkonstruksjoners kapasitet, brukbarhet, bestandighet og brannmotstand [43]. Eurokode 5 gjelder for prosjektering av bygg- og anleggskonstruksjoner av tre eller trebaserte produkter. Den er i samsvar med prinsipper og krav for konstruksjoners pålitelighet gitt i NS-EN 1990 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. Eurokode 5 gir krav til trekonstruksjoners kapasitet, brukbarhet, bestandighet og brannmotstand [44].

2.7 Geoteknikk

2.7.1 Totalsondering



Figur 12: Prinsipp for utførelse av totalsondering [29].

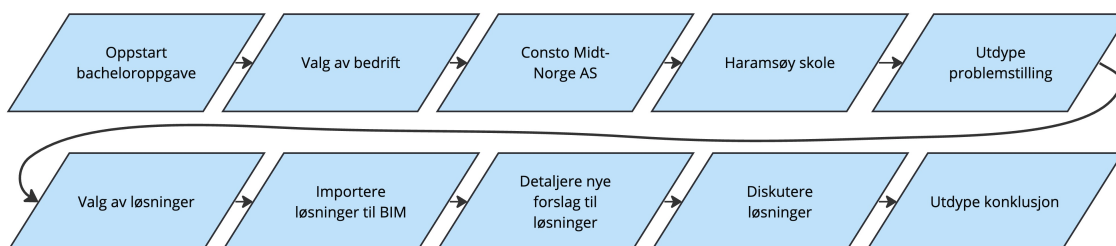
Totalsondering er en geoteknisk undersøkelsesmetode som kombinerer prinsippene for dreietrykksondering og bergkontrollboring, designet for å evaluere grunnforholdene ved bygge- og anleggsprosjekter. Denne prosedyren benytter en hydraulisk drevet borrhigg utstyrt med slagborhammer og spylesystem for å presse stenger ned i bakken med en konstant rotasjons- og penetrasjonshastighet. Normale hastigheter for prosessen inkluderer en penetrasjonshastighet på $3 \text{ m} \pm 0,5 \text{ m}$ per minutt og en rotasjonshastighet på $25 \text{ omdreininger} \pm 5 \text{ omdreininger}$ per minutt [29].

Ved utfordrende grunnforhold hvor normal hastighet ikke kan oppnås, tilpasses metoden ved først å øke rotasjonshastigheten. Om nødvendig, anvendes spyling og slagboring for å gjennombore faste masser eller steinlag. Det kreves spesifikke spesifikasjoner for riggens dreiemoment, matekraft, rotasjonshastighet, slageffekt, slagfrekvens, og spylesystem for å sikre effektiv gjennomboring og nøyaktig datainnnsamling [29].

Borrhiggen registrerer og dokumenterer kontinuerlig kritiske operasjoner som matekraft, bortid, og bruk av økt rotasjon, som bidrar til en detaljert forståelse av de geotekniske forholdene. Denne metoden krever også årlig kalibrering av kraftmåler og kontroll av registreringsutstyr for å sikre presisjon i målingene. Totalsondering tillater pålitelig påvisning av berggrunn og vurdering av jordlagens sammensetning og styrke, noe som er avgjørende for sikker og effektiv fundamentering av konstruksjoner [29].

3 Anvendt metode

I dette kapittelet er formålet og dokumentere hvordan prosjektarbeidet er blitt utført. Første steg i prosessen har vært å formulere og vurdere valgt problemstilling. Deretter har det blitt utvalgt enkelte byggdetaljer og materialer, hvor valgte løsninger har blitt diskutert og hvor alternative løsninger har blitt fremlagt. Informasjon rundt eksisterende og fremlagte løsninger har blitt innhentet gjennom datainnsamling, møter og samtaler med Consto.



Figur 13: Flytskjema for arbeidsmetodikk.

3.1 Møtereferat og samtaler

I løpet av oppgavens periode, har gruppen oppholdt seg sporadisk ved Consto sitt kontorlokale, avdeling Ålesund. Gruppen har deltatt i relevante møter med Consto sine medarbeidere. Der ulike løsninger og erfaringer vedrørende Haramsøy skole er blitt drøftet. Underveis i samtalen har det blitt ført møtereferat, hvor enkelte sitater har blitt formidlet og benyttet i denne oppgaven.

3.2 BIM - Dalux

Tidlig i fasen ble det gitt tilgang til Consto sin datafil av Haramsøy skole, denne er basert på Dalux sin programvare. Her befinner det seg et godt utviklet tvillingmodell av bygget. Der det kan manøvreres rundt i bygget i 3D for å utforske de enkelte detaljene det har blitt lagt vekt på. Samtidig foreligger det en rekke detaljtegninger i serveren, som gir god mulighet for å analysere enkelte bygningsdetaljer. Alle detaljtegninger av bygget kan eksporteres i en DWG-fil, og videreføres til andre BIM-programmer. I denne oppgaven har dette blitt utført med den hensikt å videreutvikle eksisterende detaljer, foruten å tegne alt på nytt. Tegninger som har blitt benyttet av gruppa, har blitt importert i AutoCAD sin programvare. Her har tegningene blitt revidert til nye alternative løsninger for de ulike detaljene som er benyttet i oppgaven.

I tillegg til å gi et godt grunnlag for forståelse og tegningsgrunnlag, har også BIM-programvaren blitt brukt aktiv for innhenting av teknisk informasjon og spesifikasjoner angående ulike bygningsdeler. Denne informasjonen ligger tilgjengelig for gruppen i form av EPD-dokumentasjon, miljøsertifiseringer, og materialdimensjo-

ner. Denne typen informasjon har vært vesentlig for gjennomføring av oppgaven, og har blitt brukt aktivt i flere deler av oppgaven.

Eksempelvis har denne type teknisk informasjon vært svært nyttig i de tilfeller hvor materialvalg har blitt diskutert i oppgaven. Eksempelvis har det i denne modellen blitt observert svært mye informasjon liggende i benyttede betong-hulldekker i etasjeskillen mellom 1 etg. og 2 etg. Blant denne informasjonen ble det oppgitt, vekt og dimensjoner av de bestemte hulldekkene. Dette ga mulighet for å gjennomføre utregninger på CO₂-fotavtrykket ved benyttelse av forskjellige betongtyper. Disse beregningene, og andre CO₂ beregninger, baserer seg på TEK17 veileder for klimagassregnskap [1].

Videre har annen relevant teknisk informasjon blitt benyttet til å se på begrunnelse for de materialvalgene som er gjort i bygget, samt hva som inngår av forskjellige materialer i sammensatte konstruksjonsdeler, som for eksempel i figur 35.

3.3 Tegning og redigering i AutoCAD

Gruppen har valgt å importere DWG-filer fra Dalux til AutoCAD på flere tidspunkt i utarbeidelsen av oppgaven. Ved import av DWG-filer i AutoCAD, har dette gitt mulighet til å redigere eksisterende tegningsmodeller ved hjelp av verktøy i programmet. Dette har blitt gjort for å utarbeide alternative løsninger til eksisterende bygningsdeler, og har effektivisert tegningsarbeidet. Resultatet av å tegne i AutoCAD er at det gir god mulighet for å sammenligne eksisterende løsninger med nye alternativer utarbeidet av gruppa.

Følgende snitt-tegninger er utarbeidet av gruppa ved bruk av AutoCAD:

- Alternativ glassfasade 1 - Figur 20
- Alternativ glassfasade 2 - Figur 21
- Alternativ svevende vegg 1 - Figur 29
- Alternativ svevende vegg 2 - Figur 30
- Alternativ svevende vegg 3 - Figur 31
- Illustrasjon sjikt i buet vegg - Figur 35

Nye tegninger utarbeidet av gruppa, baserer seg i hovedsak på info funnet på byggforsk, samt gruppas egen erfaring fra tidligere arbeid som tømrere [53].

3.4 Datainnsamling og litteratur

Datainnsamling har vært vesentlig i utarbeidelsen av oppgaven. Det har blitt benyttet litteraturstudie, der kunnskap er hentet fra skriftlige kilder og bøker. Ved

benyttelse av litteraturstudie, har det være viktig og sortere å granske informasjonen opp mot valgt tema og løsninger som er satt lys på i oppgaven. Litteraturbøker i byggebransjen er ofte knyttet opp mot lover, regler og gitte standarder, derfor egner de seg godt til å gi en bred og dyp forståelse innen fagfeltet.

Digitale litteraturer og artikler er hovedsaklig innhentet gjennom søkemotorene Google og Bing. I all hovedsak har søkeord på norsk blitt benyttet for å finne relevant litteratur om tekniske løsninger og andre utfordringer. Troverdige kilder og artikler som Store Norske Leksikon, Byggforsk og Sintef har blitt valgt fremfor mindre sikre kilder.

3.5 Bruk av veiledere

I oppgaven er det blitt benyttet veiledere i arbeid relatert til klimagassutslipp for forskjellige bygningsdeler og materialer. Disse er:

- veileder for utarbeidelse av klimagassregnskap, TEK17 § 17-1 [1] [67]

og

- verktøy for beregning av referansenivåer, DFØ [20].

Veileder for klimagassregnskap tar blant annet for seg hvordan man beregner klimagassutslipp for forskjellige materialer i forskjellige bygningsdeler. Her spesifiseres også hvilke elementer fra en LCA som skal inkluderes i et klimagassregnskap. I oppgaven er informasjon hentet fra EPD-er blitt brukt sammen med beregningsmetode fra veilederen. På denne måten kan man finne CO₂-avtrykket for et enkelt materiale, eller en bygningsdel.

Verktøyet for referansenivå har i hovedsak blitt brukt til å se på utslipp av forskjellige materialer og bygningsdeler hvor det ikke er gjort spesielle miljøtiltak. Dette har gitt mulighet for å regne seg fram til hvor stort klimaavtrykk en alternativ bygningsdel har, når ingen spesielle klimatiltak er gjort. Ved å regne ut slike verdier har dette gitt gruppa mulighet til å sammenligne løsninger hvor materialvalg har hatt en stor betydning for CO₂-avtrykket. Eksempelvis ved å sammenligne en bygningsdel i standard betong, med en tilsvarende bygningsdel i lavkarbon betong, og deretter se hvor stor besparelse man kan oppnå i forhold til CO₂-utslipp.

Det har også blitt benyttet anvisning fra byggforsk som viser kuldebroverdi for forskjellige tilfeller av hulldekke som etasjeskiller i vegg av bindingsverk [61]. Denne anvisningen viser kuldebroverdier for forskjellig isolasjonsmengde som overdekking i forkant av kuldebro, som vist i figur 28. Tall hentet fra denne anvisningen er blitt videre brukt i oppgaven for å regne på normalisert kuldebroverdi i formel 4, og U-verdi i formel 5.

3.6 Beregninger

Gruppen har utført flere forskjellige typer beregninger i oppgava. Tilhørende formler og resultater blir presentert i teoridel, og hoveddel.

Følgende beregninger har blitt utført:

- Normalisert kuldebroverdi, U-verdi, U-verdi+Kuldebrobidrag, 5, 4, 1.
- CO₂-avtrykk fra forskjellige typer betong, vist i formel 6.
- Opptak og utslipp biogent karbon trevirke, se tabell 7.
- Lastberegning forskjellige dimensjoner tre og stål gangpassasje.

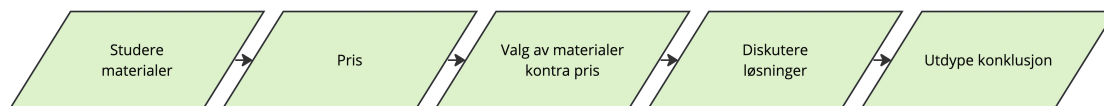
3.7 Bruk av statistikk

Da materialpris var et vesentlig element i dette prosjektet har det blitt innhentet statistikk for å sammenligne prisvekst på forskjellige materialer i tidsrommet da bygget var under oppføring. Dette ga mulighet til å se på hvorfor noen materialer var å foretrekke fremfor andre sett fra et økonomisk perspektiv.

Statistikk benyttet i oppgaven, er hentet fra SSB, Norsk stål og Norsk skogbruk [48] [49] [66] [34].

3.8 Analyse

Gjennom innhenting av teori fra litteratur, er funnene blitt analysert. Ved analyse, har gruppen dannet en stor forståelse for prosjektledelse og hva prosjektleders ansvar innebærer. Ved å analysere detaljtegninger og tilhørende data, har valgte løsninger blitt studert ned til de minste detaljer, der nye forslag til løsninger er fremlagt. Det er viktig å få frem at de benyttede løsningene på Haramsøy skole, ikke er ansett som dårlige løsninger. Detaljtegningene gruppen har fremlagt er kun ansett som et alternativ, som kunne vært benyttet ut ifra dataene som har blitt analysert.



Figur 14: Flytskjema relater til materialvalg gjort på prosjektet.

Analyse har også vært en vesentlig del ved undersøkelse av materialvalg på prosjektet, som man ser av figur 14. Her har både pris, miljø- og klimaavtrykk blitt tatt hensyn til med tanke på diskusjon for valgt løsning.

3.9 Troverdighet til kilder

Feilkilder vil alltid forbli en risiko når man søker på internett etter relevant informasjon. I denne oppgaven er det benyttet kilder som anses som relevant i henhold til oppgaven, enkelte av disse kan karakteriseres som ikke-akademiske kilder. Men samtidig anses de fleste av disse benyttede kildene som svært troverdige da de baserer seg på Norske Standarder. En skal alltid være kritisk til ikke-akademiske kilder, men samtidig kan disse kildene bringe frem oppdatert og nyttig informasjon fra ulike aktører i bransjen.

4 Resultat

4.1 Byggedetaljer

”I detaljprosjekteringen skal prosjektet detaljeres slik at du kan få igangsatt arbeidene. Her legger du grunnlaget for å få tilbud fra entreprenører hvis du kjører en utførelsesentreprise” [18].

Prosjektet Haramsøy skole er en totalentreprise, noe som betyr at detaljprosjekteringsansvaret er overlatt til entreprenøren [18], altså Consto Midt-Norge. Dette betyr at til tross for at de byggetekniske tegningene er levert av Norconsult, må entreprenører kunne stå inne for at de respektive løsningene som presenteres er gode nok til å oppfylle forventede krav. Dette resulterer i at man på denne type prosjekter ofte får flere reviderte tegninger før man til slutt lander på endelig løsning. På Haramsøy skole var det nødvendig at prosjekteringsgruppa brukte god tid på sette seg nøye inn i detaljene på bygget. Dette kommer av at bygget har flere særegne detaljer som det var viktig å ta hensyn til for å levere et best mulig bygg, i henhold til anbud [17].

På dette prosjektet var det flere interessante detaljer som blant annet baserte seg på å oppnå et bestemt utseende på bygget, samtidig som alle byggetekniske krav ble ivaretatt. Andre detaljer baserte seg på å velge bærekraftige materialer til forskjellige bygningsdeler for å redusere byggets totale klimaavtrykk. I tillegg har uforutsette prisendringer til dels avgjort hvilke materialer som har blitt brukt. Oppgava vil med dette som bakgrunn videre sette fokus på flere detaljer fra prosjektet som peker seg spesielt ut.

4.1.1 Eksempler på detaljer Haramsøy skole

Ved Haramsøy skole er det en rekke byggetekniske utfordringer knyttet til byggets utseende. Bygget har to plan hvor plan 2 er rotert slik at akseplanet har flere forskjellige vinkler og retninger. I tillegg er gulvet utstikkende på flere sider av bygget, noe som gir et uttrykk av at 2. etasje ”svever”.

I første plan er det et trappeamfi hvor den innvendige trappen gir inntrykk av at den glir i ett sammen med en utvendig betongtrapp. De to trappene er delt av en glassvegg. I dette punktet finnes det utfordringer i forhold til tetting og fjerning av vann i sjiktet mellom de to trappene. Bygget har også et buet hjørne samt flere vinkler og innfløyte detaljer som kan være både tidkrevende og vanskelige å løse på en god måte. Bærekraft og pris har også til dels diktert hvilke materialvalg som har blitt gjort i de forskjellige bygningsdelene.

Detaljer som gir et godt bilde av de tekniske utfordringene man kan møte på i dette prosjektet vil her forklares og vurderes. Det er blitt valgt å se på fire forskjellige deler av bygget som utpeker seg spesielt. Videre vil det bli fremlagt forslag til alternative løsninger og utførelse.

Følgende løsninger som er valgt er:

1. Overgang mellom utvendig og innvendig trappeamfi
2. Overbygd gang mellom nytt og gammelt bygg
3. Svevende vegg plan 2
4. Buet vegg plan 1



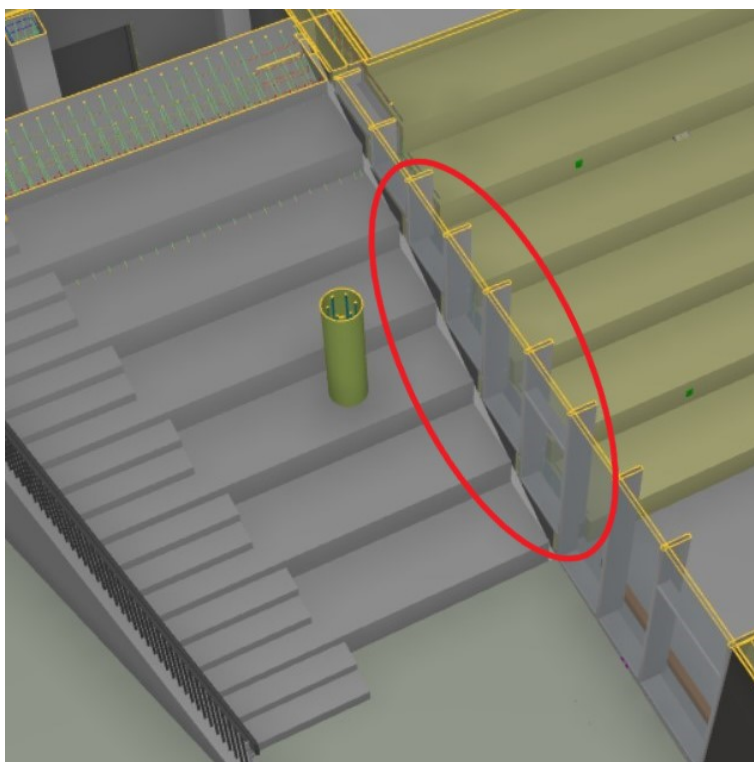
Figur 15: Oversikt detaljer [11].

4.1.2 Detalj eks. 1 - Overgang mellom utvendig og innvendig trappeamfi



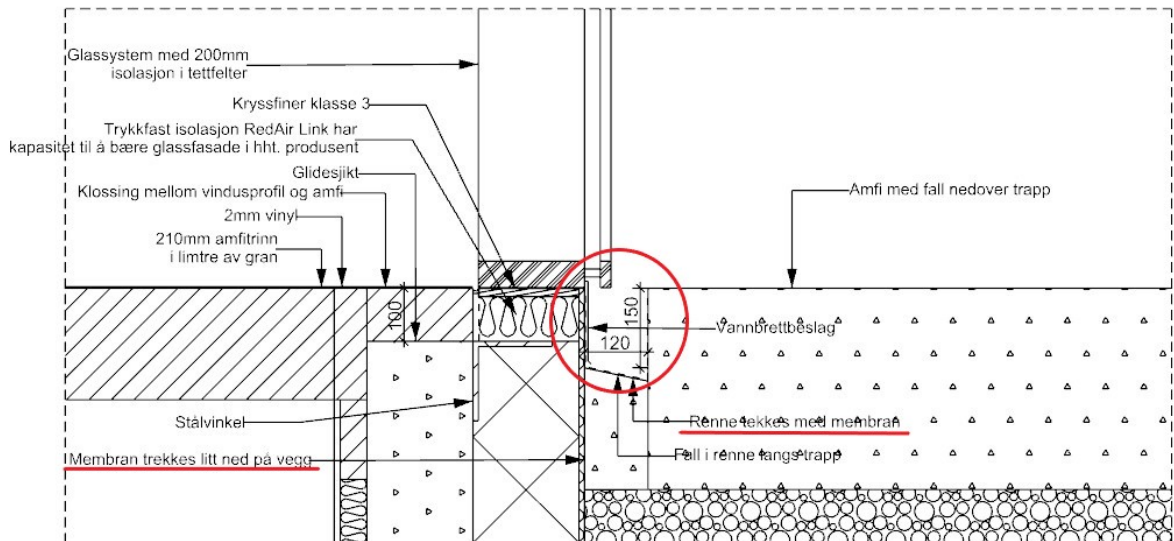
Figur 16: Trappeamfi innvendig [11].

Figur 16 viser hvordan trappeamfiet ser ut fra innsiden av bygget. Glassfasade fungerer som yttervegg. På utvendig side er det støpt en betongtrapp som har samme dimensjoner som det innvendige trappeamfiet.



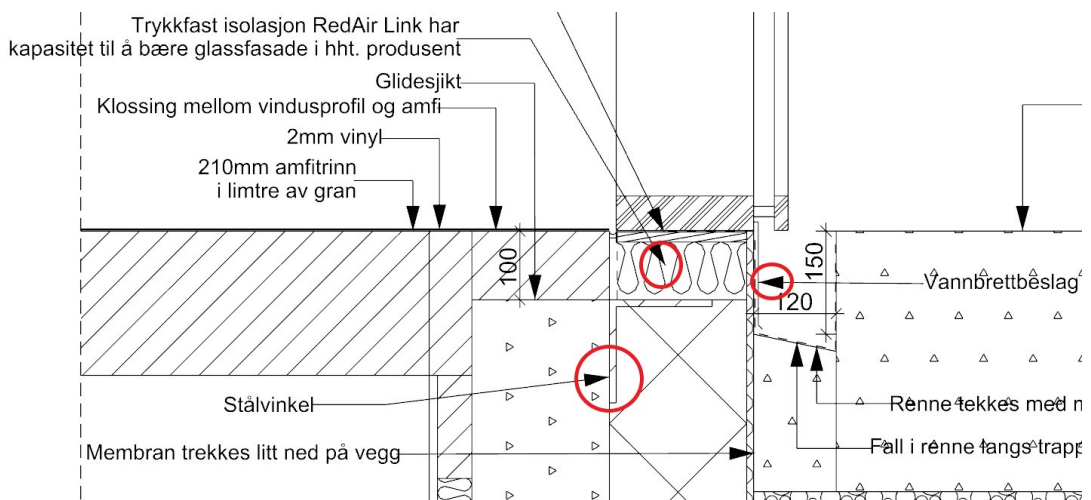
Figur 17: 3D-modell Dalux overgang mellom ute og inne trapp.

I sjiktet som oppstår mellom innvendig og utvendig konstruksjon er det viktig å ha en løsning som tar hensyn til drenering av vann vekk fra bygget, samt tilstrekkelig med tetting, samtidig som løsningen må være av en slik karakter at det ikke oppstår noen kuldebro. Derfor kreves en viss mengde isolasjon rundt innvendige bygningsdeler. Når disse momentene skal tas hensyn til samtidig som utvendig og innvendig konstruksjon skal ha kontinuerlige like høyder og dimensjoner blir detaljeringen noe ukonvensjonell og til dels intrikat.



Figur 18: Renne og membran trappeamfi markert i snitt.

Utsnitt fra detaljtegning viser hvordan endelig løsning for overgangen mellom ute og inne i trappeamfiet ble løst. Da ønsket uttrykk ikke gir mulighet for å senke betongen utvendig, har det blitt valgt å støpe en tekket renne med membran for å drenere vann vekk fra bygningsdelen.



Figur 19: Snitt som belyser viktige moment i detalj.

Membranen er trukket inn under glassfasade, og et vannbrettbeslag er plassert utenpå her igjen for å oppnå best mulig tetting. Glassfasaden har blitt plassert på et lag med trykkfast isolasjon som har tilstrekkelig bærende kapasitet, videre ned i konstruksjonen er det en stålvinkelelt boltet til betongmuren som bærer fasaden. Gitt at det ikke er mulighet for å senke terrenget på utvendig side av glassfasaden, er løsningen med tekket renne gunstig. Til tross for dette er det anbefalt å ha minimum 150 mm klaring ned til terreng fra glassfasade, og minimum 2 % helning i terrenget vekk fra fasaden [22].

Et viktig moment rundt denne løsningen er hvordan den påvirkes av ytre klima over tid. Kystklimaet på Haramsøy betyr at bygget utsettes for mye vind og regn i perioder. Dette betyr at løsningen må tolerere å bli utsatt for mye fuktighet. Det kan anses som noe usikkert at løsningen vil kunne håndtere elementene godt nok over lengre tid da dette er en lite utprøvd løsning. Den valgte løsningen løser det gitte problemet på en akseptabel måte, og uttrykket blir også som forventet.

I figur 5 hentet fra byggforsk sin anvisning for påhengsvegger av glass og metall [63], vises en korrekt løsning på en lignende situasjon som den på Haramsøy. Figuren viser at det skal være minimum 150 mm klaring mellom terreng og underkant glassfasade. Fasaden i feltet under er en kompakt konstruksjon av uorganiske materialer. Det er benyttet to membraner som klemmes sammen, dette for å oppnå utvendig fuktsikring og lufttetting. I motsetning til løsningen på Haramsøy er det her fall i terreng vekk fra konstruksjonen, samt nok klaring mellom terreng og glassfasade. Anvisning sier allikevel noe om hvordan man kan bygge hvis man ønsker at fasaden skal være plassert enda nærmere terreng:

Avstanden kan reduseres hvis man plasserer en renne eller rist langs hele fasaden [63]. Den valgte løsningen stemmer altså overens med anvisningen på dette punktet. Allikevel er det ikke fall vekk fra bygget men heller langs med ved hjelp av rennen. I bunnen av rennen er det fall i terrenget vekk fra bygget, og på denne måten transporterer løsningen som er valgt vannet vekk fra bygningsdelen.

Byggteknisk forskrift (TEK17) krever at fukt fra grunnvann, overvann og nedbør ikke skal trenge inn i konstruksjonene og gi fuktskader eller andre hygieniske problemer. For konstruksjoner mot grunnen innebærer det at overflatevann må ledes bort fra bygningen samt at konstruksjonene kan motstå fuktpåkjenningen fra vann som finner veien ned i grunnen [57]. Altså oppfyller den valgte løsningen byggtekniske krav, til tross for at utformingen viker noe fra anbefalt løsning fra byggforsk.

Drøfting og alternativ løsning detalj eks. 1

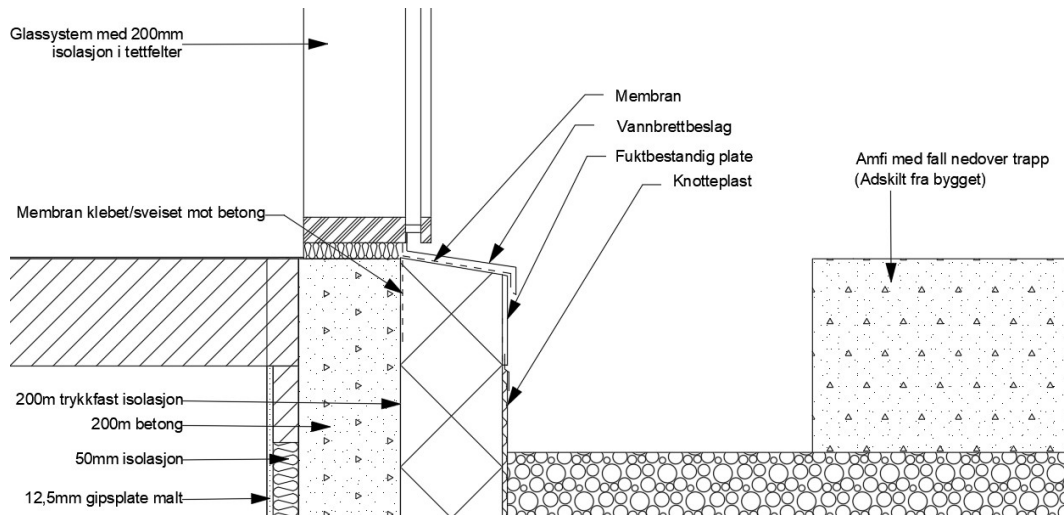
Til tross for at det ikke er noe direkte galt med den valgte løsningen, kan den allikevel ansees som relativt komplisert. Detaljen krever mange forskjellige materialer og bygningsdeler, dette gjør at det vil ta en del tid å utføre den i praksis. Detaljen vil derfor også bli mer kostbar enn hvis den hadde hatt færre forskjellige materialer og var enklere å utføre i praksis.

Å endre uttrykket på bygningen slik at man oppnådde en avstand fra glassfasade og bort til trapp, kunne vært en mulig alternativ. Da kunne man spart seg for den

støpte rennen, noe som ville vært en mye mer kostnadseffektiv løsning da den ville vært enklere i utførelse og derfor mindre tidkrevende. Det er viktig å påpeke at bygget i dette tilfelle hadde sett noe annerledes ut.

”Ideelt sett burde vel den utvendige trappa vært adskilt fra bygget, det hadde sett litt annerledes ut, men det hadde vært en enklere løsning” [17].

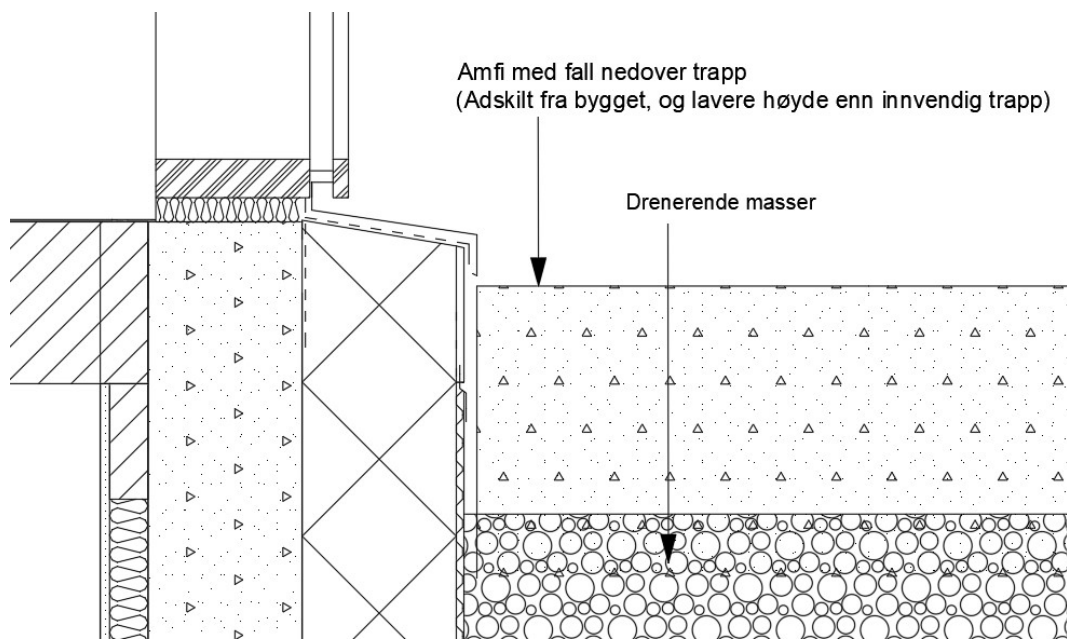
Skulle man utført løsningen på denne måten kunne man basert seg byggforsk sin løsning for tilslutning mot betongoppkant som vist i figur 6. Et alternativ kunne da blitt seende slik ut:



Figur 20: Alternativ løsning glassfasade.

I dette snittet har glassfasaden blitt trukket inn og opp muren. Dette gjør at det ikke lenger er behov for en stålvinkel som bærer glassfasaden. Ved å basere seg på figur 6, ivaretas fortsatt samme isolasjonsmengde på utvendig side av betong. Det blir benyttet membran både mot betongvegg og under beslag. Videre tillater alternativet at man kan ha en større avstand fra underkant fasade og ned til terreng. Terrenget under må her bestå av drenerende masser. Betongtrappen blir her adskilt fra bygget, dette gjør at man også kan sløyfe betongrennen.

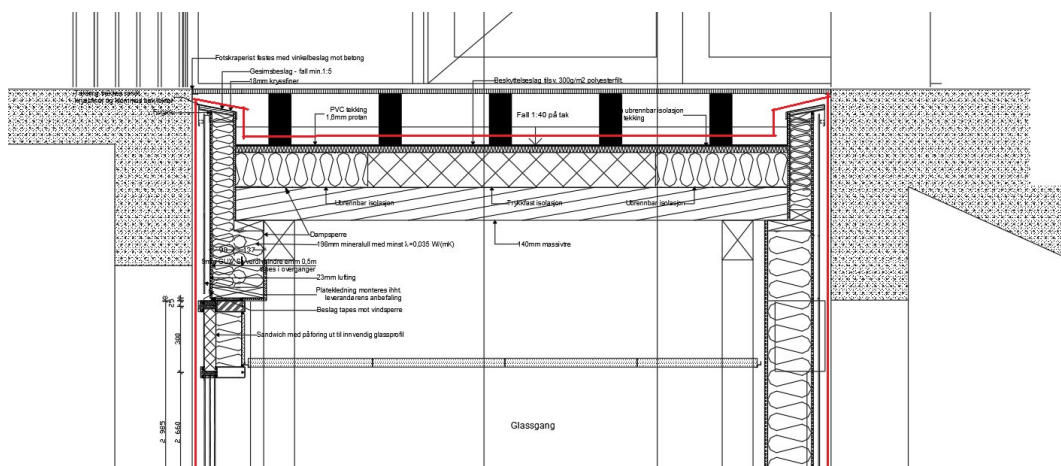
Den alternative løsningen gir også mulighet for å plassere betongtrappen nærmere bygget, gitt at den plasseres slik at eventuelt vann tillates å renne vekk fra glassfasade og beslag.



Figur 21: Alternativ løsning med betongtrapp plassert nærmere vegg.

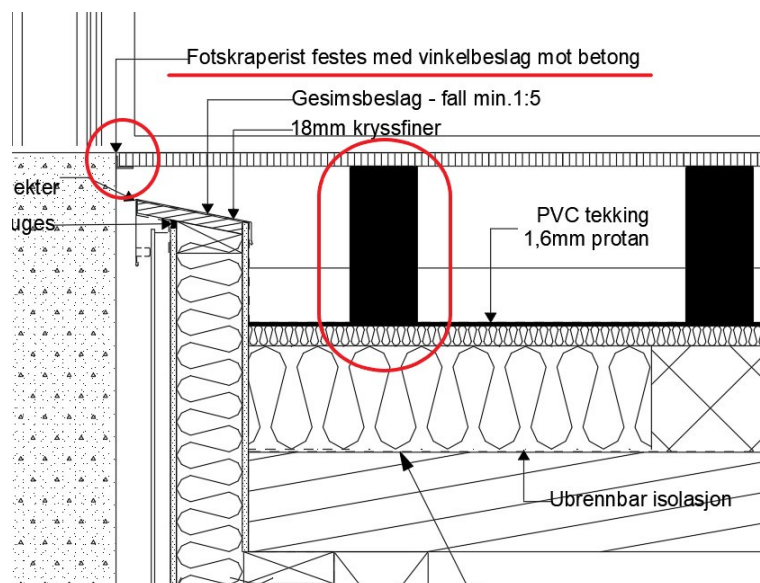
Alt i alt er den alternative løsningen enklere i utførelse, både når betongtrappen trekkes vekk fra bygget og når den plasseres nærmere. Samtidig er dette en løsning som går bort ifra uttrykket hvor amfitrappen fortsetter kontinuerlig gjennom ytterveggen med samme høyde. Denne løsningen ville sannsynligvis være gunstig for entreprenøren da man kunne spare både tid og kostnader. Samtidig blir utseende nok så annerledes og det er derfor ikke sikkert byggherre og arkitekt ville gått med på dette. Det er her viktig å påpeke at entreprenøren har tatt på seg et oppdrag hvor de skal levere det som er beskrevet i anbudet. Om den valgte løsningen da viser seg å være dyr i utførelse er det entreprenøren som må passe på å legge seg på en pris hvor denne kostnaden dekkes i tilbudet.

4.1.3 Detalj eks. 2 - Overbygd gang



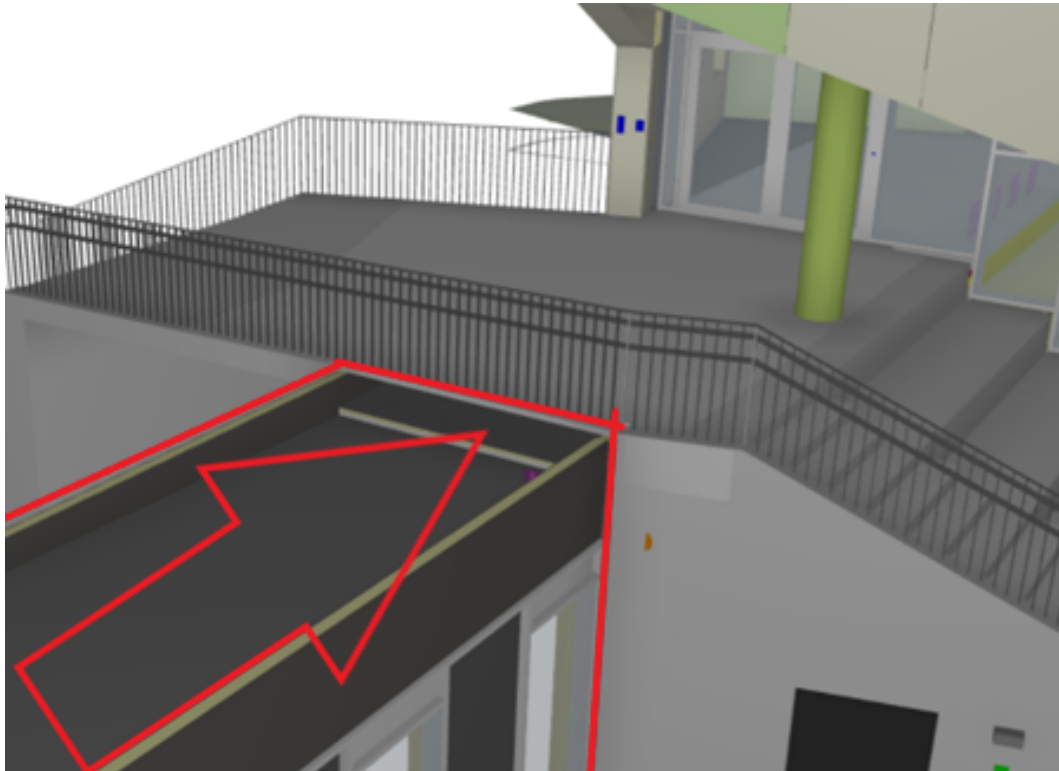
Figur 22: Overbygd gang detalj.

Figur 22 viser snitt av overbygd gang som går mellom eksisterende bygg og nybygget. Selve konstruksjonen på gangen er her markert med en heltrukket rød linje. Gangen entrer nybygget under toppen av utvendig betongtrapp som sett i figur 17. Her er gangen dekket av betongelementer på hver sin side og en fotskraperist i overkant, hvor inngangspartiet til toppen av trappeamfiet ligger. På den resterende overflaten er det benyttet belegningsstein. Som tak er det valgt kompakttak som løsning, mens veggene er ført opp som bindingsverk. På den overbygde delen av gangen er det også benyttet et beskyttelseslag med polyesterfilt over tekkingen.



Figur 23: Rist overbygd gang.

I figur 23 vises innfestning av fotskraperisten. Risten er festet mot betongen ved hjelp av et vinkelbeslag. Midtopplegg for rista er konstruert med impregnerert treverk (Svart firkant markert med rød sirkel) [17].



Figur 24: Overbygde gang sett i 3D-modell Dalux.

Som vist i figur 24 har gangen blitt ført opp som en utvendig konstruksjon som blir pakket inn av en ny utvendig fasade bestående av betongtrapp og inngangsparti til topp av amfi hvor gangen entrer nybygget.

Drøfting overbygde gang

Løsningen på gangen i seg selv er gjennomført på en fornuftig måte sett fra et byggeteknisk perspektiv, og baserer seg på en kompakt tak løsning som sett i figur 4. Utfordringer knyttet til denne løsningen kommer derfor ikke direkte fra utførelsen på gangen i seg selv, men heller fra problemer som kan oppstå basert på at selve konstruksjonen er vanskelig å komme til på grunn av betongelementene rundt.

Eksempelvis kan dette by på problemer hvis det skulle oppstå skade på den tekkete takmembranen. Det vil da være tidkrevende og omfattende å gjennomføre vedlikehold på takkonstruksjonen grunnet at man ikke enkelt kommer til. Oppstår det større vannskader på konstruksjonen vil en reparasjon av dette føre til større kostnader. Eventuelt om man ønsker å fjerne fremmedlegemer fra takoverflaten vil problemet med tilgjengelighet igjen oppstå. Skulle en slik situasjon oppstå før garantien på nybygget går ut blir dette en kostnad entreprenøren må ta på seg. Og det er selvfølgelig heller ikke ønskelig at slike problemer skal oppstå etter garanti-tiden er ute.

På sikt er det altså usikkert hvorvidt løsningen er gunstig til tross for at utførelsen er gjort på best mulig måte gitt de forutsetningene man har knyttet til valgt arkitektur. Løsningen tilfredsstillende altså byggetekniske krav, men kan by på utfordringer og uforutsette kostnader hvis det skulle dukke opp en punktering på takmembranen.

4.1.4 Detalj eks. 3 - Svevende vegg plan 2

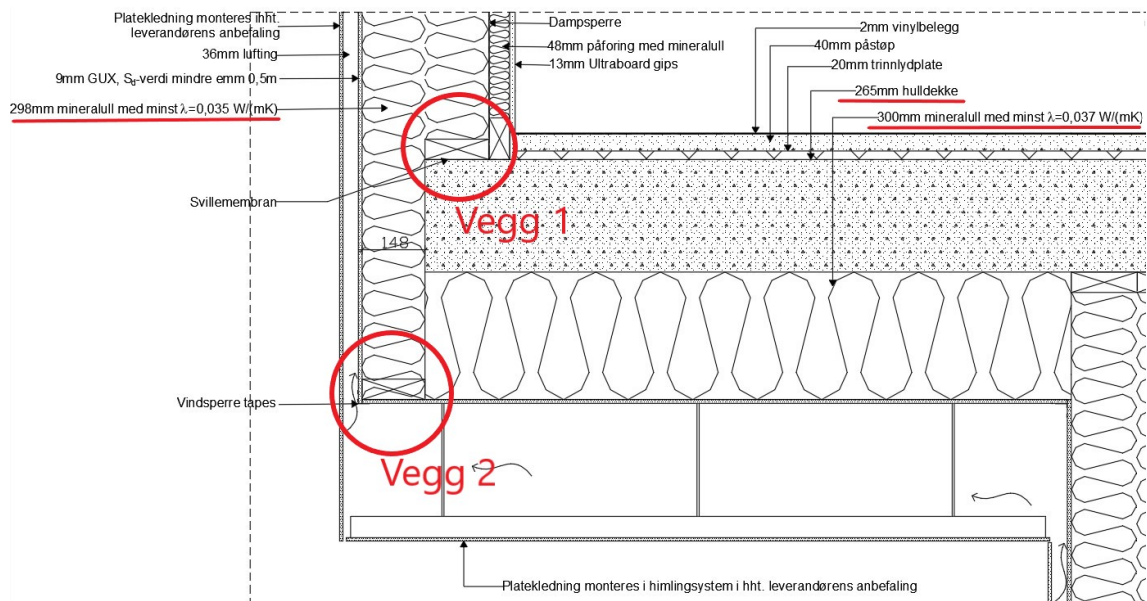


Figur 25: Plan 2 Hamsøy skole [11].



Figur 26: Overgang vegg-gulv mot det fri 3D-modell [28].

Utseende på bygget bærer sterkt preg av at plan 2 er konstruert med ”svevende” vegger på samtlige sider av bygget. I tillegg er planet rotert i forhold til plan 1, noe som også er særegent for bygget. Dette gjør at ytterveggen må konstrueres på en spesiell måte.

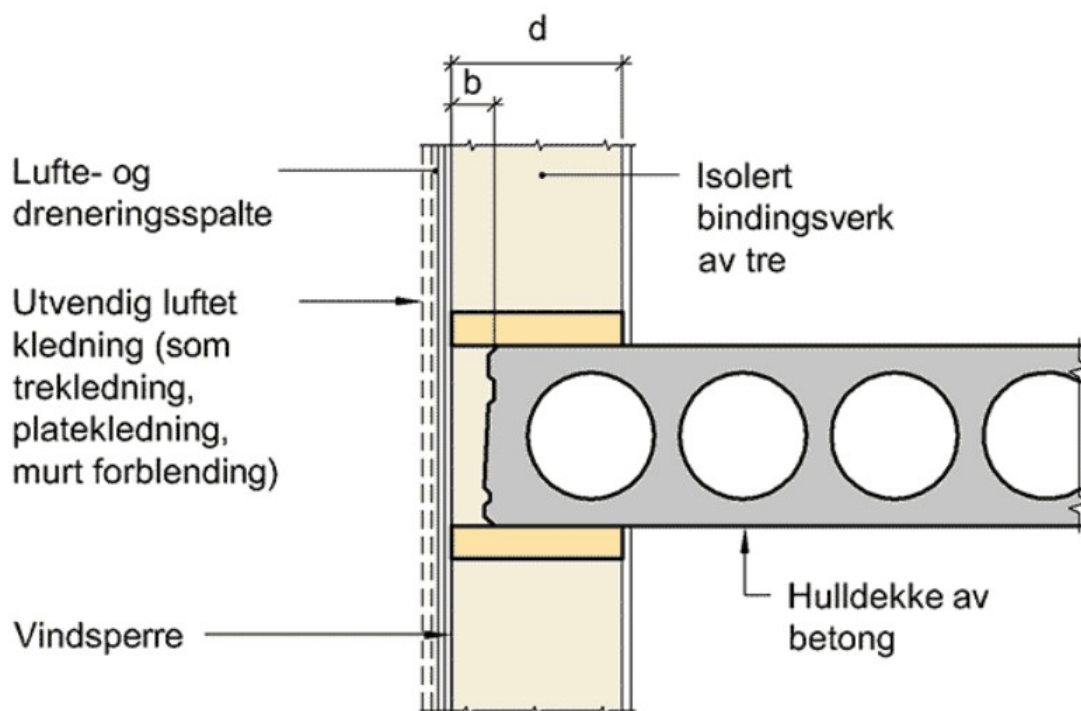


Figur 27: Overgang vegg-gulv mot det fri [28].

I snittegningen er ytterveggen plassert på etasjeskilleren som er konstruert med hulldekkeelement på 265 mm. Siden hulldekket stikker lengre ut en plan 1, blir det her ekstra viktig å se til at det isoleres tilstrekkelig rundt betongelementet slik at man unngår at en kuldebro oppstår. Dette har blitt løst ved at ytterveggen består av to bindingsverk satt sammen til en konstruksjon. På innsiden av dampspærren er det foret ut og isolert med ytterligere 48 mm. Dette gir en vegg på 2 x 148 mm + 48 mm bredde. Total tykkelse på isolert del av veggen blir altså 344 mm Den ytterste av de to veggdelene er dratt ned til gesimsen slik at det er plass til å isolere rundt hele det utstikkende huldekket. På denne måten er betongdekke som henger utenfor første plan, isolert på alle utvendige sider. I veggen på yttersiden av hulldekket er det blitt brukt 148 mm mineralull med en varmeledningsevne på minst 0,035 W/(mk). I gesimsen, altså underkant betong, er det benyttet 300 mm mineralull med en varmeledningsevne på minst 0,037 W/(mk).

Veggens utforming er med på å oppnå en lav U-verdi, samt å bryte varmetap fra kuldebruen som oppstår i hulldekke. Det krever mange bygningsdeler og tar etter all sannsynlighet lengre tid å utføre enn mindre energieffektive løsninger.

Prinsipp for oppbygning av vegg med kuldebro i hulldekke



Figur 28: Prinsipiell oppbygning av tilslutning mellom vegger med isolert bindingsverk av tre med gjennomgående stendere, og hulldekke av betong [61].

Tabell 1: Kuldebroverdier, hulldekke med tykkelse 265 mm, bindingsverk av tre [61].

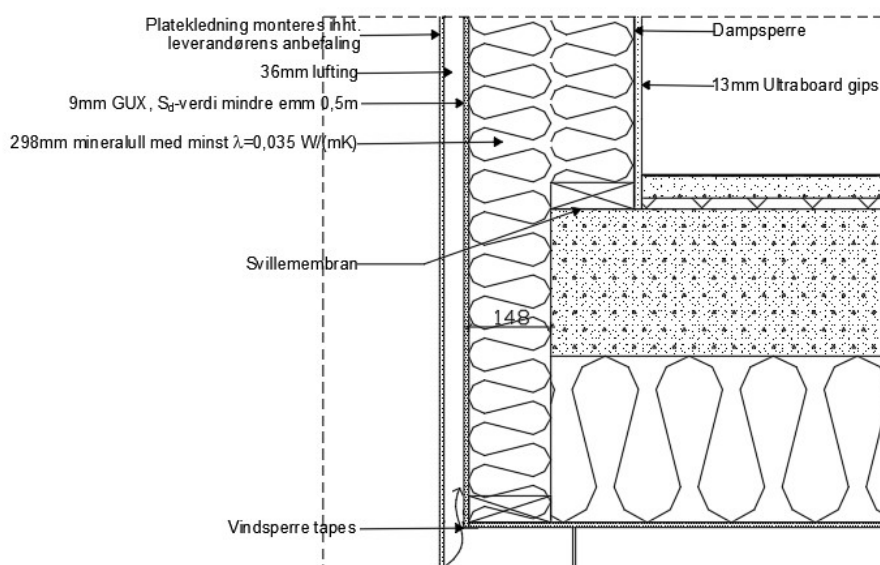
Isolasjon i vegg, d mm	Kuldebroverdi, (W/(mK))				
	Isolasjon i forkant dekke, b (mm)				
mm	50	100	150	200	250
200	0,155	-	-	-	-
250	0,169	0,082	-	-	-
300	0,177	0,094	0,051	-	-
350	0,181	0,103	0,061	0,035	-
400	0,183	0,109	0,069	0,043	0,025

Figur 28 og tabell 1 viser sammenhengen mellom isolasjonsmengde rundt hulldekke og kuldebroverdi. Kuldebroverdiene gjelder dersom varmeisolasjonsmaterialer har en varmeledningsevne på mellom 0,033 W/(mK) og 0,040 W/(mK) [61]. Isolasjonen i forkant av dekket blir kalt en kuldebrobryter. Tykkelsen på kuldebrobryteren er betydningsfull for hvilken kuldebroverdi som oppnås. Derfor bør det tilstrebes å ha en tykk kuldebrobryter slik at man får en lav kuldebroverdi.

Den isolerte delen av ytterveggen på Haramsøy er 344 mm tykk. Kuldebrobryteren i veggen er 148 mm tykk. Dette tilsvarer en isolasjonstykkelse på 350 mm. Med utgangspunkt i tabellen for kuldebroverdier betyr dette at verdien for hulldekke i veggen er på omtrentlig 0,06 W/mK. Dette betyr at kuldebroverdien er relativt lav sammenlignet med andre verdier i tabellen som beskriver andre løsninger. Allikevel

kunne det vært mulig å oppnå en lavere verdi hvis bygningsdelen hadde blitt utført annerledes.

Alternative løsninger/snitt detalj eks. 3

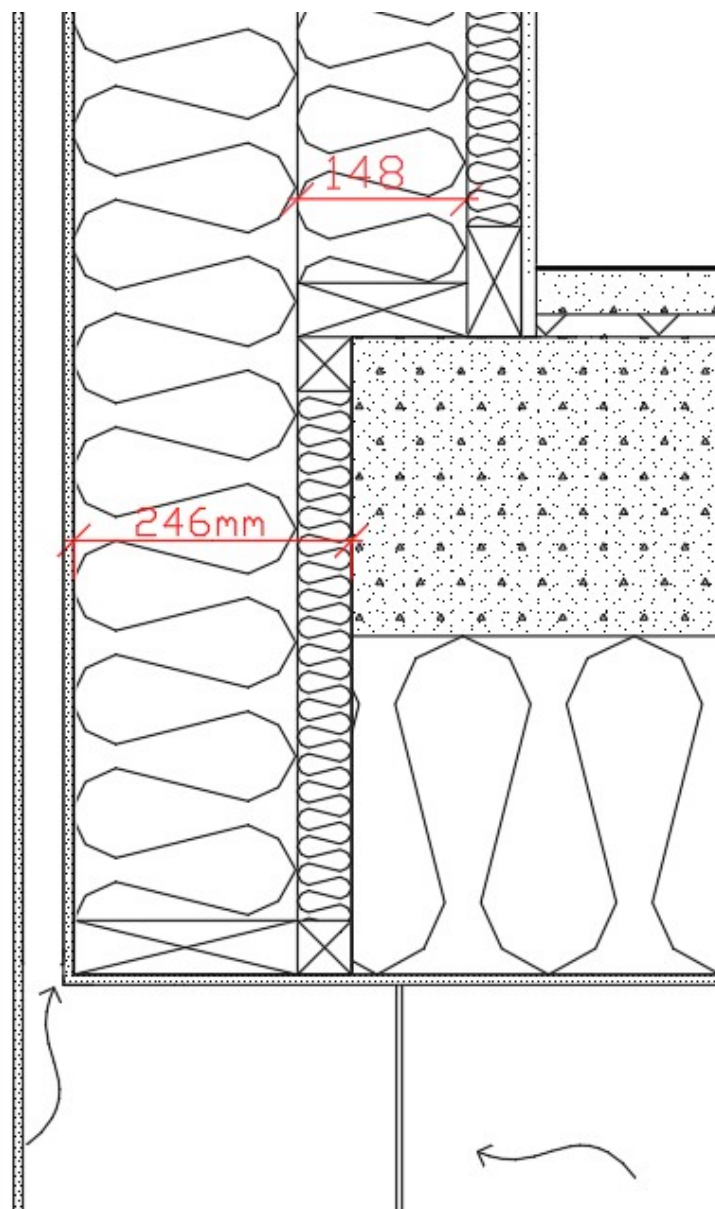


Figur 29: Alternativ løsning svevende vegg 1.

I figur 29 vises en alternativ løsning hvor den utforende delen av vegg er fjernet. Her ender isolert del av vegg vegg opp på 296 mm, som tilsvarer 300 mm isolasjon. Dette betyr at enden på hulldekke havner sentrert i veggkonstruksjonen. Kuldebrobryter blir på 148 mm.

Følger man tabell 1 for kuldebroverdi, blir resultatet for denne alternative løsningen 0,051 W/mK. Dette viser at det er mulig å oppnå en lavere kuldebroverdi ved å modifisere den valgte løsningen. Til tross for dette ville en slik løsning allikevel være å anse som ugunstig da den ikke gir mulighet for føring av nødvendig skjult-anlegg i utforet vegg. Dette vil si EL-installasjoner og VVS. Dette ville resultert i mange unødvendige perforeringer i dampsperran i praksis. Utover dette ville også U-verdien for vegg, sett bort ifra kuldebruen, bli høyere. I tillegg vil den forbedrede kuldebroverdien bli på 0,01 W/mK. Forbedringen kan da ansees som lite betydningsfull.

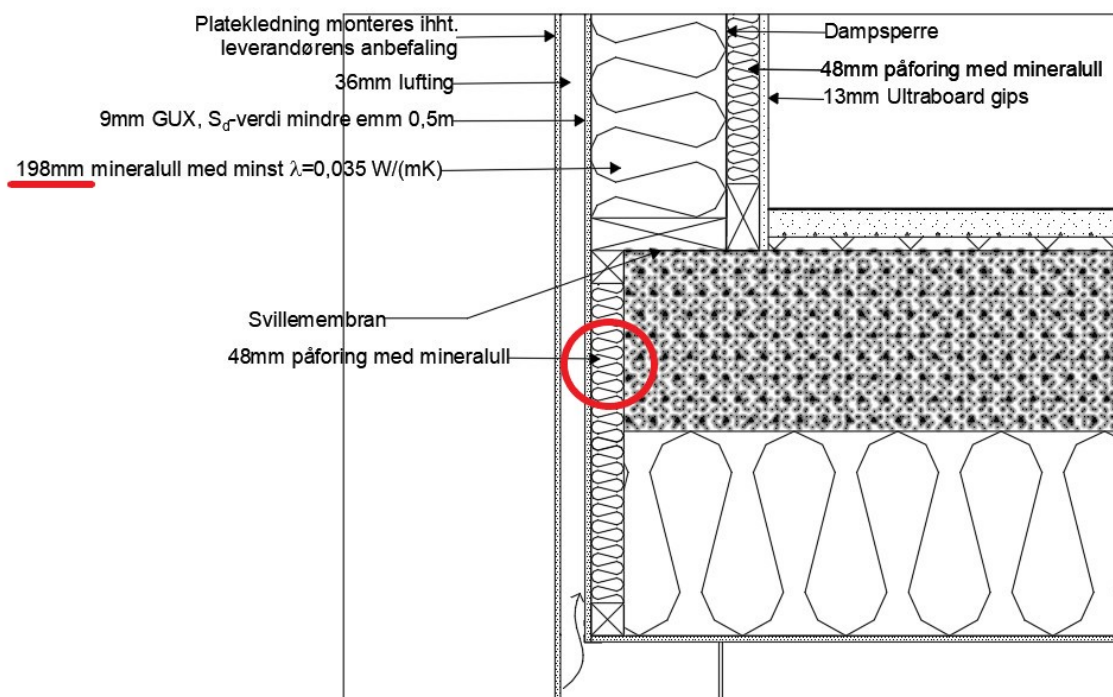
Skulle man utført en alternativ løsning med utgangspunkt i tabell 1, ville det vært mest hensiktsmessig å tilstrebe størst mulig forbedring. Isåfall hadde det vært mest ønskelig å ha en kuldebrobryter på 250 mm, og en total tykkelse på vegg på 400 mm.



Figur 30: Alternativ løsning svevende vegg 2.

I figur 30 vises en oppbygning av vegg som gir lavest mulig kuldebroverdi basert på verdiene i tabell 1. Altså en kuldebroverdi på $0,025 \text{ W/mK}$.

Selv om denne løsningen er gjennomførbar kan den ansees som mer overflødig enn den valgte løsningen. Dette kommer av at den valgte løsningen først og fremst allerede har en relativ lav kuldebroverdi ifølge tabell. Videre så vil denne alternative løsningen komplisere utførselen unødig. Dette kommer av at bindingsverket blir nokså komplisert da det er sammensatt av ikke to, men tre forskjellige deler. Først et bindingsverk plassert på hulldekke på 148 mm, hvorav 48 mm trekkes fram og utenfor hulldekke. Deretter må et 48 mm tykt skjørt trekkes ned fra 148 mm bindingsverk og ned til gesims. Avslutningsvis må et bindingsverk på 198 mm festes på utvendig side av de to foregående delene. Altså vil en løsning hvor man oppnår enda lavere kuldebroverdi kreve både flere materialer, og sannsynligvis også flere arbeidstimer.



Figur 31: Alternativ løsning svevende vegg 3.

Skulle man utformet en løsning som ville være enklere å konstruere i utførende fase kunne en løsning som i figur 31 med færre bygningsdeler være et alternativ. Her er det valgt å kun ha et bindingsverk kombinert med et nedforet skjørt som fungerer som overdekning for hulldekke. Fremfor å ha to bindingsverk på 148mm bredde, er det her heller blitt valgt å ha et bindingsverk på 198mm. Bindingsverket er plassert slik at 48mm av bunnsvillen ligger utenfor hulldekke. Dette gir mulighet til å påmontere ett skjørt på undersiden av bunnsvillen som fungerer som overdekning kuldebro.

Denne løsningen ville sannsynligvis være lettere å utføre i praksis, samt gi lavere materialkostnader enn den valgte løsningen. Et kompromiss som oppstår hvis man skulle valgt å bygge veggen på denne måten er at man her får en betydelig høyere kuldebroverdi. Denne vil komme på 0,169 W/mK. I tillegg vil U-verdien for veggen i seg selv bli betydelig lavere når såpass mye isolasjon fjernes. Dette gjør at bygget blir mindre energieffektivt da det vil kreve mer energi å holde byggets temperatur på ønsket nivå.

U-verdier detalj eks. 3

I følge byggt teknisk forskrift § 14-3 skal U-verdi i yttervegger være 0,22 W/m²K eller lavere [13]. I denne delen er det valgt å regne ut U-verdi for eksisterende vegg samt alternative utforminger. Dette er gjort for å sammenligne de forskjellige løsningene, og se på hvorvidt kuldebroverdien påvirker den totale U-verdien.

For å finne en U-verdi som inkluderer bidraget fra kuldebroen må normalisert kuldebroverdi beregnes før det kan legges til med U-verdi for vegg. Ved utregning av normalisert kuldebroverdi, er det kun verdier for lineære kuldebroverdier som man

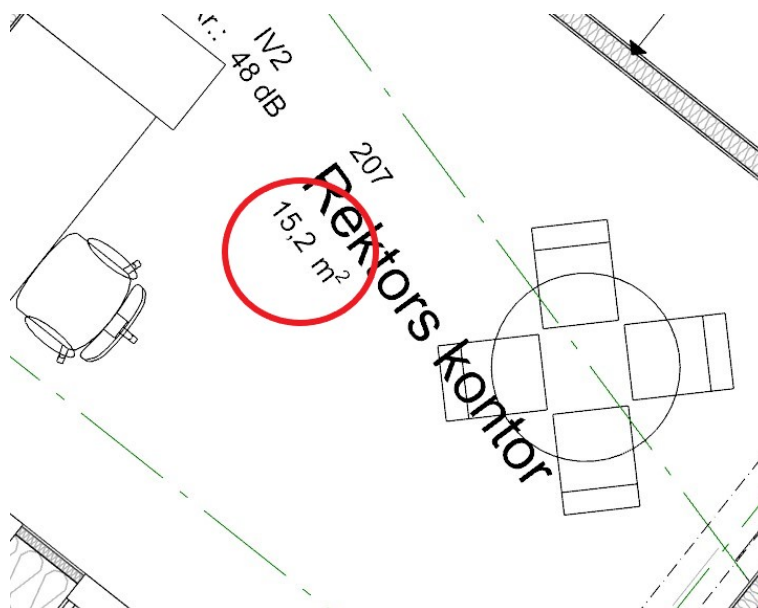
kan se i figur 8, som har blitt inkludert da det ønskes i hovedsak og sette fokus på varmetap fra etasjeskilleren. Dette betyr at punktkuldebroer sløyfes. Utregningene baserer seg på formel 4 for normalisert kuldebroverdi beskrevet i teorien.

Lengde på kuldebro og BRA er funnet ved å bruke måleverktøy i Dalux.



Figur 32: Mål lengde kuldebro [28].

Lengde på kuldebro som er brukt i beregningene tar for seg alle langsider mot utvendig side hvor hulldekke er benyttet, se figur 9 for hvorfor. Dette betyr at side mot innvendig amfi ikke er tatt med. Total lengde på kuldebro = 67,39 m.



Figur 33: Utsnitt plantegning BRA [28].

Areal som er blitt brukt i beregningene tar for seg BRA for plan 2. Her har også amfi blitt sløyfet da dette er å anse som en egen del. $BRA = 368,7 m^2$.

Tabell 2: Normalisert kuldebroverdi for forskjellige løsninger.

Løsning	Kuldebroverdi $W/(mK)$	Normalisert kuldebroverdi $W/(m^2K)$
Orginal løsning	0,061	0,011
alt. løsning 1	0,051	0,009
alt. løsning 2	0,025	0,0045
alt. løsning 3	0,169	0,03

I tabell 2 vises kuldebroverdi og normalisert kuldebroverdi for de forskjellige løsningene. For beregning av U-verdi eks. kuldebro for de forskjellige løsningene er det blitt valgt å gjøre noen forenklinger. Varmetap fra bindingsverks og vinduer er blitt sløyfet. Dette grunnet at det i hovedsak er sammenheng mellom isolasjonstykkelse og kuldebro som er ønsket å fremheve i oppgaven. Utover dette baserer beregninger seg på følgende formeler i teoridel: 1, 2, 3.

Tabell 3: Sjøkt brukt i U-verdi beregninger.

Sjøkt	Varmemotstand $R (m^2K/W)$
Rse (ventilert kledning)	0,13
9mm GUX gips vindtetting	0,038
Isolasjon	$d/0,035$
Dampsperre	0,03
13mm gips ultraboard	0,05
Rsi (varmeovergangsmotstand innvendig)	0,13

I tabell 3 fremheves sjøkt inkludert i U-verdi beregninger.

Det er variabelen for isolasjonstykkelse, d , som i dette tilfelle hovedsakelig bestemmer hva U-verdi for forskjellige løsninger blir.

Tabell 4: U-verdi for vegg plan 2 med og uten bidrag fra normalisert kuldebroverdi.

Løsning	R_{tot} (m^2K/W)	U-verdi eks.kuldebrobidrag $(W/(m^2K))$	U-verdi $(W/(m^2K))$
Orginal løsning	10,38	0,097	0,108
alt. løsning 1	8,95	0,11	0,119
alt. løsning 2	11,81	0,085	0,0895
alt. løsning 3	7,52	0,13	0,16

Resultat fra U-verdi beregninger viser at det er alternativ løsning 2, figur 30, som gir både den beste U-verdien og normaliserte kuldebroverdien som sett over i tabell 4. Det kommer også fram at alternativ løsning 1, sett i figur 29, har en lavere normalisert kuldebroverdi enn den valgte løsningen. Til tross for dette er det allikevel den opprinnelige løsningen som har den laveste U-verdien av de to. Dette viser at en bedre verdi på kuldebro ikke nødvendigvis gir en lavere U-verdi. Alternativ løsning 3 gir et dårligere resultat både i forhold til U-verdi og normalisert kuldebroverdi. Dette er forventet da denne løsningen både har mindre isolasjon i forkant av kuldebroen, men også i øvrige deler av vegg.

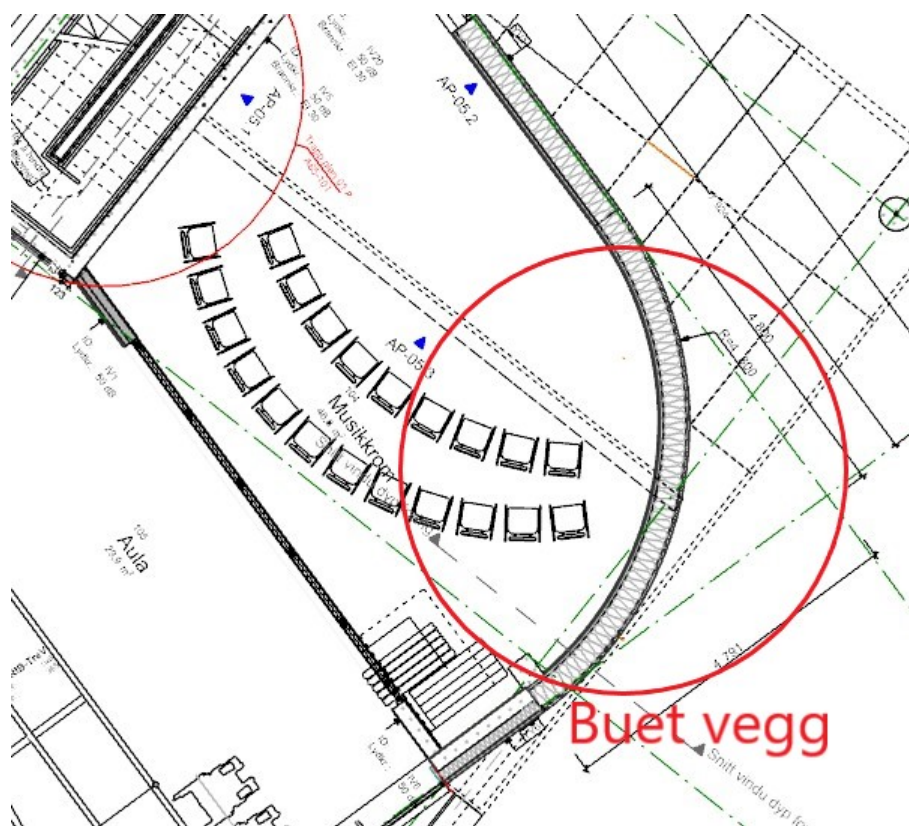
Drøfting detalj eks. 3

Løsningen som er valgt på bygget er ikke den aller beste løsningen på U-verdi sammenlignet med alternative løsninger utarbeidet av gruppa. Til tross for dette er det allikevel en løsning med en nokså lav U-verdi. Dette skyldes bra overdekning med isolasjon i forkant av kuldebro, i tillegg til rikelig med isolasjon i resten av vegg. Den valgte løsningen er enklere i utførelse enn alternativet med lavere U-verdi. Dette kommer av at det kreves flere bygningsdeler for å oppnå en lavere U-verdi, og det blir derfor flere prosesser som må utføres i praksis for å ferdigstille en slik løsning. Dette vil altså medføre ekstra tidsbruk og kostnader som ikke nødvendigvis kan rettferdiggjøres. Dette spesielt med tanke på at den valgte løsningen allerede er nokså energieffektiv.

Det er verdt å nevne at alle løsningene i utregningene er innenfor kravet på 0,22 W/m²K, men varmetap fra vinduer og bindingsverk er ikke blitt inkludert i beregningene. Hvis man antar at samtlige løsninger er innenfor kravet til tross for begrensningen i utregningen, kan man gjøre et argument for at alternativ med høyest U-verdi kunne blitt vurdert. Dette kommer av at denne løsningen sannsynligvis er lettere å utføre, samt billigere. Så sett fra tids- og kostnadsperspektiv i utførende fase ville denne løsningen vært gunstig. På motsiden ville denne løsningen gitt et mindre energieffektivt bygg, da den skaper et større varmetap. Dette ville potensielt gitt et annet resultat i forhold til BREEAM sertifisering også.

Alt i alt er den valgte løsningen gunstig da den verken er den vanskeligste å utføre, og samtidig er nokså energieffektiv. Dette viser at en middelvei kan være fornuftig for slike løsninger.

4.1.5 Detalj eks. 4 - Buet vegg



Figur 34: Buet vegg utsnitt plan 1.

I plan 1 på Haramsøy skole er det tegnet en buet yttervegg. I utgangspunktet var det veggen prosjektert som en betongkonstruksjon, men utfordringer knyttet til BREEAM og bygningsfysikk gjorde at betong som materiale måtte vike til fordel for tre.

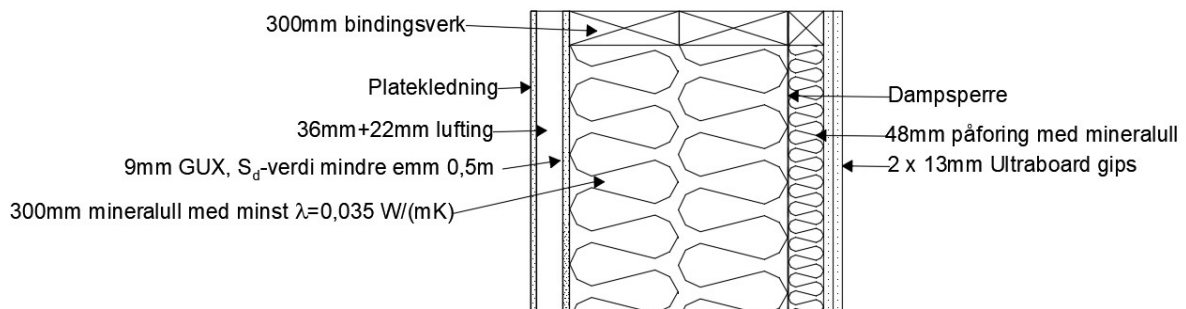
”[...] slik som det garderobebygget som ligger inntil ungdomskolen det var opprinnelig tenkt i betong, men det ble det ikke, det bygde vi i tre. Det samme gjaldt den bua veggen nede ved amfiet. Den var i utgangspunktet betong. Her ble det noen utfordringer i forhold til lyd, tetthet, og BREEAM, så det var hovedgrunnen til at den ble byttet ut. Det var ikke billigere prismessig å bygge” [17].

I forhold til BREEAM var det altså trolig gunstigere å benytte tre som materiale og tradisjonelt bindingsverk som konstruksjonsløsning. Dette grunnet lavere CO₂-avtrykk fra tre som materiale sammenlignet med betong.

Da veggen ikke ble utført i betong, ble det valgt å benytte seg av tradisjonell bindingsverkkonstruksjon. Ut ifra spesifikasjoner oppgitt i Dalux, består veggen av følgende sjikt:

- Trestender, 300 mm
- Mineralull

- Utforing, 48 mm
- Lufting/lekt, 22+36 mm
- Utvendig platekledning
- Innvendig dobbel platekledning, ultraboard
- Dampsperre
- Vindsperre



Figur 35: Sjikt i buet vegg.

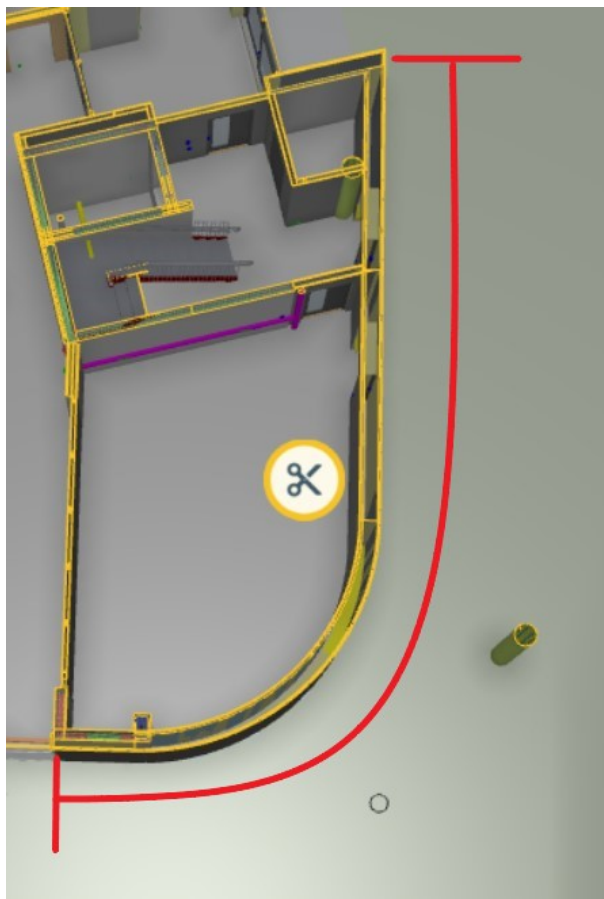
Figur 35 viser hvordan sjiktene i konstruksjonen er satt sammen. Konstruksjonen sørger for tilstrekkelig tetting i forhold til både luft og fukt 7.

Og utforme vegg som en buet konstruksjon når tre er valgt materiale betyr at man må utforme en svill med riktig radius. Dette er naturlig nok mer tidkrevende enn å konstruere en rett vegg. Sett bortifra sviller, vil resterende konstruksjon utformes som vanlig vegg.

Alternativ løsning

Siden vegg opprinnelig var tenkt å utføres i betong, kan dette ansees som en alternativ løsning.

Som sett i figur 36, er den buede vegg ca. 19 meter lang fra glassfeltet ved utvendig amfitrapp, til naturlig avslutning ved neste hjørnet. Høyden på vegg er ca. 3 meter og tykkelsen på nåværende bindingsverk er ca. 300 mm. Beregner vi en betongvegg basert på denne informasjonen ender vi opp på 15 kubikk der 2 døråpninger er trukket ut. Benyttes betongkvalitet B35 i bestandig-hetsklasse M45, estimeres det et utslipp per kubikk på 330 kg CO₂-ekvivalenter i følge DFØ sitt verktøy for referansenivåer [20]. På 15 kubikk betong utgjør dette 4950 kg CO₂-ekvivalenter. Hvis vegg hadde blitt støpt med B35 betong i lavkarbonklasse A, ville utslippet per m³ være på 210 kg CO₂-ekvivalenter ifølge NB37 [6][7]. Totalt ville utslippet for 15 m³ da blitt 3150 kg CO₂-ekvivalenter. Altså 1800 kg CO₂-ekvivalenter mindre enn referanseverdien for utslipp.



Figur 36: Lengde buet vegg.

Drøfting buet vegg

Begrunnelse på hvorfor bygget ikke ble gjort i betong som først tenkt baserte seg på blant annet på miljøkrav ifølge entreprenøren:

BREEAM-sertifisering var klassifisert som good på det bygget der, og det er klart at redusert betongmengde teller positivt da” [17].

Til tross for dette medfører valget om å konstruere veggene med bindingsverk et større mangfold i materialer. Dette betyr at den valgte konstruksjonen potensielt sett har et stort klimaavtrykk som følge av produksjon og transport av mange ulike materialer. Allikevel er det viktig å framheve at treverk lagrer CO₂, og at dette har en stor innvirkning på klimaregnskapet [5]. Det kan argumenteres for at utførelsen av valgt løsning vil være mer tidkrevende enn hvis betong hadde blitt benyttet. Dette da det er flere bygningsdeler som skal settes sammen kontra hvis man hadde støpt større deler av konstruksjonen.

Dermed, til tross for at betongvegger også bidrar til CO₂-utslipp, kan den totale miljøbelastningen fra sammensatte vegger forventes å også ha en viss klimabelasting til tross for bruken av tre. Dette viser hvor viktig vurdering av materialvalg og konstruksjonsteknikker er med tanke på miljøpåvirkning. Hovedutfordringene med denne detaljen var altså valg av riktige materialer for å få ned CO₂-avtrykket totalt for hele bygget, og dermed oppnå en bedre BREEAM-klassifisering. I tillegg er

den praktiske oppreisningen av bygningsdelen potensielt mer tidkrevende å utføre i praksis kontra et 90-graders hjørne.

4.2 Diskusjon - Byggdetaljer

Med utgangspunkt i bygningsdetaljene som har blitt fremhevet tidligere i oppgaven, er det tydelig at hva som bestemmer hvordan en løsning skal utføres er et sammensatt tema bestående av flere faktorer. Oppfyllelse til BREEAM krav og oppnåelse av riktig utseende er fellesfaktorer som er med på å diktere hvordan de vektlagte detaljene i oppgaven har blitt utført.

I forhold til BREEAM kommer det fram i resultatene at i visse bygningsdeler blir det gjort endringer i materialvalg for å oppnå lavere CO₂-avtrykk. Som sett i buet yttervegg, se figur 35. Det var ifølge Consto spesielt bra å minske bruken av betong i bygget for å oppnå en bra BREEAM sertifisering. Men det kommer også frem i samtaler med Consto at detaljer kunne vært tiltenkt i betong også endret underveis. Man kan argumentere for at slike endringer underveis kan være uheldige da det kan skape forsinkelser og tidspress. Samtidig kommer det også fram fra Consto at slike endringer ofte kan forkomme i bygningsbransjen, og at det heller handler om hvordan man best mulig klarer å håndtere dem underveis. Derfor kan man si at det er viktig å ha god samhandling mellom involverte parter i oppstartsfasen, men også underveis. Her kan digitalisering og bruk av BIM programmer som for eksempel Dalux, komme godt med.

Videre er det gjort tiltak for å oppnå U-verdier som er godt innenfor krav i TEK-17, dette ved bruk av tykke sjikter med isolasjon, samt god overdekning foran kuldebro. Etter all sannsynlighet kunne man oppfylt samme krav ved bruk av mindre isolasjon og færre bygningsdeler. Man kan argumentere for at dette kunne vært gunstig sett fra et økonomisk perspektiv i den utførende fasen. Samtidig kan valgt mengde isolasjon sees på som fornuftig langsiktig, da lavere U-verdier vil sørge for et mer energieffektivt bygg. Dette kan ansees som fornuftig både fra et økonomisk og bærekraftig ståsted i bruksfasen. Da det for eksempel krever mindre energi og pengebruk på oppvarming av bygget.

Når det kommer til utseende på bygget, har dette vært et viktig moment knyttet til bygningsdetaljer på Haramsøy skole. Dette fordi ønsket design på bygget har hatt mye å si for hvordan forskjellige deler av bygget har blitt utført. Dette har i tilfeller gjort at byggdetaljer kan ansees som intrikate og kompliserte, både i forhold til utførelse, men også i forhold til å finne gode byggtekniske løsninger. Dette fører til at det kan ta lang tid å utføre enkelte bygningsdeler, og det kan også være dyrt. Prosjektering av slike type detaljer kan også ta lang tid. Dette kommer blant annet av entreprisformen:

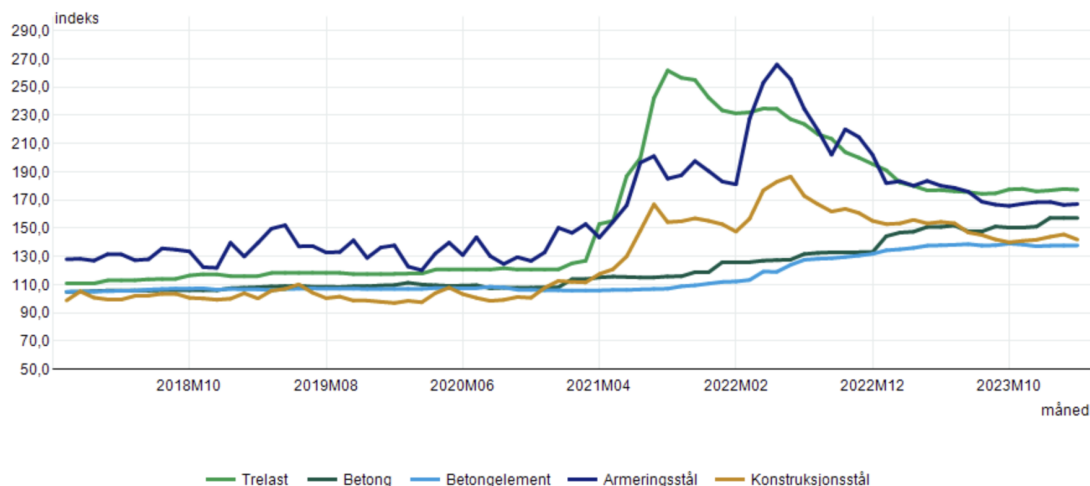
Det er litt i en totalentreprise natur at det ikke er detaljprosjektert, så sånne utfordringer vil man få uansett i motsetning til en hovedentreprise der hvor byggherre har prosjekteringa [17].

En mulig forklaring på hvorfor disse detaljene kan ta lang tid å prosjektere er et mis-

forhold mellom planleggende og utførende part, i dette tilfelle arkitekt og totalentreprenør. De to partene sitter på forskjellig kompetanse og har derfor to forskjellige tilnærminger til hvordan detaljene skal løses. Her kan det derfor bli en utfordring å finne en felles løsning som både er gjennomførbar i praksis og som utførende part kan stå inne for, samtidig som ønsket uttrykk ikke altereres i større grad.

4.3 Materialvalg

På Haramsøy skole er det blitt gjort bevisste valg i forhold til materialvalg. Valgene som er gjort baserer seg til dels på å velge materialer med lavt klimautslipp, men også på pris. Å senke klimautslippene på bygget totalt ved å velge mer klimavennlige materialer var vesentlig for å oppnå BREEAM sertifisering. I forhold til materialkostnad, baserte materialvalgene seg på et ustabil marked hvor man så uvanlig høye priser under byggetiden (2022-2023). Her ble også planlagte materialvalg endret underveis gjennom prosjektet [17].

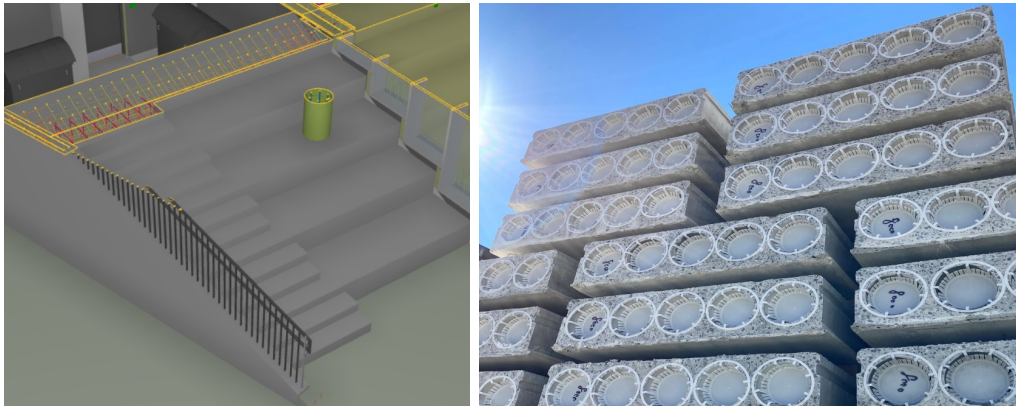


Figur 37: Materialindeks hentet fra SSB [48].

Gjennom SSB (Statistisk sentralbyrå) sin materialindeks, viser linjediagrammet en prisindikasjon på hvert materialelement. De forskjellige materialene vist i diagrammet er: trelast, betong, betongelement, armeringsstål og konstruksjonsstål. Statistikken måler den månedlige prisutviklingen på innsatsfaktorene til bygging av bosteder. Indeksene er ikke blitt påvirket av endringer i produktivitet eller endringer i entreprenørens fortjenestemarginer. Statistikken blir i hovedsaklig brukt til å justere byggekontrakter [49]. Videre i dette kapittelet ble det gjort enkle klimagassberegninger, hvor data og verdier er hentet fra Dalux. En sammenligning av andre type materialer ble også tatt i betraktning for å tydeliggjøre hvorfor eventuelt en avgjørelse på materialvalg ble bestemt på dette prosjektet.

4.3.1 Betong

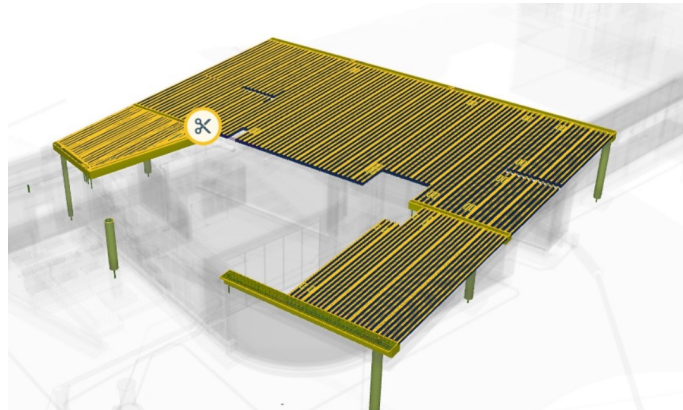
I anbudskravet til bygget var det spesifisert at bygget skulle ha BREEAM-NOR nivå ”good” [11]. I tillegg skulle bygget også oppnå en reduksjon i klimagassutslipp på minimum 20 prosent for utvalgte bygningsdeler sammenlignet med referansebygg [11]. Det ble derfor brukt tid på å finne de rette materialene som oppfylte miljøkravene. I den delen vil det settes fokus på hvilke materialer som ble brukt og hvorfor.



(a) Utvendig betongtrapp [28]. (b) Eksempelbilde hulldekke Spenncon [24].

Figur 38: Betonghulldekke

Til tross for at noen bygningsdeler som kunne vært støpt i betong ble byttet ut med tre som materiale, var det fortsatt en del betongkonstruksjoner på bygget. Etasjeskiller består av hulldekke med spennarmering. Det er også utvendig trapp av betong i tillegg til betongsøyler som er med å bærer bygget. Delevegger innvendig i plan 1 er også delvis utført i betong. Da betong i utgangspunktet ikke er et klimavennlig materiale, da det blant annet står for mellom 5 og 8 % av verdens klimagassutslipp [40], ble det brukt en del lavkarbonbetong på dette prosjektet.



Figur 39: Snitt av hulldekke i Dalux [28].

Hulldekket vist over, er levert fra Spenncon og er av kvalitet B45 M60. Betongsammensetning som er benyttet tilfredsstillende lavkarbonklasse A iht. Norsk Betongforenings publikasjon nr. 37 [6].

Tabell 5: Betongsammensetning hulldekke lavkarbonklasse A [24].

Materialer	kg	%
Cement	128,03	12,80
Aggregate	807,55	80,76
Water	50,61	5,06
Chemicals	0,80	0,08
Reinforcement	13,00	1,30
Totalt:	1000,00	

Betongsammensetningen i tabell 5 har et klimagassutslipp på 198,76 kg CO₂ekv/m³. Produktet har en levetid på 60 år, og det er brukt 20 % resirkulert tilslag av andel grovt tilslag [24]. Hulldekkene som er brukt tilhører en av fire forskjellige typer lav karbonklassifiseringer som Spenncon tilbyr blant sine produkter i hulldekke kategorien [64]. De følgende klassene med tilhørende klimagassavtrykk for betongsammensetningen er:

Lavkarbon A = 198,76 kg CO₂ekv/m³ [24].

Lavkarbon B = 226 kg CO₂/m³ [25].

Lavkarbon Ekstrem* = 128 kg CO₂/m³ [26].

Lavkarbon Plus* = 169 kg CO₂/m³ [27].

**Produktene Ekstrem og Plus var ikke lansert da Haramsøy skole ble bygd og var derfor ikke alternativer på dette prosjektet.*

Tatt i betraktning at produktene ”Ekstrem” og ”Plus” ikke var tilgjengelig da prosjektet ble gjennomført, blir det mest naturlig å se på miljøgevinsten ved å bruke klasse A sammenlignet med klasse B.

Med TEK17 § 17-1, veileder for utarbeidelse av klimagassregnskap er det enkelt å finne et estimat på hvor stor miljøbesparelsen er ved å bruke en betongsammensetning til fordel for en annen. Dette ved å benytte seg av formel 6, hentet fra veilederen.

Tabell 6: Sammenligning av lavkarbonklasse A og B i hulldekke.

Utslipp lavkarbon A, kg CO ₂ /m ³	198,76	
Total m ³	62,769	
Materialmengde x Utslippsverdi	12475,9664	
Klimagassutslipp hulldekke A	12475,9664	kg CO₂/m³

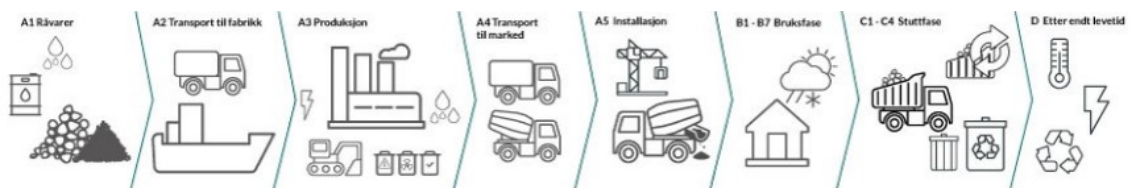
Utslipp lavkarbon B, kg CO ₂ /m ³	226	
Total m ³	62,769	
Materialmengde x Utslippsverdi	14185,794	
Klimagassutslipp hulldekke B	14185,794	kg CO₂/m³

Miljøgevinst klasse A fremfor B		
Utslipp hulldekke A	12475,9664	kg CO ₂ /m ³
Utslipp hulldekke B	14185,794	kg CO ₂ /m ³
Total besparelse	1709,8276	kg CO₂/m³

Ved å ta for seg etasjeskilleren, konstruert med hulldekke har man et samlet volum på 62,769* m³ betong i lavkarbon klasse A. Det totale utslippet i kg CO₂/m³ blir da 12475,9664*. Det samme volumet for lavkarbon klasse B derimot gir et samlet utslipp i kg CO₂/m³ på 14185,794*. Den totale besparelsen som oppnås ved å bruke klasse A fremfor klasse B er da i dette tilfelle 1709,8276* kg CO₂/m³. Dette tilsvarer en nedgang i utslipp på 12,05 %. Et enda gunstigere resultat oppnås dersom man velger å sammenligne lavkarbon klasse A med DFØ's verktøy for referansenivåer [20]. Utslippsnivået for en betong av kvalitet B45 er her oppgitt å være på 360 kg CO₂/m³. Klimabesparelsen ville i dette tilfelle ende opp på 10120,8736 kg CO₂/m³, som tilsvarer en reduksjon på 44,78 %. Det må presiseres at utslippene omtalt baserer seg på EPD dokument som inkluderer livsløpsrapport forfattet av LCA.no, som inkluderer alle prosesser fra råvareuttak til montert produkt. Rivingsfasen og potensial etter endt levetid er også inkludert [25].

*Tallene brukt over baserer seg på beregninger gjort av gruppa med data fra Dalux som utgangspunkt for betongmengde. Se vedlegg B for regneark.

Flyteskjema illustrert med systemgrenser for LCA for hulldekkene:



Figur 40: Flyteskjema [25].

Ved å velge hulldekker med lavkarbon klassifisering A blir altså det totale utslippet for bygningen lavere. Prisen på lavkarbon betong er dog som regel høyere enn på normalbetong. På lavkarbon A er pristillegg normalt sett på mellom 70,- og 95,- per m^3 eks. MVA [9]. Til tross for dette kan man argumentere for at miljøgevinsten er såpass betydelig at dette rettferdiggjør en høyere pris [9]. Det er også ønskelig å anvende hulldekker som etasjeskiller da det er gunstig tidsmessig å montere i tillegg til at de lange spennene man kan oppnå med hulldekker med spennarmering uten ekstra bæring er ønskelig. Derfor er det lite trolig at bruk av andre materialer for å kutte ned på klimagassutslipp på denne delen av bygget er aktuelt. I tillegg til hulldekke var det også benyttet lavkarbonbetong på plass-støpte bygningsdeler. Dette er naturlig nok bra for å få ned byggets totale utslipp men samtidig kommer det med sine egne utfordringer.

”Vi måtte bruke en del A-betong på prosjektet, og det er for det første dyrere ved innkjøp, men det er også vanskeligere å få et godt resultat. Egenskapene ved type A betong er litt dårlige, og litt mer skjør med tanke på vær” [17].

Lavkarbonbetong kan være vanskeligere å bearbeide slik at man får ønsket resultat. Dette betyr at det er viktig å være påpasselig med hvor man velger og bruke denne betongen spesielt hvis bygget er utsatt for hardt vær slik som på Haramsøy. Det er flere deler av bygget hvor tre er blitt valgt fremfor betong som bygningsmateriale. Allikevel er bruken av betong gjort på en bærekraftig måte når man sammenligner utslippsverdiene i betongen som er brukt med andre betongtyper og referanseverdier for utslipp.

4.3.2 Stål

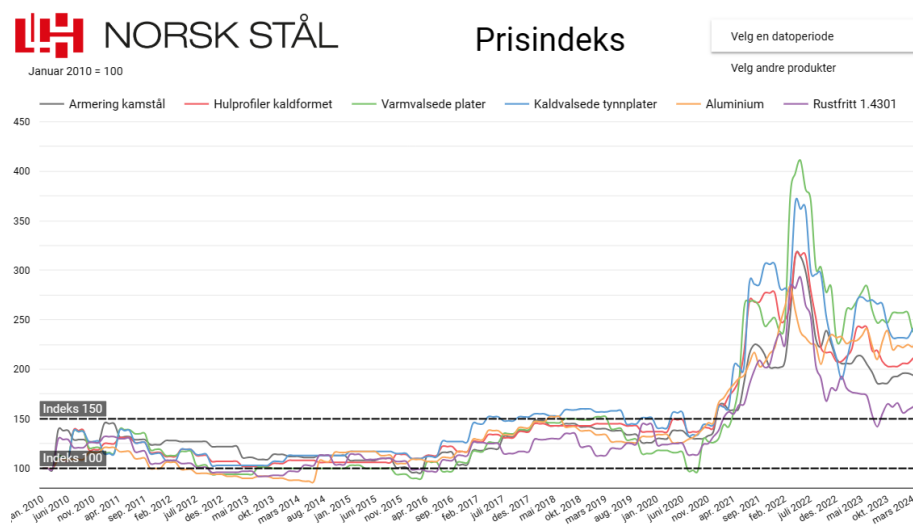
I april 2022 innledet Consto AS byggearbeidene på Haramsøy skole, en periode preget av globale utfordringer som følge av COVID-19-pandemien og geopolitiske spenninger, med invasjon av Ukraina. Dette hadde en betydelig innvirkning på stål- og metallindustrien, en kritisk faktor i byggebransjen [45]. Ifølge en prismelding utgitt av Norsk Stål den 1. april 2022, resulterte konflikten i Ukraina i betydelige forstyrrelser i markedet, med nesten 40% av EU sin import av karbonstål som forsvant nærmest over natten. Dette førte til en økning i metallpriser, drevet av intensiv konkurranse om materialressurser og eskalerende priser på gass og elektrisitet [45]. Videre kompliserte importrestriksjoner innført av EU, situasjonen ved å forby import av stål fra Russland og andre land med nære bånd til Russland. Disse restriksjonene, sammen med periodiske produksjonsstans ved europeiske stålverk på grunn av ugunstige strømpriser, forsterket utfordringene i stålindustrien. Slike stans oppstod spesielt under perioder med høy strømpris, hvor produksjonskostnadene oversteg lønnsomheten [45].

Det kunne sikkert vært brukt mer stål i fordel for tre i et bygg som dette her? Eller hadde ikke dette noe å si i forhold til BREEAM?”

”Ja, det hadde noe å si i forhold til BREEAM, men valgt ikke bare på grunn av det, men også på grunn av at akkurat når vi skulle til å bestille stål så var det korona, og prisene doblet seg omtrent, det var ekstreme priser på stål. Så da turte vi rett

og slett ikke bestille, for når vi bestilte så visste vi ikke prisen. Så da valgte vi tre i stedet for” [16].

Prisindeks- stålpriser



Figur 41: Prisindeks, hentet fra Norsk Stål [66].

Her ses det på utfordringene og beslutningsprosessen knyttet til materialvalg under påvirkning av ulike faktorer, ved utbyggingen av Haramsøy skole. Perioden bar preg av global usikkerhet på grunn av COVID-19-pandemien samt geopolitiske spenninger som følge av invasjonen av Ukraina, som sammen førte til kraftige prisøkinger på stål- og metallindustrien [45].

I forbindelse med disse utfordringene, valgte prosjektlederne for Haramsøy skole å foretrekke tre over stål i konstruksjonen, hovedsaklig drevet av den økonomiske uforutsigbarheten ovenfor stålpriser, samtidig som BREEAM-sertifiseringskrav ble litt vektlagt. Dette tilfellet understreker betydningen av å tilpasse seg på mest gunstig vis i henhold til materialvalg. Samtidig som det opprettholdes en forpliktelse til bærekraftige byggepraksiser [16].

Konsekvensen av å benytte tre kontra stål, er at dimensjonene må økes. Dette kan forårsake uheldigheter med hensyn til utforming og estetikk. Tar en Haramsøy skole i betraktning, vil en se tydelige spor av dette. Der bærende tresøyler er trukket ut i rommet på utstilling til en hver benyttende bruker, kunne disse heller vært beregnet i stål og blitt strategisk plassert i selve ”veggkonstruksjonen”. Dette ville gitt et renere og mer estetisk uttrykk, og samtidig bidratt til en mer universell utforming av bygget.



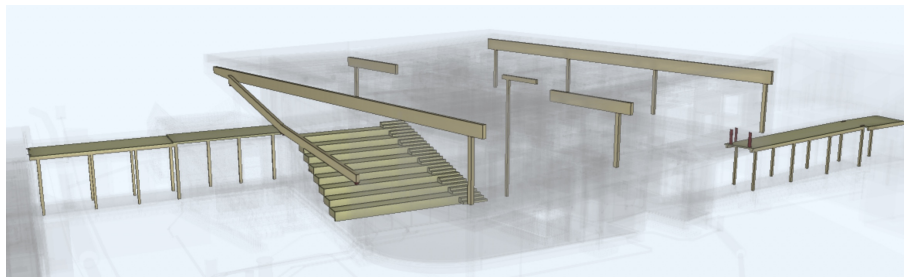
(a) Gangpassasje [11].

(b) Kontor [11].

Figur 42: Synlige tresøyler på bygget.

4.3.3 Treverk

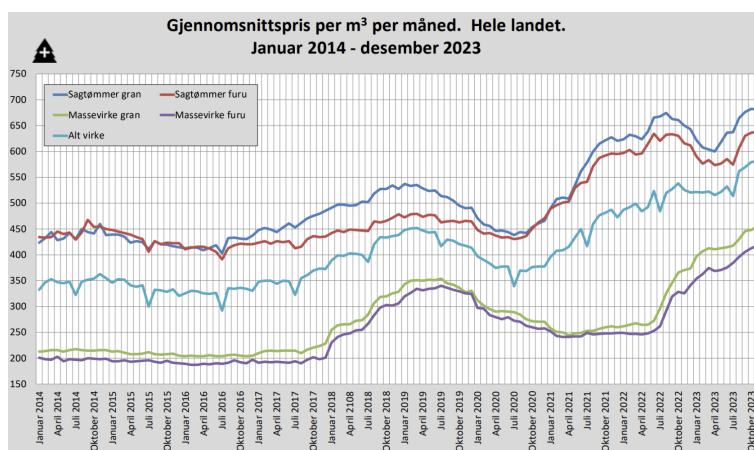
Treverk som ble benyttet på bygget var hovedsakelig bærende konstruksjoner i tillegg amfitrappen. Bestående av limtresøyler, drager og dekker levert av Woodcon AS [5]. Limtre og massivtrelementer er et bærekraftig og fremtidsrettet bygnings materiale. Ved å bygge i tre vil man oppnå et klimanøytralt bygg. Tre lagrer CO₂ så lenge bygget står der, og dagen det skal rives går det tilbake til naturen [5]. Figuren som er anvist under er hentet fra modellbygget av Haramsøy skole. Her er det bestående av limtresøyler, bjelker og dekker fra Woodcon.



Figur 43: Trekonstruksjon av bygget [28].

Pressemeldingen fra Treindustrien (2023) ble det innhentet data om netto eksport av trelast. Gjennom året 2022 ble trelast økt med 23,2 % sammenlignet med 2021, ifølge SSB. Salget i 2022 av trebasert byggevarer som konstruksjonsvirke og øvrige trelaster, falt nasjonalt med 18,5 % sammenlignet med 2021 målt i volum, viser statistikk fra Treindustrien. Dramatisk kostnadsøkning på strøm truet bedriftens evne til å utnytte mulighetene for økt eksport av trelast, i en tid hvor markedet i Norge sviktet, sier Finstad fra pressemeldingen [68]. Figur 29 som er hentet fra Norsk Skogbruk, ser man en betydelig økning i gjennomsnittspris per m^3 per måned. I begynnelsen av årgangen i 2022 var prisindeksen på ca. 500, for alt trevirke.

Som følge av en markant prisøkning i stålpriser for året 2022, samt et strategisk mål for å oppnå god BREEAM-sertifisering, ble treverk foretrukket som bærende konstruksjoner. Med en sammeligning av stål og treverk fra året i 2022, kan en estimere at materialprisene doblet seg.



Figur 44: Gjennomsnittspris av treverk hentet fra Norsk Skogbruk [34].

Rapportering av biogent karbon kan ha stor betydning for klimagassregnskapet. Dette gjelder spesielt for trebaserte byggevarer, men vil også gjelde andre byggevarer med biobaserte råvarer. Biogent karbon er karbon som trærne gjennom fotosyntesen har tatt opp fra karbondioksid i lufta, og bundet i trevirket. Biogent karbon frigjøres ved enden av livsløpet når treet forbrennes eller brytes ned. Over byggevarens levetid vil summen av klimagassutslippene knyttet til biogent karbon være lik null. NS-EN 16485:2014 angir regler for beregning av opptak og utslipp av biogent karbon [1]. Gjennom veilederen for utarbeidelse av klimagassregnskap i henhold til TEK17 § 17-1, vil det her tatt i bruk enkeltberegninger av opptak og utslipp fra treverket på hele bygget. Håndberegninger er gjort på bakgrunn av tolkninger og standarder fra veilederen til TEK17 § 17-1. Den innvendige amfitrappen er ikke medberegnet.

Tabell 7: Resultat av klimagassopptak og utslipp av trevirke på bygget.

Opptak biogent karbon	687,5	kg CO ₂ /m ³
Material	Mengde	Merknad
Limtresøyler [m ³]	2,342	Alle limtresøyler
Bjelker [m ³]	11,281	Alle typer bjelker
Dekker (gulv) [m ³]	6,277	Uten amfitrapp
Totalt [m³]	19,900	
Materialmengde x Opptaksverdi	13681,25	
Klimagassopptak og utslipp av trevirke	13681,25	kg CO₂/m³

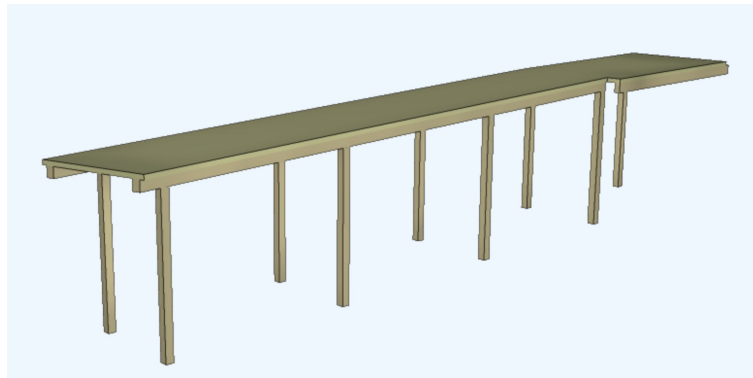
4.3.4 Lastberegning av gangpassasje

I denne delen vil det utforskes hvordan limtresøyler kan bli påvirket ved laster som er tilført fra egenvekt og snølast. Dette er for å kunne sammenligne hvor holdbare dimensjonene er i forhold til stålsøyler. I tillegg vil man finne ut hvor gunstig det ene alternative er sammenlignet med det andre. Dette med utgangspunkt i pris og utforming.

Lastberegningene er et grovt anslag og er da ikke tatt hensyn til eventuelle momenter i søylen på bakgrunn av usymmetrisk lastinnføring eller horisontale krefter som virker på søylen. Med bakgrunn for dette er det gjort forenklete beregninger og egne antagelser. Beregningsgrunnlaget er etter iht.:

- NS-EN 1990 Eurokode 0
- NS-EN 1991 Eurokode 1
- NS-EN 1993 Eurokode 3
- NS-EN 1995 Eurokode 5
- Limtreboka - Beregningseksempler (2018) [30]

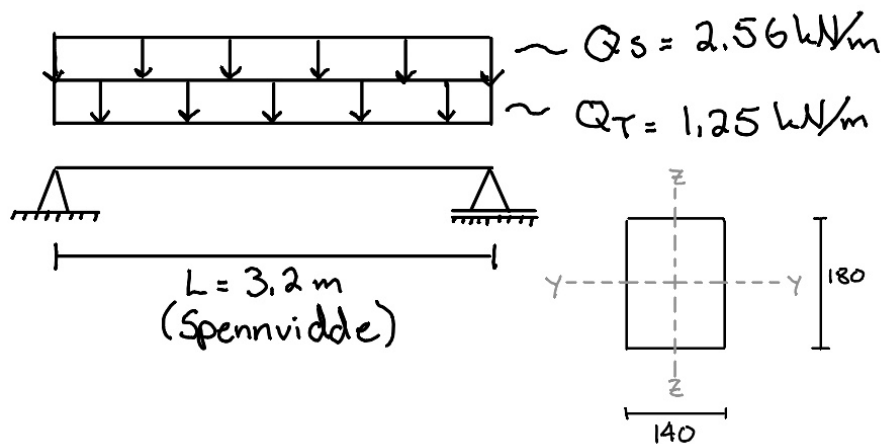
Forutsetninger for statiske beregninger i RIB, er utarbeidet av Norconsult AS som en del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Dette dokumentet er konfidensielt og legges ikke ved oppgaven.



Figur 45: Gangpassasje av limtresøyler og dekke.

Fritt opplagt bjelke

I denne beregningsdelen for fritt opplagt bjelke, er det tatt et utsnitt av gangen for å se nærmere på lasten til de forskjellige byggematerialene som blir hovedsakelig påvirket av lasten. Og tatt mer hensyn til hvordan søylene blir påvirket av snølast. Her har man neglisjert de mindre sjiktene slik som takteking (PVC) og isolasjon da dette har mindre å forutsi. Materialers tyngdetetthet er hentet fra Byggforsk - Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler [55].



Opplysninger og forutsetninger

Trebjelke:

Limtre GL30c / $\rho_m = 430 \text{ kg/m}^3$

Klimaklasse: 1 (Bærende element innendørs i rom som vanligvis er oppvarmet)

Partialfaktor for limtre: $\gamma_M = 1,15$

Bjelketverrsnitt: $b = 140 \text{ mm}$ og $h = 180 \text{ mm}$

Antatt horisontal bjelkelengde: $L = 3,2 \text{ m}$

Tyngdetetthet for massivtrebjelke: $\gamma_b = 5,0 \text{ kN/m}^3$

Dekke:

Tyngdetetthet for treplate: $\gamma_p = 5,0 \text{ kN/m}^3$

Sjikhøyde for treplate: $h_p = 0,08 \text{ m}$

Laster og utregninger:

Snølast på takplate: $q_s = 2,0 \text{ kN/m}^2$

Snølast fra takplate bjelke: $Q_s = \frac{qL^2}{8} = \frac{2,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,2^2 \text{ m}}{8} = 2,56 \text{ kN/m}$

Egenvekt massivtre bjelke: $G_b = \gamma_b \cdot b \cdot h = 5,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,14 \text{ m} \cdot 0,18 \text{ m} = 0,126 \text{ kN/m}$

Egenvekt dekke: $g_p = \gamma_p \cdot l = 5,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,08 \text{ m} = 0,4 \text{ kN/m}^2$

Last fra dekke på bjelken: $G_p = g_p \cdot \frac{L}{2} = 0,4 \text{ kN/m}^2 \cdot \frac{3,2 \text{ m}}{2} = 0,64 \text{ kN/m}$

Egenvekt himlingsplater: $G_h = g_h \cdot l = 0,15 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,2 \text{ m} = 0,48 \text{ kN/m}$

Total permanentlast: $G_T = (0,64 + 0,126 + 0,48) \text{ kN/m} \approx 1,25 \text{ kN/m}$

Samlet last (permanentlast + snølast):

$f_d = G_T + Q_s = 1,25 \text{ kN/m} + 2,56 \text{ kN/m} = 3,81 \text{ kN/m}$

Lastkombinasjon - Bruddgrensetilstand:

$q_{ED} = \zeta \cdot \gamma_G \cdot G_T + \gamma_{qs} \cdot \psi_1 \cdot Q_s = 0,89 \cdot 1,35 \cdot 1,25 + 1,5 \cdot 0,5 \cdot 2,56 = 3,421 \approx 3,42 \text{ kN/m}$

Dimensjonerende bøyemoment:

$M_{ED} = \frac{q_{ED} \cdot L^2}{2} = \frac{3,42 \cdot 3,2^2}{2} = 17,51 \text{ kNm}$

Kritisk knekklast av søyle (Eulerlasten)

Knekklasten for en ideell søyle, den såkalte EULER-lasten, definert i formel 7. I denne sammenhengen vil man se hvor stor knekklast en slik limtresøyle kan tåle.

Eulerlasten for tresøyle:

$$P_E = \frac{\pi^2 \cdot 13 \cdot 10^3 \cdot 287 \cdot 10^5}{3320^2} = 334 \text{ kN}$$

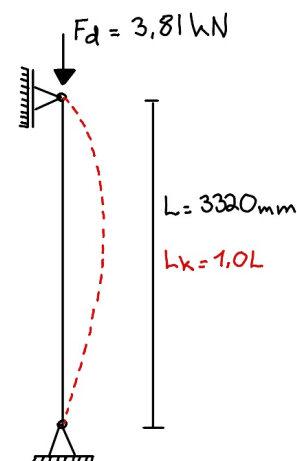
hvor elastisitetsmodulen E er 13000 MPa for limtresøyle.

Tregghetsmomentet I_z er gitt i beregningen under og knekk lengden $L_k = 1,0L$ for søylen er målt til 3320 mm.

$$I_z = \frac{hb^3}{12} = \frac{140 \cdot 135^3}{12} = 287 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

Kommentar:

Det er klart at denne dimensjonen holder lasten med snø og dekke. Med en kritisk last på 334 kN er det mer enn nok å holde et sentrisk aksialkraft på 3,81 kN som presser ned på søylen. Det er presisert tidligere at det ikke er tatt hensyn på moment til søylen.



Stål - Varmeformede kvadratisk hulprofil

For å sjekke om det er aktuelt å velge stål- fremfor tresøyle, er hensikten å finne hvor stor hulprofil man trenger. Ved å finne utnyttelsen av stålprofilen. Her vil man først prøve den minste profilen. HFRHS 40 x 40 x 2,6 mm:

Opplysninger og forutsetninger (HFRHS 40 x 40 x 2,6 mm):

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$$

$$I = 0,0894 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$L_k = 1,0L = 3,32 \text{ m} = 3320 \text{ mm}$$

$$A = 1,53 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$f_y = 355 \text{ MPa}$$

$$i = 15,2 \text{ mm}$$

$$N_{Ed} = 3,81 \text{ kN}$$

$$\gamma_{M1} = 1,05$$

Det kan antas at knekklasten P_E det samme som N_{cr} for stål, da dette er en ideell kraft for den tilhørende knekkformen basert på bruttotverrsnittet.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,0894 \cdot 10^6}{3320^2} = 16,81 kN$$

Tabell 8: Imperfeksjonsfaktor for ulike knekkkurver, hentet fra NS-EN 1993 1-1

Knekkurve	a_0	a	b	c	d
Imperfeksjonsfaktor α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Det antas at tverrsnittet er i klasse mellom 1-3.

Relativ slankhet for tverrsnittet hentet fra formel 9:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{1,53 \cdot 10^3 \cdot 355}{16,81 \cdot 10^3}} = 5,68$$

Leser av tabell 8 for valg av knekkkurver for ulike tverrsnittsform.

For varmeformet kvadratisk hulprofil:

Knekkurve a = 0,21

$$\Phi = 0,5[1 + 0,21(5,68 - 0,2) + 5,68^2] = 17,21$$

$$\chi = \frac{1}{17,21 + \sqrt{17,21^2 - 5,68^2}} = 0,029 \leq 1,0 \quad (8)$$

Dimensjonerende knekkkapasitet for en stav med sentrisk trykk for tverrsnittklasse 1, 2 og 3 hentet fra formel (10):

$$N_{b,Rd} = \frac{0,029 \cdot 355 \cdot 1,53 \cdot 10^3}{1,05} = 15,0 kN$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{3,81}{15,0} = 0,254 \leq 1,0$$

KONTROLL OK.

Kommentar:

Den dimensjonerende bøyekapasiteten for bøyeknekking av tverrsnittet er innenfor den kristiske lasten.

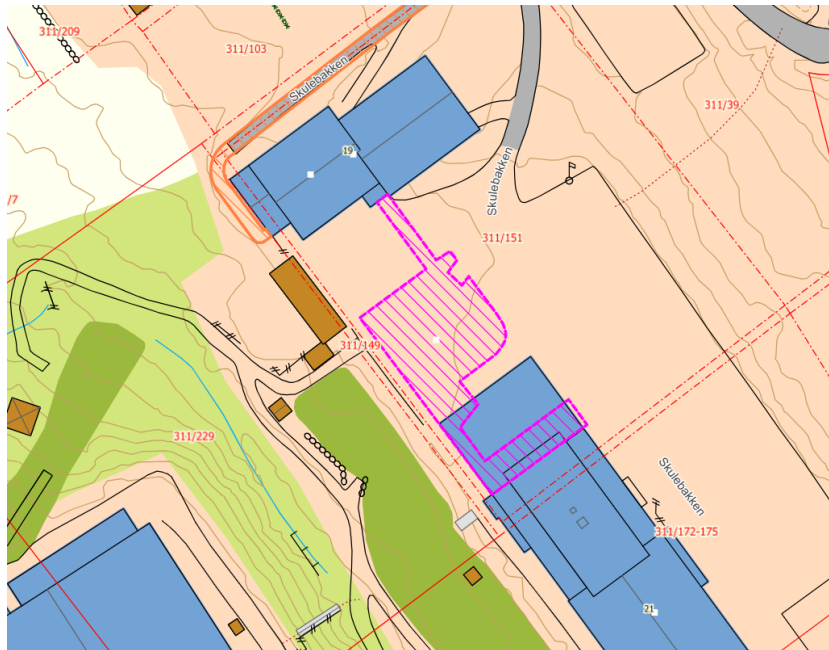
4.4 Diskusjon - Materialvalg

Gjennom arbeid med oppgaven har det blitt tydelig at materialvalg spiller en viktig rolle i bygninger hvor bærekraft er i fokus. I tillegg har det kommet fram at uventede prissvingninger kan påvirke i stor grad hvilke materialvalg som blir gjort.

Når det kommer til å velge materialer som er mer bærekraftig enn alternativet, er det tydelig at lavkarbonbetong-produkter og treverk som bærende konstruksjon har vært å foretrekke. Begge disse valgene er da gjort for å oppnå lavere CO₂-avtrykk, og for treverk har også lavere pris spilt en rolle. Når det kommer til betong, vil valget av bruk av lavkarbonprodukter føre til en høyere kostnad. Jo lavere CO₂-avtrykk, desto høyere pris. Allikevel kan man argumentere for den noe høyere prislappen kan forsvares da klimagevinsten kan være betydelig. Samtidig kommer det frem gjennom samtaler med Consto at lavkarbonbetong er vanskeligere å bearbeide og oppnå et godt resultat med kontra normalbetong. Dette spesielt med tanke på at man må ha et godt resultat på utvendige bygningsdeler som skal tolerere påkjenninger fra ytre miljø. På bakgrunn av denne informasjonen kan det argumenteres for at hvis det ikke er mulig å oppnå et godt resultat ved bruk av denne betongen, kan dette føre til forminskert levetid på bygningsdelen og større behov for vedlikehold over tid. Dette kan da videre ansees som en faktor som kan påvirke hvorvidt produktet kan ansees som bærekraftig eller ikke. På den andre siden kan det også gjøres et argument for at det endelige resultatet er utførende part sitt ansvar, og at det derfor er entreprenøren som må sørge for å bearbeide produktet slik at det oppnås et godt og standhaftig resultat.

Ved bruk av tre som materiale er dette anse som svært positiv sett i et klimaperspektiv. På prosjektet Haramsøy var det også fornuftig i forhold til pris, da bygningsdeler som i utgangspunktet skulle være utført i stål, ble byttet til fordel for tre. Dette var på bygningstidspunktet rimeligere enn stål. Selv om tre var gunstig fra et økonomisk perspektiv, kan det argumenteres for at det bygningsmessig kunne vært mer foretrukket å benytte stål. Dette da bygningsdeler av stål kan tåle like store laster som tre på mindre dimensjoner. Altså kan man ha slankere bygningsdeler. Hadde man brukt stål ville man derfor etter all sannsynlighet hatt mulighet til frigjøre mer plass i bygget og utnyttet arealet bedre. Samtidig kan man si at dette heller er noe man må prosjektere på en bra måte for tre slik at det ikke oppleves som problematisk med større dimensjoner. Dessuten kan tre ansees som klimanøytralt, og derfor bør dette prioriteres fremfor mindre dimensjoner.

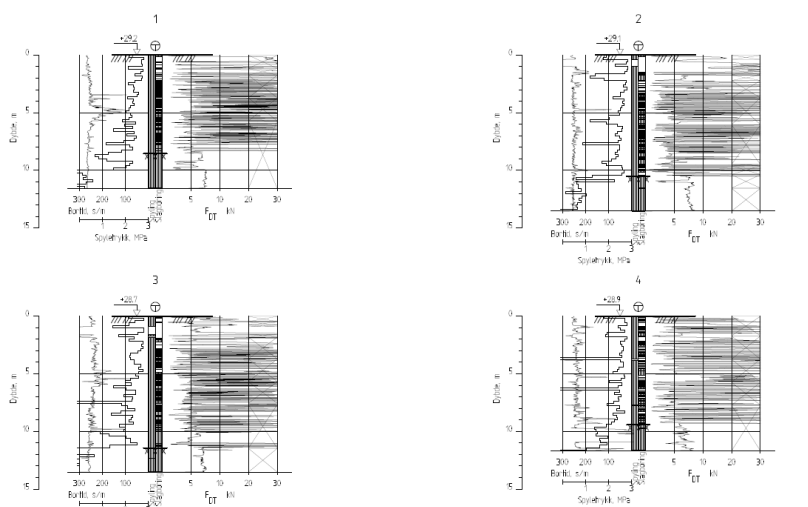
4.5 Grunnforhold



Figur 46: Matrikkelkart av byggetomt, nybygg skravert i rosa linjer. Hentet fra Isy Map Server, Haram Kommune [50].

I oppstartsfasen møtte Consto på utfordrende grunnforhold på tomten der det tidligere sto en svømmehall. Grunnen ble ansett som ustabil, dette førte til deler av massen måtte skiftes ut. Eftervirkningen av dette uforutsette arbeidet førte til forsinket byggestart på ca. en måned [4].

4.5.1 Borprøver/totalsondering

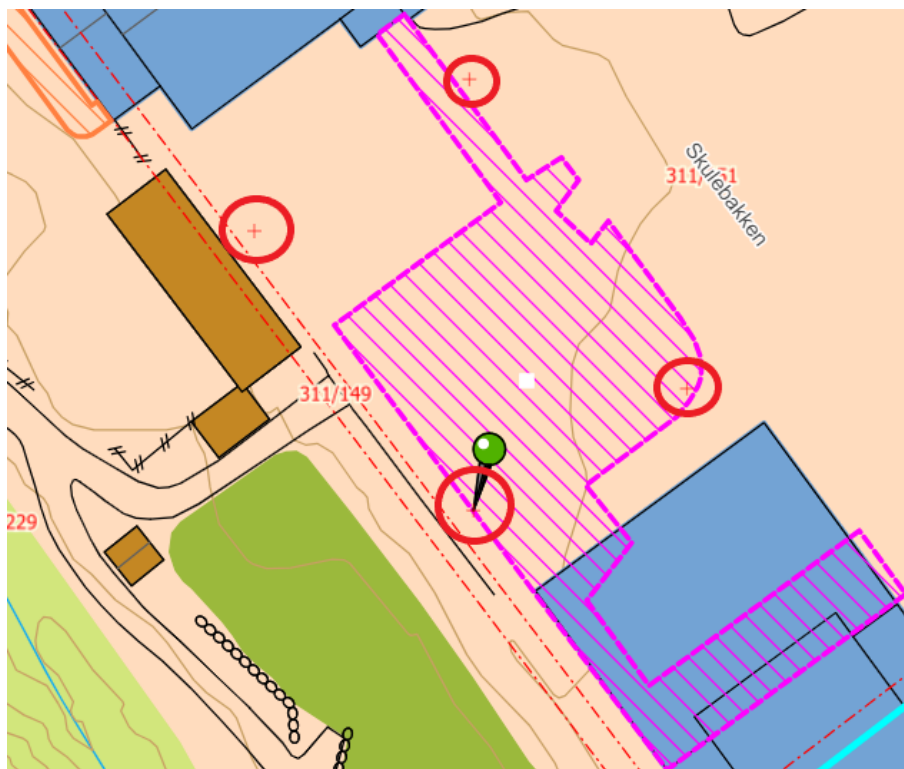


Figur 47: Enkeltboringer fire hull. Hentet fra Geotekniske grunnundersøkelser, Ålesund kommunale eiendom KF [39].

I år 2020 ble det utført grunnundersøkelser i byggeområdet. Dette ble utført ved hjelp av fire borhulls-prøver av typen totalsondering. Borprøvene ble tatt nærliggende alle fire hjørner på tomten. Alle borhullene er boret til bergpåvisning. I grunnundersøkelsene er det påvist meget faste masser over berg, under asfalt og sandige masser. Faste masser er antatt og være morenemasser. I posisjon 2 og 3 ble det gjort funn av løst lagrede masser fra 1-1,5 meters dybde, antatt og være sand. Fast berg er påtruffet i alle posisjoner på dybde mellom 8,6-11,4 meters dybde. Grunnvannsnivået er ikke registrert [4].

Tabell 9: Borprøver av byggetomt, 4 hull [39].

Borpunkt	Euref89 UTM 32, NN 2000			Metode	Borredybde	
	X(Nord)	Y(Øst)	Z(Høyde)		Løsm. [m]	Berg [m]
1	6948952,6	359541,3	29,2	TOT	8,6	3,0
2	6948963,8	359557,2	29,1	TOT	10,5	3,0
3	6948941,0	359573,3	28,7	TOT	11,4	2,1
4	6948932,0	359557,5	28,9	TOT	9,4	2,3



Figur 48: Borprøver av byggetomt, totalt 4 borhull markert i røde kryss, omrisset av røde sirkler [50].

Ved sammenligning av figur 46 og figur 48 er det tydelig at borhullene som er tatt, i liten grad treffer med utstikningen av nybygget. Som tidligere nevnt, har det vært en svømmehall på tomten. Ut ifra opplysninger gitt fra Consto viser det seg at massen under dette bygget var dårlig, og måtte utskiftes. Ved å ta flere

prøveborringer under selve nybygget, kunne byggherre hatt flere opplysninger om grunnen før anbudsrunderen ble startet.

4.6 Diskusjon - Grunnforhold

” Ellers framdriftsmessig så møtte vi på noen problemer med grunnen, som det ikke var tatt hensyn til i kontrakten. Det var utført boring og sjekk av grunnforhold i utkanten av tomte, så når vi skulle sette bygget midt i tomte fant vi ut at det ikke var god nok grunn. Så vi måtte masseutskifte ganske mye på grunn av dette. Så det kosta omtrent en måneds tid. Det ble en byggherre sak da det er de som er ansvarlig for det, sånn sett fikk det ingen økonomiske konsekvenser for oss, men det tok mye tid [16].”

I forbindelse med oppdagede utfordringer med grunnforholdene på byggetomten, anses nødvendigheten av grundige forundersøkelser gjennom totalsondering som en kritisk faktor for å unngå forsinkelser og økonomiske overraskelser i byggeprosjekter. Totalsondering er en geoteknisk undersøkelsesprosess. Der metoden er avgjørende for å evaluere de mekaniske egenskapene til jord, samt registrere dybder til berg og fast grunn, ved potensielle bygg- og anleggssteder. Denne prosessen starter med en detaljert planlegging, inkludert valg av sonderingspunkter basert på en innledende vurdering av området og prosjektets krav. Etter oppsett av spesialisert sonderingsutstyr, involverer prosedyren presisjon i nedpressing av en konisk bor for å måle motstand, både som spiss- og sidemotstand, som gir en innsikt i jordens sammensetning og styrke ned til ønsket dybde [29].

Gjennom analysing av innsamlet data produseres geotekniske rapporter som ikke bare avdekker jordlagets karakteristikk men også gir fundamentale anbefalinger for konstruksjonsteknikker og lastkapasiteter. Slike rapporter er viktige for å informere og bestemme utformingen av eventuelle fundamenter, og dermed bidra til en enklere byggeprosess. Som demonstrert i tilfellet med byggeprosjektet på tomten av den tidligere svømmehallen, kunne en mer omfattende anvendelse av totalsondering under nybyggets utstikningsområde ha belyst underliggende problemer med grunnforhold som ikke var åpenbare ved overfladiske evalueringer. Dette understreker viktigheten av aktsomhet i den innledende fasen av byggeprosjekter, hvor tid og ressurser investert i grundige geotekniske undersøkelser kan spare betydelige kostnader og tid ved å forebygge uforutsette utfordringer [69].

Egentlig er jo det byggherres ansvar, men vi kunne kanskje oppdaget det litt tidligere og da kunne vi spurt etter en ny test av grunnen [16].”

Ved å ta flere prøveborringer under selve nybygget kunne byggherre hatt flere opplysninger om grunnen før anbudsrunderen ble startet. Dette kunne antageligvis unngått forsinkelse av byggestart [16].

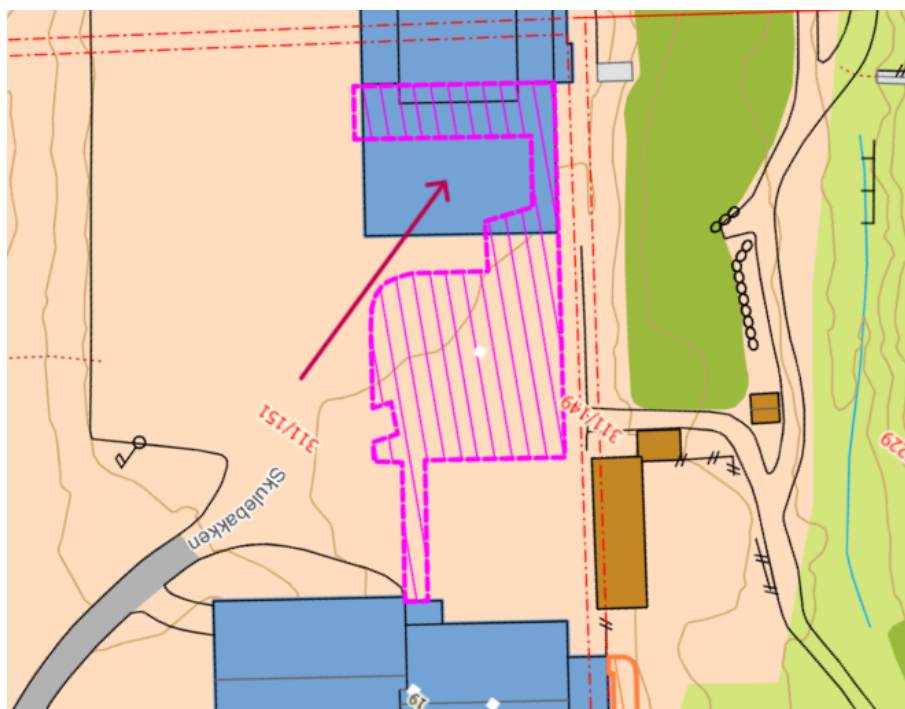
Ut ifra en avtalt kontrakt mellom partene NS 8407, og det ikke ligger noen særavtale til grunn. Vil det i kapittel 23 stå oppført, at byggherren har risikoen vedrørende grunnforhold dersom de avviker fra opplysningene totalentreprenøren hadde grunn til å regne med ved anbudsutregning. Byggherre må gi alle opplysninger som er

kjent, eller som byggherre har kjennskap til, anliggende grunnforhold, byggeområde og anliggende omgivelser [23].

Byggherre har ingen grunnlag for å tilbakeholde informasjon eller unngå undersøkelser for å spare tid eller penger i denne fasen, for å heller legge dette på totalentreprenøren. I tilfelle gitte opplysninger ikke stemmer, står det i standarden at byggherre må stå for risikoen og konsekvensene forårsaket av dette. Dette innebærer at, om gitte opplysninger ikke stemmer med realiteten, bærer byggherre ansvaret for gjeldende avvik. Dette innebærer at byggherre må dekke konsekvensene som oppstår av feil opplysninger. Konsekvensene kan være, mer tid eller penger, dvs. fristforlengelse eller vederlagsjustering [23].

Totalentreprenøren har også en plikt til å undersøke grunnforhold. Som totalentreprenør skal en utføre en aktsom bestigelse av omgivelser og grunnen. Samt innhente opplysninger om grunnforhold fra offentlig etat. Innhenting av opplysninger om kabler og rør i grunnen skal også utføres fra offentlig etat, eller andre som kan inneha informasjon angående dette. Ut ifra bestemmelsen gitt i standarden, kan det tolkes slik at totalentreprenøren må utføre prøveboring og -graving i grunnen for at det skal være "aktsom bestigelse" [23].

I litteraturen er det derimot omtalt at "aktsom bestigelse" avgrenses mot fysisk grunnundersøkelser. Totalentreprenøren trenger derfor i utgangspunktet ikke å foreta seg fysiske grunnundersøkelser ved boring eller graving før tilbudet gis [23].



Figur 49: Rød pil anviser hvor tidligere svømmebasseng har vært [50].

I forbindelse med geologiske undersøkelser der svømmehalen sto, kan dette ha vært vrient å utføre da deler av dette bygget ble revet senere i fasen. Bygget hvor svømmehalen var ble oppført på 1970-tallet, fyllmassen fra denne tiden ble ofte

ansett som ymse. Da de vanligvis fylte opp med det de hadde. Dette kan være en årsak til de dårlige grunnforholdene under denne delen av bygget.

Det kan konkluderes med at grunnforhold er en utfordring i de aller fleste byggeprosjekter. Og hvordan disse utfordringene skal håndteres finnes det ikke noe eksakt svar på, men samtidig så vil det svært trolig være mulig og innhente mer grunn-data ved å utføre flere borhulls-prøver av typen totalsondering. Og derav kunne de fleste overraskelser i grunnen vært unngått. Ved å få bedre rutiner og kontroll på dette området, kan det oppnås bedre marginer på tids-og kostnadsbesparelsene i prosjektene.

5 Avsluttende konklusjon

Gjennom arbeid med oppgaven kommer det fram at bærekraftstiltak, design og pris påvirker utformingen på bygget på flere forskjellige måter.

Bærekraftstiltak gjør at bygget må ha en ekstra høy standard i forhånd til energi-effektivitet. Dette gjør at man i tilfeller må benytte seg av ekstra mengder isolasjon og løsninger som skaper enda lavere varmetap enn det som er beskrevet i byggt teknisk forskrift. I tillegg påvirker det materialvalg i stor grad, og det er derfor nødvendig og velge materialer med lavere klimagassutslipp, eventuelt klimanøytrale materialer.

Design påvirker bygget på den måte at man ved gitte tilfeller må utarbeide intrikate løsninger for å oppnå ønsket utseende på bygget, samtidig som man oppfyller krav i byggt teknisk forskrift. Dette er spesielt knyttet til tetting, lufting og drenering av vann.

Pris kan i stor grad knyttes sammen til materialvalg. Prosjekter er ofte basert på kalkulasjonsutregning fra erfaringstall, men dette er ikke alltid tilfelle når flere faktorer spiller inn. Uforutsette økninger i materialkostnad kan i stor grad diktere hvilke materialer som benyttes. I slike tilfeller er det ønskelig å velge materiale som er kostnads effektive, samtidig som de oppfyller ønsket kvalitet og har et lavt klimaavtrykk. I tillegg kan pris knyttes til tidsbruk, og uforutsette momenter som for eksempel grunnforhold, kan påvirke bygget i form av en tidsmessig kostnad.

Bibliografi

- [1] Direktoratet for byggkvalitet (DIBK). *Veileder for utarbeidelse av klimagassregnskap. Byggteknisk forskrift (TEK17) § 17-1*. URL: https://www.dibk.no/byggtekniske-omrader/veileder-om-klimagassregnskap/Veileder%20for%20utarbeidelse%20av%20klimagassregnskap_august%202023.pdf (sjekket 24. apr. 2024).
- [2] Adobe. *Mer informasjon om DWG-filer*. URL: <https://www.adobe.com/no/creativecloud/file-types/image/vector/dwg-file.html> (sjekket 14. mai 2024).
- [3] Ketil Moe Arne Gunnarsjaa. *Arkitekt*. URL: <https://snl.no/arkitekt> (sjekket 12. jan. 2023).
- [4] Norconsult AS. *Haramsøy skule Geoteknisk prosjekteringsrapport*. Tekn. rapp. Norconsult, 5. apr. 2022.
- [5] Woodcon AS. *Hjemmeside*. URL: <https://www.woodcon.no/> (sjekket 12. apr. 2024).
- [6] Norsk Betongforening. *Lavkarbonbetong*. Tekn. rapp. Norsk Betongforening, 2020.
- [7] Norsk betongforening. *Lavkarbonbetong – revidert NB publikasjon nr. 37*. URL: <https://betong.net/wp-content/uploads/Fordrag-Tom-i.-Fredvik-Norcem-Pub.nr.-37.pdf> (sjekket 26. apr. 2024).
- [8] Norsk betongforening. *Visste du dette om betong og miljø?* URL: <https://betong.net/wp-content/uploads/17966-Visste-du-dette-om-betong-og-milj%C3%B8-WEB.pdf> (sjekket 26. apr. 2024).
- [9] Betongsentrum.no. *lavkarbonbetong*. URL: <https://www.betongsentrum.no/lavkarbonbetong/> (sjekket 8. apr. 2024).
- [10] BRE. *BREEAM-NOR*. URL: <https://byggalliansen.no/sertifisering/om-breeam/> (sjekket 14. mai 2024).
- [11] bygg.no. *Haramsøy skule*. URL: <https://www.bygg.no/haramsoy-skule/1536503/> (sjekket 4. apr. 2024).
- [12] Bygg21. *Hva må vi forberede?* URL: <https://bygg21.no/rapporter-og-veiledere/samhandling-i-byggeprosjekter/hva-ma-vi-forberede/> (sjekket 1. feb. 2024).
- [13] Direktoratet for byggkvalitet. *Minimumsnivå for energieffektivitet*. URL: <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-3> (sjekket 16. apr. 2024).
- [14] Norsk institutt for bærekraftsforskning. *LCA*. URL: <https://norsus.no/om-livslopsvurdering/> (sjekket 25. apr. 2024).
- [15] Hans. Cappelen. *Byggherren og kontraktene*. Byggherreforlaget AS, 2001.
- [16] Consto. *Om oss*. URL: <https://consto.no/selskaper/consto-midt-norge-as/> (sjekket 2. feb. 2024).
- [17] Consto. «Consto».

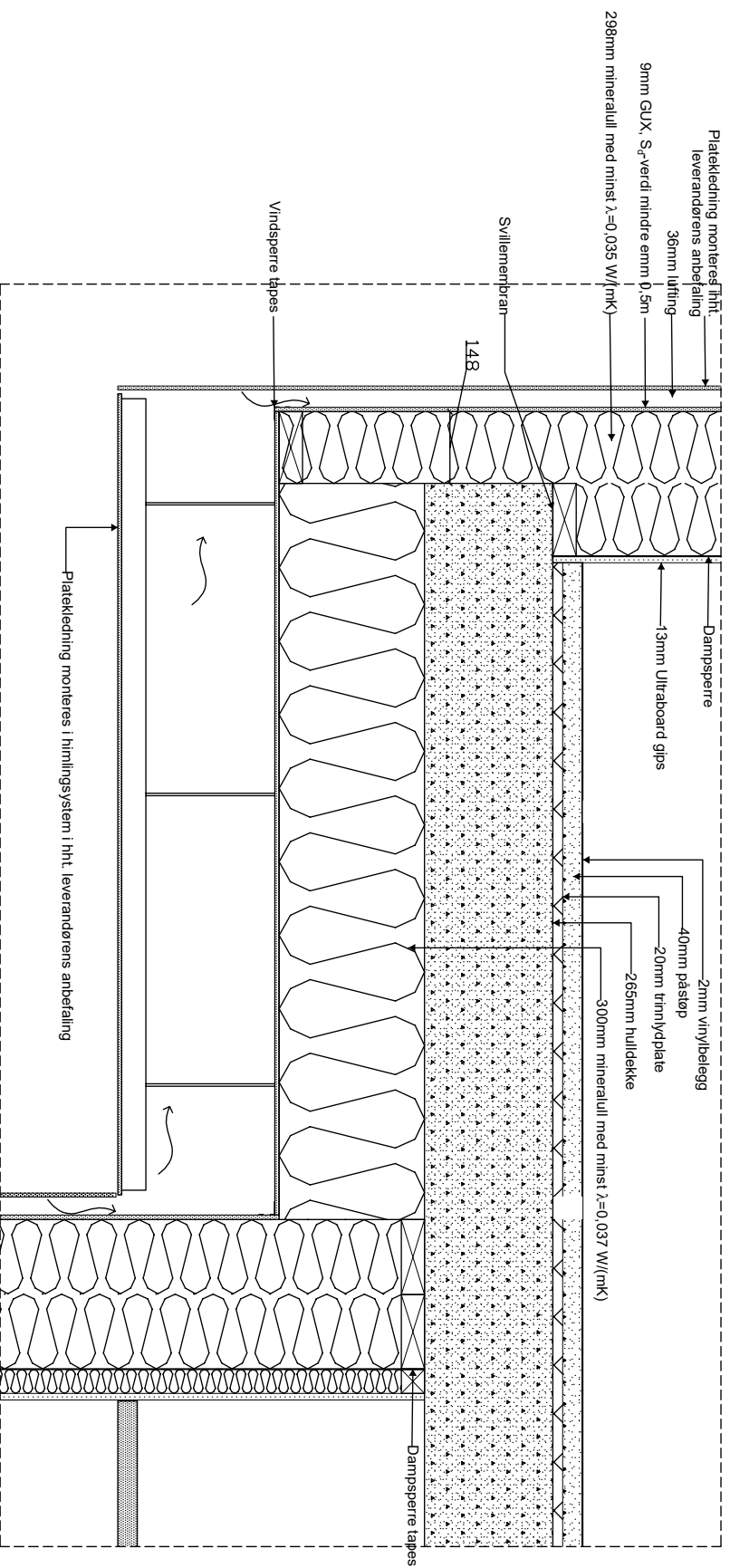
-
- [18] DFØ. *Detaljprosjektering i bygg- og anleggsprosjekter*. URL: <https://anskaffelser.no/anskaffelsesprosessen/byggeprosessen/detaljprosjektering-i-bygg-og-anleggsprosjekter> (sjekket 2. apr. 2024).
- [19] DFØ. *NS 8407 Alminnelige kontraktsbestemmelser for totalentrepriser*. URL: <https://anskaffelser.no/verktoy/maler/ns-8407-alminnelige-kontraktsbestemmelser-totalentrepriser> (sjekket 13. mai 2024).
- [20] DFØ. *Utslippstall modellbygg*. URL: https://anskaffelser.no/sites/default/files/klimagassutslipp_bygg_0.xlsx (sjekket 8. apr. 2024).
- [21] Mttc Edu. *BIM Wheel*. URL: <https://mttc.edu.my/5-ways-bim-is-shaping-the-future-of-construction/> (sjekket 25. apr. 2024).
- [22] T. Eggestad H. Aasen. *Glassfasader og fukt*. URL: https://bygningfysikk.no/NorskBygningfysikkdag2017/06_Schuco.pdf (sjekket 2. apr. 2024).
- [23] Entrepriekontoret. *Dette må du vite om byggherrens ansvar for grunnforhold*. URL: <https://norskbyggebransje.no/advokathjelpen/hvem-har-ansvaret-grunnforhold-under-NS-8407> (sjekket 4. apr. 2024).
- [24] *Spenncon hulldekke lavkarbonklasse A epd*.
- [25] *Spenncon hulldekke lavkarbonklasse B epd*.
- [26] *Spenncon hulldekke lavkarbonklasse Ekstrem epd*.
- [27] *Spenncon hulldekke lavkarbonklasse Plus epd*.
- [28] Dalux Field. *Dalux Field*. URL: <https://www.dalux.com/no/dalux-field/> (sjekket 2. feb. 2024).
- [29] Norsk Geoteknisk Forening. *Utførelse av totalsondering*. Tekn. rapp. NGF, 1994.
- [30] Norske Limtreprodusenters Forening. *Limtreboka, Beregningseksempler*. URL: https://www.moelven.com/globalassets/moelven-limtre/limtre_eksmpl_digital.pdf (sjekket 6. mai 2024).
- [31] Nordic BIM group. *Hva er BIM?* URL: <https://www.nordicbim.com/no/alt-om-bim-bygningsinformasjonsmodellering-fra-vugge-til-grav#hva-er-bim> (sjekket 1. feb. 2024).
- [32] Per; Gunnarsjaa Arne; Rygh. *Prosjektering*. URL: <https://snl.no/prosjektering> (sjekket 21. apr. 2022).
- [33] Geir K. Hansen. *Samspillet i byggeprosessen*. Fagbokforlaget, 2019.
- [34] Astri Kløvstad. *Massevirkeprisen mer enn 20 prosent opp i 2023*. URL: <https://norsk-skogbruk.no/tommerpriser/massevirkeprisen-mer-enn-20-prosent-opp-i-2023/> (sjekket 12. apr. 2024).
- [35] LCA.NO. *LCA illustrasjon*. URL: <https://lca.no/hva-er-epd/> (sjekket 26. apr. 2024).
- [36] Heidelberg materials. *Sementproduksjon og CO2*. URL: <https://www.sement.heidelbergmaterials.no/no/sementproduksjon-co2> (sjekket 26. apr. 2024).
- [37] Meccania. *Knekking Buckling*. URL: <http://meccanica.uit.no/fasthet/knekking.htm> (sjekket 13. mai 2024).
-

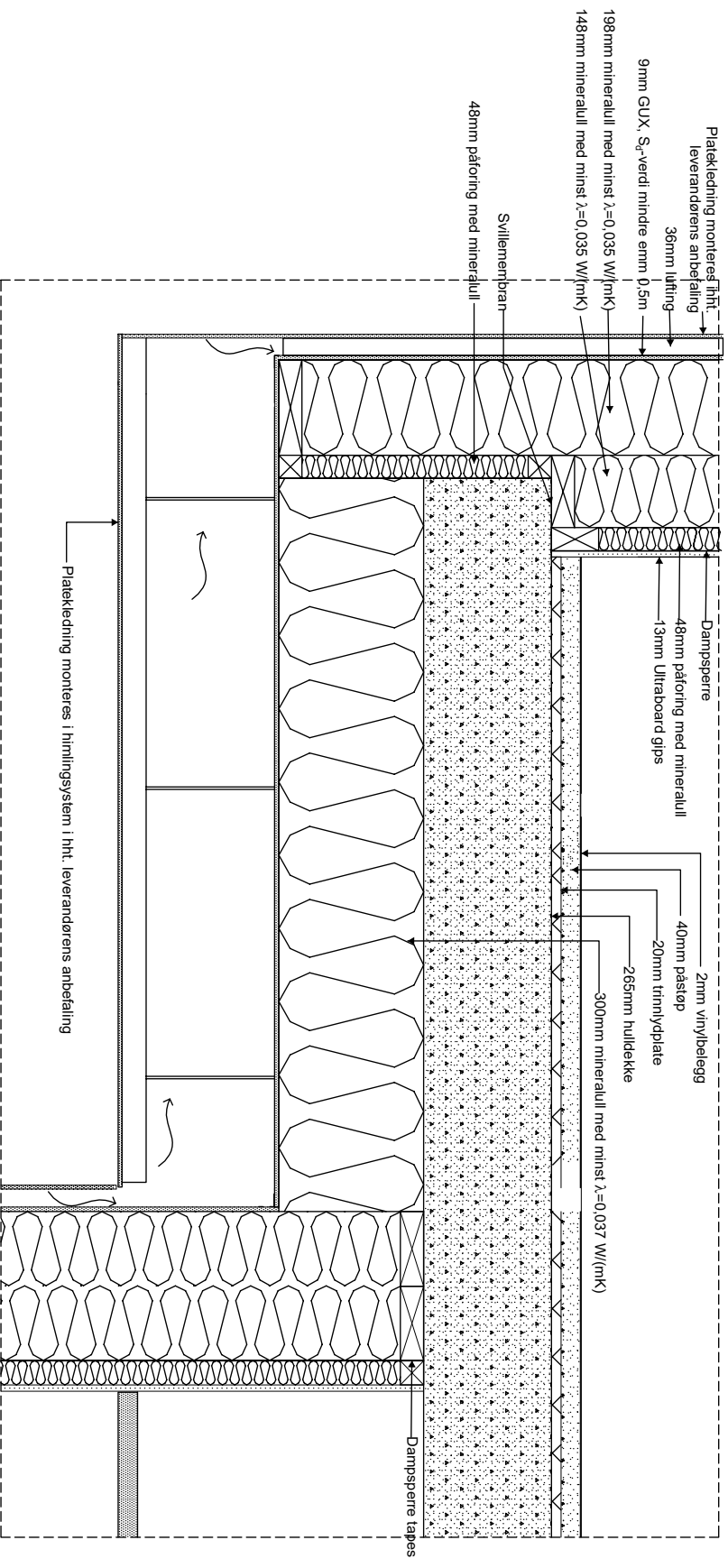
-
- [38] Runald Walter Meyer. *belastning (bygningsteknikk)*. URL: https://snl.no/belastning-_bygningsteknikk (sjekket 13. mai 2024).
- [39] Norconsult. *Geotekniske grunnundersøkelser*. Tekn. rapp. Norconsult, 2020.
- [40] A. Nordal. *Denne byggemetoden kan redusere 70 prosent av klimautslippene*. URL: <https://www.tekna.no/magasinet/Denne-byggemetoden-kan-reducere-70-prosent-av-klimautslippene/> (sjekket 4. apr. 2024).
- [41] Prosjekt Norge. *Kunnskapsarena - LEAN byggeprosess*. URL: <https://prosjekt norge.no/hvaskjer/cophoved/cop-lean/> (sjekket 4. mar. 2024).
- [42] Standard Norge. *Eurokoder*. URL: <https://standard.no/fagomrader/eurokoder/> (sjekket 9. mai 2024).
- [43] Standard Norge. *NS-EN 1993 Eurokode 3: Prosjektering av stålkonstruksjoner*. URL: <https://standard.no/fagomrader/eurokoder/eurokode-3-prosjektering-av-stalkonstruksjoner/> (sjekket 9. mai 2024).
- [44] Standard Norge. *NS-EN 1995 Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner*. URL: <https://standard.no/fagomrader/eurokoder/eurokode-5/> (sjekket 9. mai 2024).
- [45] norskstaal. *norskstaal.no*. URL: <https://www.norskstaal.no/aktuelt/markedsrapporter> (sjekket 8. apr. 2024).
- [46] Marianne Reusch. *Byggherre*. URL: <https://snl.no/byggherre> (sjekket 15. mar. 2024).
- [47] Asbjørn. Rolstadås. *Praktisk prosjektstyring*. Tapir Akademisk Forlag, 2006.
- [48] Statistisk sentralbyrå. *08657: Byggekostnadsindeks for bustader. Materialindeksar for trelast, betong og stål (2015=100), etter materialtype, statistikkvariabel og måned*. URL: <https://www.ssb.no/statbank/table/08657/chartViewLine/> (sjekket 12. apr. 2024).
- [49] Statistisk sentralbyrå. *Om statistikken*. URL: <https://www.ssb.no/priser-og-prisindeks/byggekostnadsindeks/statistikk/byggekostnadsindeks-for-bustader#om-statistikken> (sjekket 12. apr. 2024).
- [50] Isy Map Server. *Haramsøy skule kart*. URL: <https://esunnmore.isy.no/webkart/Content/Main.aspx?layout=haram&time=638478297869454239&vwr=asv> (sjekket 4. apr. 2024).
- [51] Sintef. *Beregning av U-verdier*. URL: https://www.byggforsk.no/dokument/208/beregning_av_u-verdier_etter_ns-en-iso_6946#i55 (sjekket 24. apr. 2024).
- [52] Sintef. *Byggeteknikk*. URL: <https://www.sintef.no/ekspertise/community/byggeteknikk/> (sjekket 4. mar. 2024).
- [53] Sintef. *byggforskserien*. URL: <https://www.byggforsk.no/byggforskserien> (sjekket 24. apr. 2024).
- [54] Sintef. *Bygningsfysikk*. URL: <https://www.sintef.no/ekspertise/community/bygningsfysikk/> (sjekket 4. mar. 2024).
- [55] Sintef. *Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler*. URL: https://www.byggforsk.no/dokument/215/egenlaster_for_bygningsmaterialer_byggevarer_og_bygningsdeler (sjekket 10. mai 2024).
-

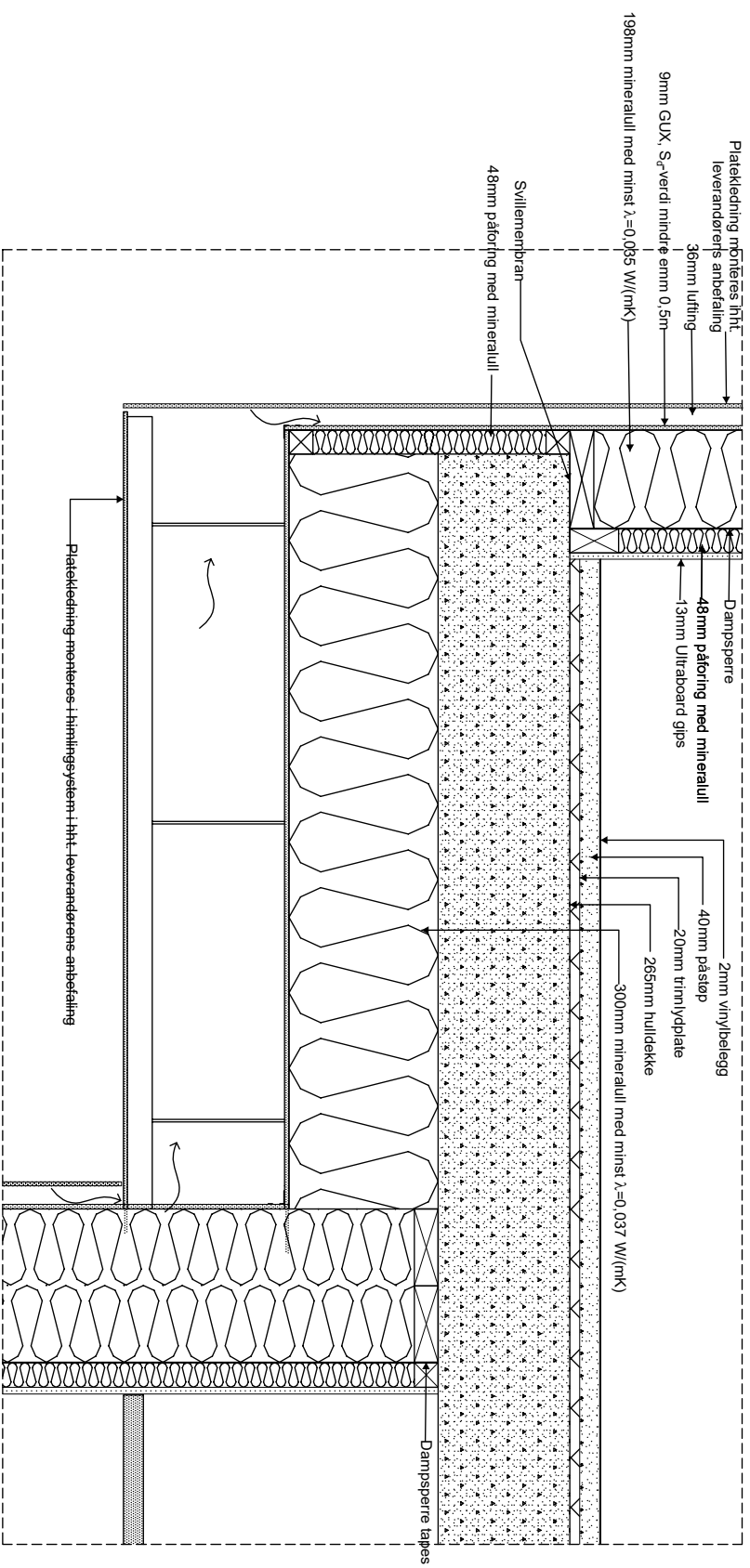
-
- [56] Sintef. *Fuktsikkerhet. Viktige kontrollpunkter ved prosjektering og utførelse*. URL: https://www.byggforsk.no/dokument/2564/fuktsikkerhet_viktige_kontrollpunkter_ved_prosjektering_og_utfoerelse (sjekket 5. mar. 2024).
- [57] Sintef. *Fuktsikring av konstruksjoner mot grunnen*. URL: https://www.byggforsk.no/dokument/248/fuktsikring_av_konstruksjoner_mot_grunnen (sjekket 14. apr. 2024).
- [58] Sintef. *Kompakte tak*. URL: https://www.byggforsk.no/dokument/387/kompakte_tak (sjekket 19. mar. 2024).
- [59] Sintef. *Kuldebroer*. URL: https://www.sintef.no/globalassets/upload/byggforsk/bibliotek/sb_prosjektrapport_25.pdf (sjekket 25. apr. 2024).
- [60] Sintef. *Kuldebroer. Typer, konsekvenser og bruk av normalisert kuldebroverdi*. URL: https://www.byggforsk.no/dokument/5206/kuldebroer_typer_konsekvenser_og_bruk_av_normalisert_kuldebroverdi (sjekket 23. apr. 2024).
- [61] Sintef. *Kuldebroverdier. Bindingsverk av tre og hulldekke av betong*. URL: https://www.byggforsk.no/dokument/4068/kuldebroverdier_bindingsverk_av_tre_og_hulldekke_av_betong (sjekket 15. apr. 2024).
- [62] Sintef. *Lufttetting av bygninger. Framgangsmåte for å oppnå lavt lekkasjetall*. URL: https://www.byggforsk.no/dokument/4110/lufttetting_av_bygninger_framgangsmaate_for_aa_oppnaa_lavt_lekkasjetall (sjekket 20. mar. 2024).
- [63] Sintef. *Påhengsvegger av glass og metall. Tilslutningsdetaljer*. URL: <https://www.byggforsk.no/Document/Index/6249/#fig322> (sjekket 13. apr. 2024).
- [64] Consolis Spenncon. *Dokumenter*. URL: <https://spenncon.no/om-oss/dokumenter/> (sjekket 6. apr. 2024).
- [65] SSB. *Avfallsregnskap*. URL: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/avfall/statistikk/avfallsregnskapet> (sjekket 14. mai 2024).
- [66] Norsk Stål. *Stål prisindeks*. URL: <https://www.norskstaal.no/om-oss/prisindeks> (sjekket 3. apr. 2024).
- [67] *Veileder for utarbeidelse av klimagassregnskap*.
- [68] Treindustrien. *2022: Netto eksport av trelast i 2022 for første gang på åresvis*. URL: <https://treindustrien.no/pressemeldinger/pressemeldinger-salgstatistikk/salgstatistikk-2022/2022-netto-eksport-av-trelast-i-2022-for-forste-gang-pa-arevis> (sjekket 12. apr. 2024).
- [69] Statens vegvesen. *Veiledning Håndbok 016*. Tekn. rapp. Statens Vegvesen, 2010.
- [70] Visure. *Vanlige risikoer i anbuds- og anskaffelsesprosesser*. URL: <https://visuresolutions.com/no/anbuds--og-anskaffelsesveileder/risikostyring/> (sjekket 2. apr. 2024).
- [71] Roger Klev Wenche Aarseth Asbjørn Rolstadås. *Lederskap i prosjekter*. Fagbokforlaget, 2015.
- [72] Halvor Westgaard. *Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse*. URL: <https://www.sintef.no/globalassets/upload/prosjekteringsplanlegging-og-ledelse.pdf> (sjekket 14. mai 2024).
-

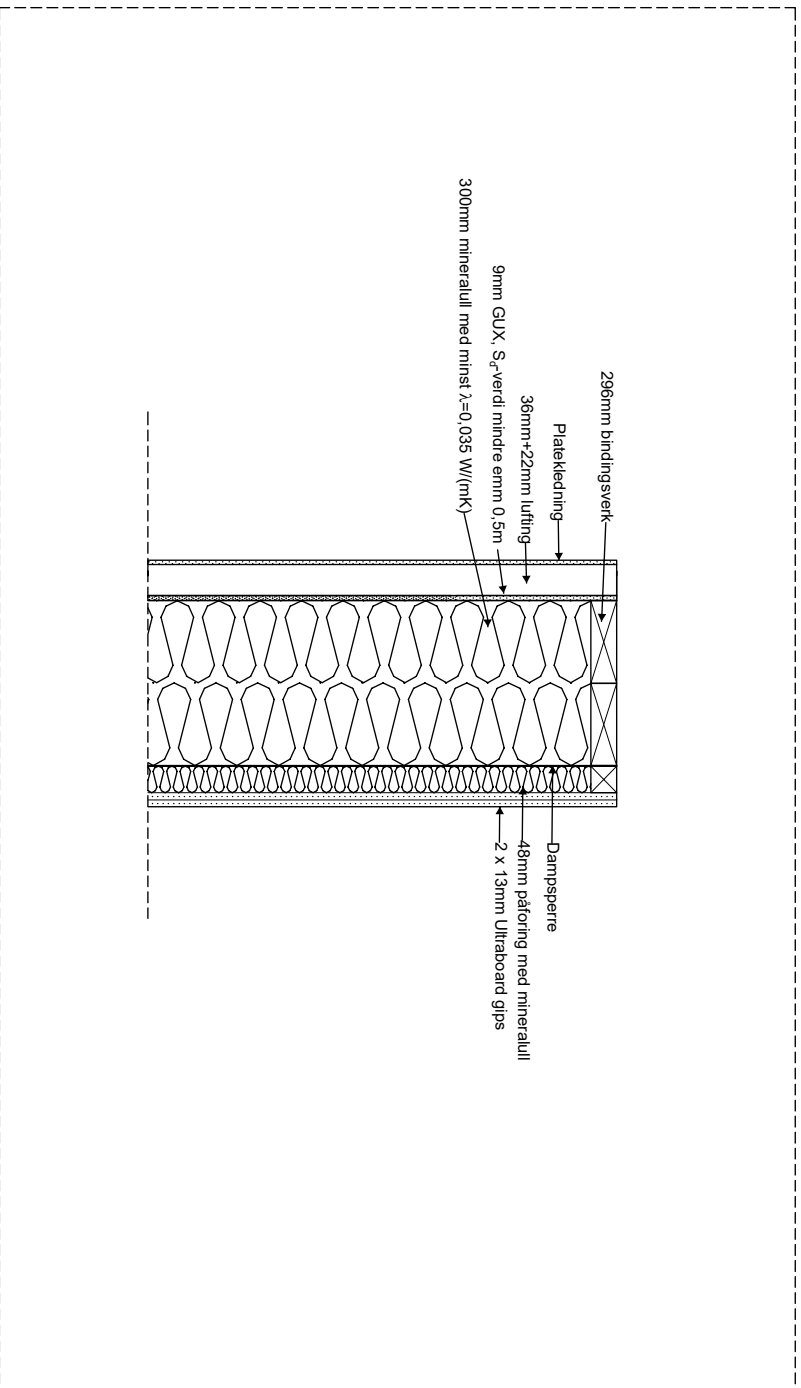
Vedlegg

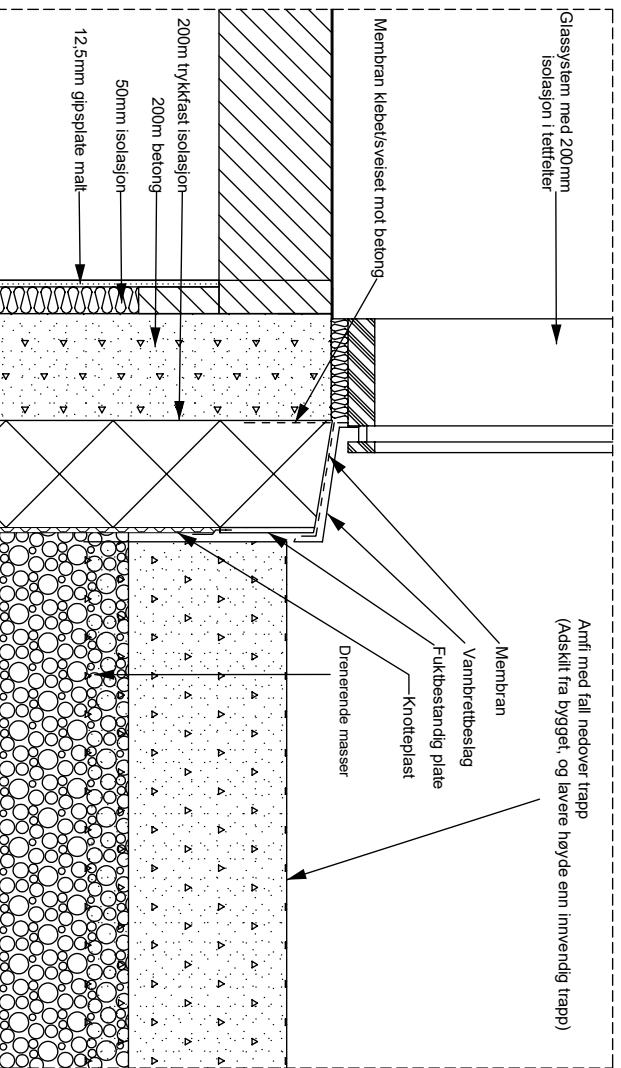
A AutoCAD

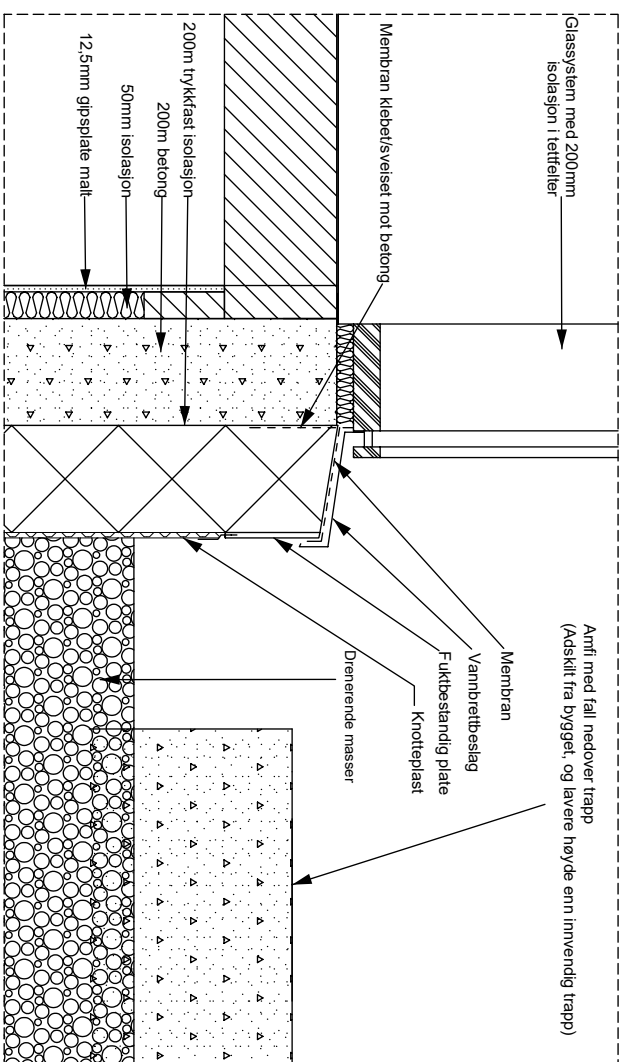












B Regneark lavkarbonbetong hulldekke

Klimaavtrykk hulldekke haramsøy

Vekt huldekker	kg	m3
	2397,977	0,959
	3432,638	1,373
	692,205	0,277
	4322,287	1,729
	4322,287	1,729
	4322,287	1,729
	2695,334	1,078
	3511,948	1,405
	2688,797	1,076
	3511,948	1,405
	2114,724	0,846
	1614,48	0,646
	5396,134	2,158
	6333,299	2,533
	5467,894	2,187
	5467,894	2,187
	5947,711	2,379
	6390,551	2,556
	6390,551	2,556
	6390,551	2,556
	6390,551	2,556
	6397,087	2,559
	6397,087	2,559
	6074,978	2,43
	6214,334	2,486
	3511,943	1,405
	2695,339	1,078
	2698,862	1,08
	3519,025	1,408
	6372,521	2,549
	6353,123	2,541
	6349,572	2,54
	2595,969	1,038
	2746,572	1,099
	2887,907	1,155
	2303,849	0,922
Sum	156920,216	62,769

Utslipp lavkarbon A, kg CO2/m3	198,76	
total m3	62,769	
Materialmengde x Utslippsverdi	12475,96644	
Klimagassutslipp hulldekke A	12475,9664	kg CO2/m3

Miljøgevinst ved bruk av klasse A fremfor B		
Hulldekke A	12475,9664	kg CO2 /m3
Hulldekke B	14185,794	kg CO2 /m3
Total besparelse (B-A)	1709,8276	kg CO2 /m3

Miljøgevinst ved bruk av klasse A fremfor referanse B45		
Hulldekke A	12475,9664	kg CO2/m3
Hulldekke referanse B45	22596,84	kg CO2/m3
Total besparelse (Normal-A)	10120,8736	kg CO2/m3

Utslipp lavkarbon B, kg CO2/m3	226	
total m3	62,769	
Materialmengde x Utslippsverdi	14185,794	
Klimagassutslipp huldekk B	14185,794	kg CO2/m3

Besparelse i prosent A over B	
-0,120530973	12,05 %

(ny verdi-gammel verdi)/gammel verdi

Besparelse i prosent A over referanse B45	
-0,447888889	44,78 %

C EPD

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804

Eier av deklarasjonen:	Spenncon AS
Programoperatør:	Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
Utgiver:	Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
Deklarasjonsnummer:	NEPD-2854-1547-NO
Publiseringsnummer:	NEPD-2854-1547-NO
ECO Platform registreringsnummer:	-
Godkjent dato:	25.05.2021
Gyldig til:	25.05.2026

Spenncon Hulldekke Miljø

Spenncon AS

CONSOLIS

SPENNCON

www.epd-norge.no



Generell informasjon

Produkt:

Spenncon Hulldekke Miljø

Programoperatør:

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

Deklarasjonsnummer:

NEPD-2854-1547-NO

ECO Platform registreringsnummer:

Deklarasjonen er basert på PCR:

EN 15804:2012+A1:2013 tjener som kjerne-PCR
NPCR 020:2018 Part B for Concrete and concrete elements

Erklæring om ansvar:

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

Deklarert enhet:

1 tonne Spenncon Hulldekke Miljø

Deklarert enhet med opsjon:

A1,A2,A3,A4,A5

Funksjonell enhet:

Ett tonn armert hulldekke

Generelt om verifikasjon av EPD fra verktøy:

Uavhengig verifikasjon av data, annen miljøinformasjon og EPD er foretatt etter ISO 14025:2010, kapittel 8.1.3 og 8.1.4. Individuell tredjepartsverifisering av hver EPD er ikke nødvendig når verktøyet er i) integrert i bedriftens miljøstyringssystem, ii) prosedyrer for bruk av verktøyet er godkjent av EPD-Norge og iii) prosessen granskes årlig. Se vedlegg G i EPD-Norges retningslinjer for ytterligere informasjon om EPD-verktøy.

Verifikasjon av EPD-verktøy:

Uavhengig tredjepartsverifikasjon av verktøy, bakgrunnsdata og test-EPD er gjort i henhold til EPD-Norge sine prosedyrer og retningslinjer for verifisering og godkjenning av EPD-verktøy.

Anne Rønning, Norsus AS

(krever ikke signatur)

Eier av deklarasjonen:

Spenncon AS
Kontaktperson: Steinar Røine
Telefon: +47 32 11 26 00
e-post: post@spenncon.no

Produsent:

Spenncon AS
Postboks 508 3504 Hønefoss
Norway

Produksjonssted:

Hønefoss
Production site Spenncon COM_ID 18
Norway

Kvalitet/Miljøsystem:

Sertifisert iht kvalitetsstyringssystem NS-EN ISO 9001 og miljøstyringssystem NS-EN ISO 14001

Org. no.:

No 844 558 082

Godkjent dato:

25.05.2021

Gyldig til:

25.05.2026

Årstall for studien:

2020

Sammenlignbarhet:

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

Miljødeklarasjonen er utarbeidet av:

Deklarasjonen er utarbeidet og verifisert ved bruk av EPDverktøy lca.tools ver EPD2020.11, utviklet av LCA.no AS. EPDverktøyet er integrert i bedriftens miljøstyringssystem, og godkjent av EPD-Norge

EPD er utarbeidet av:

Steinar Røine

Bedriftsspesifikke data og EPD er kontrollert av:

Britt Blom Marstrander

Godkjent:

Sign



Håkon Hauan, Daglig leder EPD-Norge

Produkt

Produktbeskrivelse:

Førspente hulldekker i kvalitet B45 M60 produsert hos Spenncon Hønefoss. Hulldekkene egner seg som etasjeskillere og tak i blant annet boligbygg, forretningsbygg, skoler og sykehus.

Hulldekkene kommer i standard bredder på 1200 mm, men kan tilpasses med skråkapping og langsgående skjæring.

Produktspesifikasjon:

EPDen kan benyttes for følgende hulldekkeelementer med vekt per enhet og armeringsmengde som angitt:

HD 200, 255 kg/m², 5 spenntau
HD 220, 304 kg/m², 6 spenntau
HD 265, 371 kg/m², 7 spenntau
HD 285, 421 kg/m², 8 spenntau
HD 320, 393 kg/m², 8 spenntau.

Kontakt Spenncon AS for dekker med andre høyder eller med annen armeringsmengde.

Elementet inneholder følgende fordeling av råmaterialer:

Materialer	kg	%
Cement	128,03	12,80
Aggregat	807,55	80,76
Water	50,61	5,06
Chemicals	0,80	0,08
Reinforcement	13,00	1,30
Totalt:	1000,00	

LCA: Beregningsregler

Deklarert enhet:

1 tonne Spenncon Hulldekke Miljø

Cut-off kriterier:

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

Datakvalitet:

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

Materials	Source	Data quality	Year
Aggregat	Modified EcoInvent	Database	2012
Chemicals	EPD-EFC-20150091-IAG1-EN	EPD	2015
Aggregat	Østfoldforskning	Database	2016
Reinforcement	S-P-00810	EPD	2016
Water	ecoinvent 3.4	Database	2017
Cement	NEPD-2275-1028-NO	EPD	2020

Tekniske data:

Betongen er produsert i samsvar med NS-EN 206+NA. Elementene er produsert i samsvar med NS-EN 13369 og NS-EN 1168.

Betongsammensetningen tilfredsstiller Lavkarbonklasse A iht. Norsk Betongforenings publikasjon nr. 37 (2020). Betongsammensetningen har et klimagassavtrykk på 198,76 kg CO₂ekv/m³.

Hulldekkene inneholder 20% resirkulert tilslag av andel grovt tilslag.

Markedsområde:

Norge

Levetid, produkt:

60 år

Levetid, bygg:

60 år

Systemgrenser:

For transport er det lagt til grunn 50 km fra fabrikk til brukersted.
 Montasje er medregnet fugestøp og randstøp basert på ett uttak per ende av hulldekke.

Flytskjemaet nedenfor illustrerer systemgrensene for analysen:



Teknisk tilleggsinformasjon

LCA: Scenarier og annen teknisk informasjon

Følgende informasjonen beskriver scenariene for modulene i EPDen.

Transport fra produksjonssted til bruker (A4)

Type	Kapasitetsutnyttelse inkl retur %	Kjøretøytype	Distanse km	Brennstoff/Energi forbruk	Enhet	Verdi (l/t)
Bil	55,0 %	Lastebil med henger, EURO 5	50	0,022823	l/tkm	1,14
Jernbane					l/tkm	
Båt					l/tkm	
Annet					l/tkm	

Byggefase A5

	Enhet	Verdi
Hjelpematerialer	kg	110,9091
Vannforbruk	m ³	4,5455
Elektrisitetsforbruk	kWh	0,0779
Andre energikilder	MJ	0,0130
Materialtap	kg	
Materialer fra avfallsbehandling	kg	17,5000
Støv i luften	kg	
VOC utslipp	kg	

LCA: Resultater

LCA resultatene er presentert under for den deklarete enheten som er definert på side 2 av EPD dokumentet.

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

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

Miljøpåvirkning (Environmental impact)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4	A5
GWP	kg CO ₂ -eq	9,14E+01	2,01E+00	2,25E+00	4,36E+00	1,41E+01
ODP	kg CFC11 -eq	1,74E-06	3,90E-07	2,78E-07	8,50E-07	6,63E-07
POCP	kg C ₂ H ₄ -eq	1,41E-02	3,39E-04	2,41E-03	7,05E-04	2,85E-03
AP	kg SO ₂ -eq	1,02E-01	7,98E-03	1,59E-02	1,42E-02	3,54E-02
EP	kg PO ₄ ³⁻ -eq	5,14E-02	1,45E-03	4,79E-03	2,38E-03	2,59E-02
ADPM	kg Sb -eq	4,78E-05	3,91E-06	9,82E-06	9,85E-06	1,88E-05
ADPE	MJ	4,11E+02	3,12E+01	2,39E+01	6,84E+01	1,07E+02

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

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

*INA Indicator Not Assessed

Ressursbruk (Resource use)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4	A5
RPEE	MJ	9,27E+01	5,02E-01	1,96E+02	1,24E+00	2,64E+02
RPEM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,49E-02
TPE	MJ	9,27E+01	5,02E-01	1,96E+02	1,24E+00	2,65E+02
NRPE	MJ	4,20E+02	3,20E+01	3,09E+01	7,06E+01	1,20E+02
NRPM	MJ	3,85E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,88E-01
TRPE	MJ	2,85E+02	3,20E+01	3,09E+01	7,06E+01	1,20E+02
SM	kg	4,26E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,59E+00
RSF	MJ	1,15E+02	0,00E+00	9,56E-03	0,00E+00	3,01E-04
NRSF	MJ	1,41E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,29E-01
W	m ³	1,25E+00	6,83E-03	1,46E-01	1,66E-02	1,08E+01

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

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

*INA Indicator Not Assessed

Livsløpets slutt - Avfall (End of life - Waste)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4	A5
HW	kg	2,24E-03	1,65E-05	2,86E-02	3,75E-05	2,94E-04
NHW	kg	1,10E+01	2,48E+00	1,23E+01	6,40E+00	7,54E+00
RW	kg	INA*	INA*	INA*	INA*	INA*

HW Hazardous waste disposed; NHW Non hazardous waste disposed; RW Radioactive waste disposed

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

*INA Indicator Not Assessed

Livsløpets slutt - Utgangsfaktorer (End of life - Output flow)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4	A5
CR	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,74E-02
MR	kg	7,80E-03	0,00E+00	4,49E+00	0,00E+00	1,71E-01
MER	kg	0,00E+00	0,00E+00	6,46E-01	0,00E+00	1,75E+01
EEE	MJ	INA*	INA*	INA*	INA*	INA*
ETE	MJ	INA*	INA*	INA*	INA*	INA*

CR Components for reuse; MR Materials for recycling; MER Materials for energy recovery; EEE Exported electric energy; ETE Exported thermal energy

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

*INA Indicator Not Assessed

Norske tilleggskrav

Klimagassutslipp fra bruk av elektrisitet i produksjonsfasen

Nasjonal produksjonsmikts fra import, lavspenning (inkludert produksjon av overføringslinjer, i tillegg til direkte utslipp og tap i nett) er brukt for anvendt elektrisitet i produksjonsprosessen (A3). Bakgrunnsdata er presentert i tabellen under. Karakteriseringsfaktorer fra EN15804:2012+A1:2013 er benyttet.

Elektrisitetmikts	Datakilde	Mengde	Enhet
El-mix, Norway (kWh)	ecoinvent 3.4	31,04	g CO2-ekv/kWh

Farlige stoffer

Produktet er ikke tilført stoffer fra REACH Kandidatliste eller den norske prioritetslisten.



Inneklima

Produktet har ingen innvirkning på inneklima.

Bibliografi

NS-EN ISO 14025:2010 Miljømerker og deklarasjoner - Miljødeklarasjoner type III
 NS-EN ISO 14044:2006 Miljøstyring - Livsløpsvurderinger - Krav og retningslinjer
 NS-EN 15804:2012+A1:2013 Bærekraftig byggverk - Miljødeklarasjoner
 ISO 21930:2017 Sustainability in buildings and civil engineering works
 ecoinvent v3, Allocation, cut-off by classification, Swiss Centre of Life Cycle Inventories .
 Iversen et al., (2018) eEPD v3 .0 - Background information for EPD gen. system. LCA.no OR 04.18
 Vold et al. (2014) EPD-generator for betongindustrien, bakgrunnsinformasjon for verifisering, OR 04.14, Østfoldforskning, NPCR Part A: Construction products and services. Ver. 1.0. April 2017, EPD-Norge.

NPCR 020 Part B for concrete and concrete elements. Ver. 2.0 October 2018, EPD Norge

 epd-norge.no The Norwegian EPD Foundation	Programoperatør og utgiver Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner PostBoks 5250 Majorstuen, 0303 Oslo, Norge	Telefon: +47 23 08 80 00 e-post: post@epd-norge.no web: www.epd-norge.no
	Eier av deklarasjon Spenncon AS Postboks 508 3504 Hønefoss	Telefon: +47 32 11 26 00 e-post: post@spenncon.no web: http://spenncon.no/
	Forfatter av livsløpsrapporten Østfoldforskning AS Stadion 4 1671 Kråkerøy	Telefon: +47 69 35 11 00 e-post: post@ostfoldforskning.no web: www.ostfoldforskning.no
	Utvikler av EPD-generator LCA.no AS Dokka 1C 1671 Kråkerøy	Telefon: +47 916 50 916 e-post: post@lca.no web: www.lca.no

Environmental product declaration

in accordance with ISO 14025 and EN 15804+A2

Spenncon Hulldekke



CONSOLIS
SPENNCON

Næringslivets Stiftelse for
miljødeklarasjoner

Eier av deklarasjonen:

Spenncon AS

Produkt:

Spenncon Hulldekke

Deklarert enhet:

1 tonne

Deklarasjonen er basert på PCR:

EN 15804:2012+A2:2019 tjener som kjerne-PCR
NPCR 020:2021 Part B for Concrete and concrete
elements

Programoperatør:

Næringslivets Stiftelse for
miljødeklarasjoner

Deklarasjonsnummer:

Viser til NEPD-4626-3878

Publiseringsnummer:

Viser til NEPD-4626-3878

Godkjent dato:

03.07.2023

Gyldig til:

03.07.2028

EPD Software:

LCA.no EPD generator ID: 66363

Generell informasjon

Produkt

Spenncon Hulldekke

Programoperatør:

Postboks 5250 Majorstuen, 0303 Oslo, Norge
Næringslivets Stiftelse for miljødeklarasjoner
Telefon: +47 23 08 80 00
web: post@epd-norge.no

Deklarasjonsnummer:

Viser til NEPD-4626-3878

Deklarasjonen er basert på PCR:

EN 15804:2012+A2:2019 tjener som kjerne-PCR
NPCR 020:2021 Part B for Concrete and concrete elements

Erklæring om ansvar:

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

Deklarert enhet:

1 tonn Spenncon Hulldekke

Deklarert enhet med opsjon:

A1,A2,A3,A4,A5,B1,C1,C2,C3,C4,D

Funksjonell enhet:

Ett tonn armert hulldekke.

Generelt om verifikasjon av EPD fra verktøy:

Uavhengig verifikasjon av data, annen miljøinformasjon og EPD er foretatt etter ISO 14025:2010, kapittel 8.1.3 og 8.1.4. Verifikasjon av hver EPD foretas i henhold til EPD-Norge sine retningslinjer for verifikasjon og godkjenning som krever at EPD-verktøy er i) integrert i bedriftens miljøstyringssystem, ii) prosedyrer for bruk av EPD-verktøy er godkjent av EPD-Norge og iii) prosessen gjennomgås årlig av en uavhengig 3.parts verifikator. Se vedlegg G i EPD-Norge sine retningslinjer for mer informasjon om EPD-verktøy.

Verifikasjon av EPD-verktøy:

Uavhengig tredjepartsverifikasjon av verktøy, bakgrunnsdata og test-EPD er gjort i henhold til EPD-Norge sine prosedyrer og retningslinjer for verifisering og godkjenning av EPD-verktøy.

Tredjeparts verifikator:

Jane Anderson, Construction LCA
(krever ikke signatur)

Eier av deklarasjonen:

Spenncon AS
Kontaktperson: Britt Blom Marstrander
Telefon: +47 32 11 26 00
e-post: post@spenncon.no

Produsent:

Spenncon AS
Postboks 508
3504 Hønefoss, Norway

Produksjonssted:

Hønefoss
Production site Spenncon COM_ID 18
, Norway

Kvalitet/Miljøsystem:

Sertifisert iht kvalitetsstyringssystem NS-EN ISO 9001 og miljøstyringssystem NS-EN ISO 14001

Org. no.:

No 844 558 082

Godkjent dato:

03.07.2023

Gyldig til:

03.07.2028

Årstall for studien:

2022

Sammenlignbarhet:

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

Utarbeidelse og verifikasjon av miljødeklarasjon:

Deklarasjonen er utarbeidet og verifisert ved bruk av EPD-verktøy Ica.tools ver EPD2022.03, utviklet av LCA.no. EPD-verktøyet er integrert i bedriftens miljøstyringssystem, og godkjent av EPD-Norge NEPD03

EPD er utarbeidet av: Steinar Røine

Bedriftsspesifikke data og EPD er kontrollert av: Britt Blom Marstrander

Godkjent:

Håkon Hauan, CEO EPD-Norge

Produkt

Produktbeskrivelse:

Hulldekker kan anvendes i alle typer av kontor-, forretnings-, industri-, boligbygg og skoler. Hulldekkene har stor mekanisk styrke og god holdbarhet mot klimapåkjenninger.

Produktspesifikasjon:

Betongsammensetningen benyttet i hulldekkene har GWP på 226 kg CO₂/m³ og tilfredsstillende Lavkarbonklasse B iht. Norsk Betongforenings publikasjon nr. 37 (2020).

Elementet inneholder følgende prosentvise fordeling av råmaterialer:

Materialer	kg	%
Vann	53,49	5,35
Metal - Steel	13,00	1,30
Tilslag	806,14	80,61
Sement	127,37	12,74
Total	1000,00	

Tekniske data:

Betongen er produsert i samsvar med kravene i NS-EN-206+NA.

Elementet er produsert i samsvar med kravene i NS-EN 13369 samt produktstandard NS-EN 1168.

Markedsområde:

Norge

Levetid, produkt:

50 år

Levetid, bygg eller anlegg:

50 år

LCA: Beregningsregler

Deklarert enhet:

1 tonn Spenncon Hulldekke

Cut-off kriterier:

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

Allokering:

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

Datakvalitet:

Spesifikke data for produktsammensetningen er fremskaffet av produsenten. De representerer produksjonen av det deklarererte produktet og ble samlet inn for EPD-utvikling i det oppgitte året for studien. Bakgrunnsdata er basert på EPDer iht. EN 15804 og ulike LCA databaser.

Datakvaliteten for råmaterialene i A1 er presentert i tabellen nedenfor.

Materialer	Kilde	Datakvalitet	År
Tilslag	ecoinvent 3.6	Database	2019
Vann	ecoinvent 3.6	Database	2019
Sement	NEPD-3945-2910	EPD	2022
Sement	NEPD-3948-2907	EPD	2022
Metal - Steel	S-P-07047	EPD	2022

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

Produktfase			Sammenstillingsfase		Bruksfase							Sluttfase				Gevinst og belastninger etter endt levetid (D)
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjons/ installasjonsfase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftninger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruk/gjenvinning/ resirkulering-potensiale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	X	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	X	X	X	X	X

Systemgrenser:

Alle prosesser fra råvareuttak til montert produkt er inkludert i analysen.

Videre er karbonatisering i bruksfasen inkludert, samt rivingsfasen og potensiale etter endt levetid.

Flytskjemaet nedenfor illustrerer systemgrensene for analysen:



Teknisk tilleggsinformasjon:

EPDen kan benyttes for følgende hulldekkerelementer med armeringsmengde som angitt:

- HD 200, 254 kg/m² med 5 spenntau
- HD 220, 304 kg/m² med 6 spenntau
- HD 265, 371 kg/m² med 7 spenntau
- HD 285, 420 kg/m² med 8 spenntau
- HD 320, 390 kg/m² med 8 spenntau
- HD 340, 440 kg/m² med 9 spenntau
- HD 400, 521 kg/m² med 10 spenntau
- HD 420, 571 kg/m² med 11 spenntau
- HD 500, 653 kg/m² med 13 spenntau
- HD 520, 702 kg/m² med 14 spenntau

Kontakt Spenncon AS for andre høyder eller armeringsmengder.

LCA: Scenarier og annen teknisk informasjon














Følgende informasjon beskriver scenariene for modulene i EPDen.














Karbonatisering i brukstiden er basert på et hulldekke med tykkelse 265 mm som er sparklet på oversiden og ubehandlet på undersiden.

Transport fra produksjonssted til bruker (A4)	Kapasitetsutnyttelse inkl. retur (%)	Distanse (km)	Brennstoff/Energiforbruk	Enhet	Verdi (Liter/tonn)
Lastebil med henger, EURO 6	53,3 %	50	0,023	l/tkm	1,15
Byggefase (A5)					
	Enhet	Verdi			
	1 kg/DU	107,00			
Anchoring (kg)	kg/DU	0,91			
Avfall, farlig avfall, gjennomsnittsbehandling (kg)	kg/DU	0,01			
Avfall, trevirke, gjennomsnittsbehandling (kg)	kg/DU	1,75			
Diesel (L)	L/DU	0,32			
Elektrisitet, Norge (kWh)	kWh/DU	0,08			
Mørtel (kg)	kg/DU	0,00			
Vann (kg)	kg/DU	4,55			
Monterte produkter i bruk (B1)					
	Enhet	Verdi			
Karbonatisering av betong (kg CO2)	kg/DU	4,50			
Demontering (C1)					
	Enhet	Verdi			
Riving av bygg eller anlegg, per kg betong C1 (kg)	kg/DU	987,00			
Riving av bygg eller anlegg, per kg stål C1 (kg)	kg/DU	13,00			
Transport til avfallsbehandling (C2)					
	Kapasitetsutnyttelse inkl. retur (%)	Distanse (km)	Brennstoff/Energiforbruk	Enhet	Verdi (Liter/tonn)
Lastebil, 16-32 tonnes, HVO, EURO 6 (kgkm)	36,7 %	85	0,043	l/tkm	3,66
Avfallsbehandling (C3)					
	Enhet	Verdi			
Avfallsbehandling av betong etter riving (kg)	kg	632,40			
Materialer for resirkulering (kg)	kg	46,90			
Avfall til sluttbehandling (C4)					
	Enhet	Verdi			
Avfall, betongslam, restbetong, til deponering (kg)	kg	297,60			
Waste, scrap steel, to landfill (kg)	kg	23,10			
Gevinst og belastninger etter endt levetid (D)					
	Enhet	Verdi			
Substitusjon av stål (kg)	kg	22,69			
Substitusjon av steinmaterialer (kg)	kg	632,40			

LCA: Resultater

LCA resultatene er presentert under for enheten som er definert på side 2 av EPD dokumentet.

Miljøpåvirkning (Environmental impact)							
Indikator		Enhet	A1	A2	A3	A4	A5
	GWP-total	kg CO ₂ -eq	1,00E+02	1,69E+00	1,82E+00	4,36E+00	1,54E+01
	GWP-fossil	kg CO ₂ -eq	9,97E+01	1,68E+00	1,72E+00	4,35E+00	1,54E+01
	GWP-biogenic	kg CO ₂ -eq	3,36E-01	9,68E-04	8,83E-02	1,87E-03	1,74E-02
	GWP-luluc	kg CO ₂ -eq	3,27E-02	8,55E-04	1,48E-02	1,33E-03	4,11E-03
	ODP	kg CFC11 -eq	1,83E-06	3,83E-07	2,42E-07	1,05E-06	5,43E-07
	AP	mol H+ -eq	1,47E-01	1,50E-02	2,37E-02	1,40E-02	4,05E-02
	EP-FreshWater	kg P -eq	5,95E-03	1,90E-05	1,39E-04	3,47E-05	1,99E-04
	EP-Marine	kg N -eq	4,02E-02	3,40E-03	9,77E-03	3,07E-03	1,29E-02
	EP-Terrestrial	mol N -eq	4,90E-01	3,82E-02	1,09E-01	3,42E-02	1,45E-01
	POCP	kg NMVOC -eq	1,44E-01	1,16E-02	3,03E-02	1,34E-02	4,14E-02
	ADP-minerals&metals ¹	kg Sb -eq	7,05E-04	5,18E-05	3,84E-05	7,76E-05	7,32E-05
	ADP-fossil ¹	MJ	3,42E+02	2,75E+01	2,19E+01	7,07E+01	7,47E+01
	WDP ¹	m ³	2,93E+03	3,06E+01	1,14E+03	5,42E+01	3,90E+02

Indikator		Enhet	B1	C1	C2	C3	C4	D
	GWP-total	kg CO ₂ -eq	-4,50E+00	4,00E+00	3,31E+00	4,55E-01	1,37E+00	-2,65E+01
	GWP-fossil	kg CO ₂ -eq	-4,50E+00	4,00E+00	3,30E+00	4,49E-01	1,37E+00	-2,64E+01
	GWP-biogenic	kg CO ₂ -eq	0,00E+00	7,50E-04	5,59E-03	3,88E-03	1,17E-03	-4,27E-02
	GWP-luluc	kg CO ₂ -eq	0,00E+00	3,15E-04	5,14E-03	6,21E-04	2,69E-04	-1,22E-02
	ODP	kg CFC11 -eq	0,00E+00	8,64E-07	6,80E-07	8,85E-08	6,69E-07	-1,06E-06
	AP	mol H+ -eq	0,00E+00	4,19E-02	2,31E-02	3,63E-03	1,34E-02	-1,37E-01
	EP-FreshWater	kg P -eq	0,00E+00	1,46E-05	1,21E-04	2,84E-05	1,02E-05	-1,57E-03
	EP-Marine	kg N -eq	0,00E+00	1,85E-02	6,12E-03	1,07E-03	5,03E-03	-3,02E-02
	EP-Terrestrial	mol N -eq	0,00E+00	2,00E-01	6,84E-02	1,23E-02	5,54E-02	-3,16E-01
	POCP	kg NMVOC -eq	0,00E+00	5,57E-02	2,50E-02	3,29E-03	1,58E-02	-1,39E-01
	ADP-minerals&metals ¹	kg Sb -eq	0,00E+00	6,14E-06	4,01E-04	5,70E-06	1,22E-05	-5,59E-04
	ADP-fossil ¹	MJ	0,00E+00	5,51E+01	6,98E+01	1,39E+01	4,43E+01	-2,35E+02
	WDP ¹	m ³	0,00E+00	1,17E+01	2,07E+02	1,54E+03	9,33E+01	1,46E+02







GWP-total = Globalt oppvarmingspotensial totalt; GWP-fossil = Globalt oppvarmingspotensial fossile brensler; GWP-biogenic = Globalt oppvarmingspotensial biogene kilder; GWP-luluc = Globalt oppvarmingspotensial arealbruk og arealbruks endringer; ODP = Potensial for nedbryting av stratosfærisk ozon; AP = Forsurningspotensial for kilder på land og vann; EP = overgjødslingspotensial til ferskvann, hav og jord; POCP = Potensial for fotokjemisk oksidantdannning; ADP-minerals&metals¹ = Abiotisk utarmingspotensial for ikke-fossile ressurser, mineraler og metaller; ADP-fossil¹ = Abiotisk utarmingspotensial for fossile ressurser, fossile brensler; WDP = Utarmingspotensial for vannressurser







¹Leseeksempel: 9,0 E-03 = 9,0*10⁻³ = 0,009"

*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

1. Resultatene av denne miljøpåvirkningsindikatoren skal brukes med forsiktighet ettersom usikkerheten til resultatene er høy eller det er begrenset erfaring med bruk av indikatoren.

Merknad om miljøpåvirkningen

Supplerende indikatorer for miljøpåvirkning							
Indikator	Enhhet	A1	A2	A3	A4	A5	
 PM	Disease incidence	2,55E-02	1,61E-07	1,86E-06	4,00E-07	6,36E-07	
 IRP ²	kgBq U235 -eq	1,35E+00	1,14E-01	1,99E-01	3,09E-01	2,05E-01	
 ETP-fw ¹	CTUe	2,39E+03	2,31E+01	2,56E+02	5,17E+01	3,53E+02	
 HTP-c ¹	CTUh	3,06E-07	0,00E+00	4,01E-09	0,00E+00	1,24E-08	
 HTP-nc ¹	CTUh	4,52E-06	2,58E-08	1,07E-07	5,00E-08	1,32E-07	
 SQP ¹	dimensionless	1,98E+01	3,11E+01	3,36E+02	8,11E+01	1,69E+01	

Indikator	Enhhet	B1	C1	C2	C3	C4	D
 PM	Disease incidence	0,00E+00	5,07E-06	7,65E-07	5,82E-08	2,85E-07	-2,35E-06
 IRP ²	kgBq U235 -eq	0,00E+00	2,40E-01	2,28E-01	2,34E-01	1,92E-01	-1,35E-01
 ETP-fw ¹	CTUe	0,00E+00	3,01E+01	1,02E+02	9,88E+00	2,19E+01	-1,42E+03
 HTP-c ¹	CTUh	0,00E+00	1,00E-09	0,00E+00	6,32E-10	6,41E-10	-1,21E-07
 HTP-nc ¹	CTUh	0,00E+00	2,80E-08	1,70E-07	8,85E-09	1,28E-08	2,58E-06
 SQP ¹	dimensionless	0,00E+00	6,69E+00	1,30E+02	7,89E+00	1,62E+02	3,99E+01











PM = Partikkelutslipp; IRP = Ioniserende stråling (helseeffekt); ETP-fw = Økotoksisitet (ferskvann); HTP-c = Toksisitet påvirkning på mennesker, kreft; HTP-nc = Toksisitet påvirkning på mennesker, andre effekter enn kreft; SQP = Påvirkninger knyttet til arealbruksendringer / jordkvalitet










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

*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

1. Resultatene av denne miljøpåvirkningsindikatoren skal brukes med forsiktighet ettersom usikkerheten til resultatene er høy eller det er begrenset erfaring med bruk av indikatoren.

2. Denne påvirkningskategorien omhandler hovedsakelig den eventuelle effekten av lavdose ioniserende stråling på menneskers helse i atombrenselcyklusen. Den tar ikke hensyn til effekter på grunn av mulige atomulykker, yrkesmessig eksponering eller på grunn av fjerning av radioaktivt avfall i underjordiske anlegg. Potensiell ioniserende stråling fra jorda, fra radon og fra noen byggematerialer måles heller ikke av denne indikatoren.




Ressursbruk (Resource use)							
Indikator	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	
 PERE	MJ	1,31E+02	4,89E-01	2,16E+02	8,90E-01	1,86E+01	
 PERM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,46E-02	
 PERT	MJ	1,31E+02	4,89E-01	2,16E+02	8,90E-01	1,87E+01	
 PENRE	MJ	3,54E+02	2,75E+01	2,19E+01	7,07E+01	7,29E+01	
 PENRM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,94E+00	
 PENRT	MJ	3,54E+02	2,75E+01	2,19E+01	7,07E+01	7,49E+01	
 SM	kg	1,06E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,24E+00	
 RSF	MJ	1,36E+02	1,66E-02	9,75E-02	3,11E-02	1,77E+01	
 NRSF	MJ	1,93E+02	5,90E-02	1,13E-01	1,04E-01	2,68E+01	
 FW	m ³	1,57E+00	4,35E-03	4,96E-01	8,05E-03	1,99E-01	




Indikator	Enhet	B1	C1	C2	C3	C4	D
 PERE	MJ	0,00E+00	3,00E-01	3,16E+00	7,18E+00	6,82E-01	-2,28E+01
 PERM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
 PERT	MJ	0,00E+00	3,00E-01	3,16E+00	7,18E+00	6,82E-01	-2,28E+01
 PENRE	MJ	0,00E+00	5,51E+01	6,98E+01	1,40E+01	4,43E+01	-2,36E+02
 PENRM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
 PENRT	MJ	0,00E+00	5,51E+01	6,98E+01	1,40E+01	4,43E+01	-2,36E+02
 SM	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,20E-02	1,17E-02	1,18E+01
 RSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	1,03E-01	1,45E-01	1,41E-02	7,84E-01
 NRSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	3,54E-01	-9,01E-03	4,05E-02	2,61E+01
 FW	m ³	0,00E+00	2,83E-03	2,85E-02	2,39E-02	5,28E-02	-9,52E-01

PERE = Fornybar primærenergi brukt som energibærer; PERM = Fornybar primærenergi brukt som råmateriale; PERT = Total bruk av fornybar primærenergi; PENRE = Ikke fornybar primærenergi brukt som energibærer; PENRM = Ikke fornybar primærenergi brukt som råmateriale; PENRT = Total bruk av ikke fornybar primærenergi; SM = Bruk av sekundære materialer; RSF = Bruk av fornybart sekundære brensel; NRSF = Bruk av ikke fornybart sekundære brensel; FW = Netto bruk av ferskvann.

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

*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)






Livsløpets slutt - Avfall (End of life - Waste)							
Indikator		Enhet	A1	A2	A3	A4	A5
	HWD	kg	2,80E-02	1,87E-03	2,34E-01	3,87E-03	2,78E-02
	NHWD	kg	1,42E+00	2,37E+00	2,94E+01	6,15E+00	1,13E+00
	RWD	kg	5,25E-04	1,74E-04	1,39E-04	4,83E-04	4,96E-04






Indikator		Enhet	B1	C1	C2	C3	C4	D
	HWD	kg	0,00E+00	1,62E-03	9,79E-03	1,39E-03	1,34E-03	-1,36E-01
	NHWD	kg	0,00E+00	6,52E-02	1,04E+01	4,40E-02	3,21E+02	-1,04E+01
	RWD	kg	0,00E+00	3,82E-04	2,79E-04	1,47E-04	3,02E-04	-1,25E-04

HWD = Avhendet farlig avfall; NHWD = Avhendet ikke-farlig avfall; RWD = Avhendet radioaktivt avfall

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

*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

Livsløpets slutt - Utgangsfaktorer (End of life - Output flow)							
Indikator		Enhet	A1	A2	A3	A4	A5
	CRU	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	MFR	kg	5,94E-02	0,00E+00	3,58E+00	0,00E+00	9,59E-01
	MER	kg	3,01E-02	0,00E+00	1,02E-05	0,00E+00	3,58E-03
	EEE	MJ	2,33E-02	0,00E+00	7,14E-01	0,00E+00	7,62E-01
	EET	MJ	3,53E-01	0,00E+00	1,08E+01	0,00E+00	1,15E+01

Indikator		Enhet	B1	C1	C2	C3	C4	D
	CRU	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	MFR	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,79E+02	1,08E-02	1,18E+01
	MER	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,46E-03	1,40E-04	-3,58E-02
	EEE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,50E-03	1,02E-03	-1,91E-02
	EET	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,78E-02	1,55E-02	-2,88E-01

CRU = Komponenter for gjenbruk, MFR Materialer for resirkulering, MER = Materialer for energigjenvinning, EEE = Eksportert elektrisk energi; EET = Eksportert termisk energi

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

*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

Informasjon om innholdet av biogent karbon		
Indikator	Enhet	Ved port
Innhold av biogent karbon i produkt	kg C	0,00E+00
Innhold av biogent karbon i emballasjen	kg C	1,09E-01

Merk: 1 kg biogent karbon tilsvarer 44/12 kg CO2

Tilleggskrav

Klimagassutslipp fra bruk av elektrisitet i produksjonsfasen

Nasjonal produksjonsmiks fra import, lavspenning (inkludert produksjon av overføringslinjer, i tillegg til direkte utslipp og tap i nett) er brukt for anvendt elektrisitet i produksjonsprosessen (A3). Bakgrunnsdata er presentert i tabellen under. Karakteriseringsfaktorer fra EN15804:2012+A2:2019 er benyttet.

Electricity mix	Data source	Amount	Enhet
Elektrisitet, Norge (kWh)	ecoinvent 3.6	24,33	g CO ₂ -eq/kWh

Farlige stoffer

Produktet er ikke tilført stoffer fra REACH Kandidatliste eller den norske prioritetslisten.

Inneklima

Produktet har ingen påvirkning på inneklima.

Ytterligere miljøinformasjon

Ytterligere indikatorer for miljøpåvirkning nødvendig i NPCR Part A for construction products							
Indikator	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	
GWPIOBC	kg CO ₂ -eq	9,92E+01	1,69E+00	1,29E+00	4,36E+00	1,29E+01	
Indikator	Enhet	B1	C1	C2	C3	C4	D
GWPIOBC	kg CO ₂ -eq	0,00E+00	4,00E+00	3,31E+00	0,00E+00	0,00E+00	-3,89E+01

GWP-IOBC: Globalt oppvarmingspotensial beregnet etter prinsippet om umiddelbar oksidasjon. For å øke tydeligheten av biogent karbonbidrag til klimapåvirkning, kreves indikatoren GWP-IOBC da den erklærer klimapåvirkninger beregnet i henhold til prinsippet om øyeblikkelig oksidasjon. GWP-IOBC er også referert til som GWP-GHG i sammenheng med svensk lov om offentlige anskaffelser.

Bibliografi

NS-EN ISO 14025:2010 Miljømerker og deklarasjoner - Miljødeklarasjoner type III - Prinsipper og prosedyrer.
 NS-EN ISO 14044:2006 Miljøstyring - Livsløpsvurderinger - Krav og retningslinjer.
 NS-EN 15804:2012+A2:2019 Bærekraftig byggeverk - Miljødeklarasjoner - Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer.
 ISO 21930:2017 Sustainability in buildings and civil engineering works - Core rules for environmental product declarations of construction products and services.
 ecoinvent v3, Allocation, cut-off by classification, Swiss Centre of Life Cycle Inventories.
 Iversen et al., (2021) eEPD v2021.09 Background information for EPD generator tool system verification, LCA.no rapportnummer: : 07.21.
 Vold et al., (2022) EPD generator for concrete and concrete elements
 Background information for EPD generator application and LCA data, LCA.no report number: 06.22
 NPCR Part A: Construction products and services. Ver. 2.0. April 2021, EPD-Norge.
 NPCR 020 Part B for concrete and concrete elements, Ver. 3.0, 20.09.2021, EPD Norway.

	<p>Programoperatør og utgiver Næringslivets Stiftelse for miljødeklarasjoner Postboks 5250 Majorstuen, 0303 Oslo, Norge</p>	<p>Telefon: +47 23 08 80 00 e-post: post@epd-norge.no web: www.epd-norge.no</p>
	<p>Eier av deklarasjonen: Spenncon AS Postboks 508, 3504 Hønefoss</p>	<p>Telefon: +47 32 11 26 00 e-post: post@spenncon.no web: http://spenncon.no/</p>
	<p>Forfatter av livsløpsrapporten LCA.no AS Dokka 6B, 1671</p>	<p>Telefon: +47 916 50 916 e-post: post@lca.no web: www.lca.no</p>
	<p>Utvikler av EPD-generator LCA.no AS Dokka 6B,1671 Kråkerøy</p>	<p>Telefon: +47 916 50 916 e-post: post@lca.no web: www.lca.no</p>
	<p>ECO Platform ECO Portal</p>	<p>web: www.eco-platform.org web: ECO Portal</p>

Environmental product declaration

in accordance with ISO 14025 and EN 15804+A2

Spenncon Hulldekke Lavkarbon Pluss



CONSOLIS
SPENNCON

Næringslivets Stiftelse for
miljødeklarasjoner

Eier av deklarasjonen:

Spenncon AS

Produkt:

Spenncon Hulldekke Lavkarbon Pluss

Deklarert enhet:

1 tonne

Deklarasjonen er basert på PCR:

EN 15804:2012+A2:2019 tjener som kjerne-PCR
NPCR 020:2021 Part B for Concrete and concrete
elements

Programoperatør:

Næringslivets Stiftelse for
miljødeklarasjoner

Deklarasjonsnummer:

NEPD-4627-3877-NO

Publiseringsnummer:

NEPD-4627-3877-NO

Godkjent dato:

29.06.2023

Gyldig til:

29.06.2028

EPD Software:

LCA.no EPD generator ID: 64940

Generell informasjon

Produkt

Spenncon Hulldekke Lavkarbon Pluss

Programoperatør:

Postboks 5250 Majorstuen, 0303 Oslo, Norge
Næringslivets Stiftelse for miljødeklarasjoner
Telefon: +47 23 08 80 00
web: post@epd-norge.no

Deklarasjonsnummer:

NEPD-4627-3877-NO

Deklarasjonen er basert på PCR:

EN 15804:2012+A2:2019 tjener som kjerne-PCR
NPCR 020:2021 Part B for Concrete and concrete elements

Erklæring om ansvar:

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

Deklarert enhet:

1 tonn Spenncon Hulldekke Lavkarbon Pluss

Deklarert enhet med opsjon:

A1,A2,A3,A4,A5,B1,C1,C2,C3,C4,D

Funksjonell enhet:

Ett tonn armert hulldekke.

Generelt om verifikasjon av EPD fra verktøy:

Uavhengig verifikasjon av data, annen miljøinformasjon og EPD er foretatt etter ISO 14025:2010, kapittel 8.1.3 og 8.1.4. Verifikasjon av hver EPD foretas i henhold til EPD-Norge sine retningslinjer for verifikasjon og godkjenning som krever at EPD-verktøy er i) integrert i bedriftens miljøstyringssystem, ii) prosedyrer for bruk av EPD-verktøy er godkjent av EPD-Norge og iii) prosessen gjennomgås årlig av en uavhengig 3.parts verifikator. Se vedlegg G i EPD-Norge sine retningslinjer for mer informasjon om EPD-verktøy.

Verifikasjon av EPD-verktøy:

Uavhengig tredjepartsverifikasjon av verktøy, bakgrunnsdata og test-EPD er gjort i henhold til EPD-Norge sine prosedyrer og retningslinjer for verifisering og godkjenning av EPD-verktøy.

Tredjeparts verifikator:

Jane Anderson, Construction LCA
(krever ikke signatur)

Eier av deklarasjonen:

Spenncon AS
Kontaktperson: Britt Blom Marstrander
Telefon: +47 32 11 26 00
e-post: post@spenncon.no

Produsent:

Spenncon AS
Postboks 508
3504 Hønefoss, Norway

Produksjonssted:

Hønefoss
Production site Spenncon COM_ID 18
, Norway

Kvalitet/Miljøsystem:

Sertifisert iht kvalitetsstyringssystem NS-EN ISO 9001 og miljøstyringssystem NS-EN ISO 14001

Org. no.:

No 844 558 082

Godkjent dato:

29.06.2023

Gyldig til:

29.06.2028

Årstall for studien:

2022

Sammenlignbarhet:

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

Utarbeidelse og verifikasjon av miljødeklarasjon:

Deklarasjonen er utarbeidet og verifisert ved bruk av EPD-verktøy Ica.tools ver EPD2022.03, utviklet av LCA.no. EPD-verktøyet er integrert i bedriftens miljøstyringssystem, og godkjent av EPD-Norge NEPDT03

EPD er utarbeidet av: Steinar Røine

Bedriftsspesifikke data og EPD er kontrollert av: Britt Blom Marstrander

Godkjent:

Håkon Hauan, CEO EPD-Norge

Produkt

Produktbeskrivelse:

Hulldekker kan anvendes i alle typer av kontor-, forretnings-, industri-, boligbygg og skoler. Hulldekkene har stor mekanisk styrke og god holdbarhet mot klimapåkjenninger.

Produktspesifikasjon:

Hulldekker i kvalitet B45 M60. Det er benyttet betongsammensetning med klimagassavtrykk på 169 kg CO₂/m³ som tilfredsstillende Lavkarbonklasse Pluss i henhold til Norsk Betongforenings publikasjon nr. 37 (2020).

Elementet inneholder følgende prosentvise fordeling av råmaterialer:

Materialer	kg	%
Metal - Steel	13,00	1,30
Chemical	1,03	0,10
SCM	12,74	1,27
Tilslag	815,00	81,50
Sement	107,25	10,72
Vann	50,99	5,10
Total	1000,00	

Tekniske data:

Betongen er produsert i samsvar med NS-EN-206+NA.
Elementet er produsert i samsvar med NS-EN 13369 og NS-EN 1168.

Markedsområde:

Norge

Levetid, produkt:

50 år

Levetid, bygg eller anlegg:

50 år

LCA: Beregningsregler

Deklarert enhet:

1 tonn Spenncon Hulldekke Lavkarbon Pluss

Cut-off kriterier:

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

Allokering:

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

Datakvalitet:

Spesifikke data for produktsammensetningen er fremskaffet av produsenten. De representerer produksjonen av det deklarererte produktet og ble samlet inn for EPD-utvikling i det oppgitte året for studien. Bakgrunnsdata er basert på EPDer iht. EN 15804 og ulike LCA databaser. Datakvaliteten for råmaterialene i A1 er presentert i tabellen nedenfor.

Materialer	Kilde	Datakvalitet	År
SCM	ecoinvent 3.6	Database	2019
Tilslag	ecoinvent 3.6	Database	2019
Vann	ecoinvent 3.6	Database	2019
Chemical	EPD-EFC-20210198-IBG1-EN	EPD	2021
Metal - Steel	GlobalEPD 001-005	EPD	2021
Sement	NEPD-3948-2907	EPD	2022

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

Produktfase			Sammenstillingsfase		Bruksfase							Sluttfase				Gevinst og belastninger etter endt levetid (D)
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjons/ installasjonsfase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftninger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruk/gjenvinning/ resirkulering-potensiale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	X	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	X	X	X	X	X

Systemgrenser:

Alle prosesser fra råvareuttak til produkt levert i fabrikkport er inkludert i analysen.

Videre er karbonatisering i bruksfasen inkludert, samt rivingsfasen og potensiale etter endt levetid.

Flytskjemaet nedenfor illustrerer systemgrensene for analysen:



Teknisk tilleggsmasjning:

EPDen kan benyttes for følgende hulldekkeelementer med vekt per m² og armeringsmengde som angitt:

HD 200, 255 kg/m² med 5 spenntau

HD 220, 304 kg/m² med 6 spenntau

HD 265, 371 kg/m² med 7 spenntau

HD 285, 421 kg/m² med 8 spenntau

HD 320, 390 kg/m² med 8 spenntau

HD 340, 441 kg/m² med 9 spenntau

Kontakt Spenncon AS for andre høyder eller armeringsmengder.

LCA: Scenarier og annen teknisk informasjon














Følgende informasjon beskriver scenariene for modulene i EPDen.














Karbonatisering i brukstiden er basert på et hulldekke med tykkelse 265 mm som er sparklet på oversiden og ubehandlet på undersiden.

Transport fra produksjonssted til bruker (A4)	Kapasitetsutnyttelse inkl. retur (%)	Distanse (km)	Brennstoff/Energiforbruk	Enhet	Verdi (Liter/tonn)
Lastebil med henger, EURO 6	53,3 %	50	0,023	l/tkm	1,15
Byggefase (A5)					
Fugebetong (kg)	1 kg/DU	107,00			
Anchoring (kg)	kg/DU	0,91			
Avfall, farlig avfall, gjennomsnittsbehandling (kg)	kg/DU	0,01			
Avfall, trevirke, gjennomsnittsbehandling (kg)	kg/DU	1,75			
Diesel (L)	L/DU	0,32			
Elektrisitet, Norge (kWh)	kWh/DU	0,08			
Mørtel (kg)	kg/DU	0,00			
Vann (kg)	kg/DU	4,55			
Monterte produkter i bruk (B1)					
Karbonatisering av betong (kg CO2)	kg/DU	3,30			
Demontering (C1)					
Riving av bygg eller anlegg, per kg betong C1 (kg)	kg/DU	987,00			
Riving av bygg eller anlegg, per kg stål C1 (kg)	kg/DU	13,00			
Transport til avfallsbehandling (C2)					
Lastebil, 16-32 tonnes, HVO, EURO 6 (kgkm)	36,7 %	85	0,043	l/tkm	3,66
Avfallsbehandling (C3)					
Avfallsbehandling av betong etter riving (kg)	kg	632,40			
Materialer for resirkulering (kg)	kg	46,90			
Avfall til sluttbehandling (C4)					
Avfall, betongslam, restbetong, til deponering (kg)	kg	297,60			
Waste, scrap steel, to landfill (kg)	kg	23,10			
Gevinst og belastninger etter endt levetid (D)					
Substitusjon av stål (kg)	kg	22,69			
Substitusjon av steinmaterialer (kg)	kg	632,40			

LCA: Resultater

LCA resultatene er presentert under for enheten som er definert på side 2 av EPD dokumentet.

Miljøpåvirkning (Environmental impact)							
Indikator		Enhet	A1	A2	A3	A4	A5
	GWP-total	kg CO ₂ -eq	7,28E+01	1,92E+00	1,82E+00	4,36E+00	1,54E+01
	GWP-fossil	kg CO ₂ -eq	7,26E+01	1,91E+00	1,72E+00	4,35E+00	1,54E+01
	GWP-biogenic	kg CO ₂ -eq	1,57E-01	1,09E-03	8,83E-02	1,87E-03	1,74E-02
	GWP-luluc	kg CO ₂ -eq	5,74E-02	1,10E-03	1,48E-02	1,33E-03	4,11E-03
	ODP	kg CFC11 -eq	1,85E-06	4,30E-07	2,42E-07	1,05E-06	5,43E-07
	AP	mol H+ -eq	1,34E-01	2,35E-02	2,37E-02	1,40E-02	4,05E-02
	EP-FreshWater	kg P -eq	4,50E-03	2,13E-05	1,39E-04	3,47E-05	1,99E-04
	EP-Marine	kg N -eq	3,73E-02	5,55E-03	9,77E-03	3,07E-03	1,29E-02
	EP-Terrestrial	mol N -eq	4,31E-01	6,20E-02	1,09E-01	3,42E-02	1,45E-01
	POCP	kg NMVOC -eq	1,05E-01	1,78E-02	3,03E-02	1,34E-02	4,14E-02
	ADP-minerals&metals ¹	kg Sb -eq	5,17E-04	5,84E-05	3,84E-05	7,76E-05	7,32E-05
	ADP-fossil ¹	MJ	2,76E+02	3,06E+01	2,19E+01	7,07E+01	7,47E+01
	WDP ¹	m ³	2,68E+03	3,33E+01	1,14E+03	5,42E+01	3,90E+02

Indikator		Enhet	B1	C1	C2	C3	C4	D
	GWP-total	kg CO ₂ -eq	-3,30E+00	4,00E+00	3,31E+00	4,55E-01	1,37E+00	-2,65E+01
	GWP-fossil	kg CO ₂ -eq	-3,30E+00	4,00E+00	3,30E+00	4,49E-01	1,37E+00	-2,64E+01
	GWP-biogenic	kg CO ₂ -eq	0,00E+00	7,50E-04	5,59E-03	3,88E-03	1,17E-03	-4,27E-02
	GWP-luluc	kg CO ₂ -eq	0,00E+00	3,15E-04	5,14E-03	6,21E-04	2,69E-04	-1,22E-02
	ODP	kg CFC11 -eq	0,00E+00	8,64E-07	6,80E-07	8,85E-08	6,69E-07	-1,06E-06
	AP	mol H+ -eq	0,00E+00	4,19E-02	2,31E-02	3,63E-03	1,34E-02	-1,37E-01
	EP-FreshWater	kg P -eq	0,00E+00	1,46E-05	1,21E-04	2,84E-05	1,02E-05	-1,57E-03
	EP-Marine	kg N -eq	0,00E+00	1,85E-02	6,12E-03	1,07E-03	5,03E-03	-3,02E-02
	EP-Terrestrial	mol N -eq	0,00E+00	2,00E-01	6,84E-02	1,23E-02	5,54E-02	-3,16E-01
	POCP	kg NMVOC -eq	0,00E+00	5,57E-02	2,50E-02	3,29E-03	1,58E-02	-1,39E-01
	ADP-minerals&metals ¹	kg Sb -eq	0,00E+00	6,14E-06	4,01E-04	5,70E-06	1,22E-05	-5,59E-04
	ADP-fossil ¹	MJ	0,00E+00	5,51E+01	6,98E+01	1,39E+01	4,43E+01	-2,35E+02
	WDP ¹	m ³	0,00E+00	1,17E+01	2,07E+02	1,54E+03	9,33E+01	1,46E+02







GWP-total = Globalt oppvarmingspotensial totalt; GWP-fossil = Globalt oppvarmingspotensial fossile brensler; GWP-biogenic = Globalt oppvarmingspotensial biogene kilder; GWP-luluc = Globalt oppvarmingspotensial arealbruk og arealbruks endringer; ODP = Potensial for nedbryting av stratosfærisk ozon; AP = Forsurningspotensial for kilder på land og vann; EP = overgjødslingspotensial til ferskvann, hav og jord; POCP = Potensial for fotokjemisk oksidantdannning; ADP-minerals&metals¹ = Abiotisk utarmingspotensial for ikke-fossile ressurser, mineraler og metaller; ADP-fossil¹ = Abiotisk utarmingspotensial for fossile ressurser, fossile brensler; WDP = Utarmingspotensial for vannressurser







¹Leseeksempel: 9,0 E-03 = 9,0*10⁻³ = 0,009"

*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

1. Resultatene av denne miljøpåvirkningsindikatoren skal brukes med forsiktighet ettersom usikkerheten til resultatene er høy eller det er begrenset erfaring med bruk av indikatoren.

Merknad om miljøpåvirkningen

Supplerende indikatorer for miljøpåvirkning							
Indikator	Enhhet	A1	A2	A3	A4	A5	
	PM	Disease incidence	1,08E-06	1,65E-07	1,86E-06	4,00E-07	6,36E-07
	IRP ²	kgBq U235 -eq	2,14E+00	1,26E-01	1,99E-01	3,09E-01	2,05E-01
	ETP-fw ¹	CTUe	1,60E+03	2,57E+01	2,56E+02	5,17E+01	3,53E+02
	HTP-c ¹	CTUh	4,69E-08	0,00E+00	4,01E-09	0,00E+00	1,24E-08
	HTP-nc ¹	CTUh	2,74E-07	2,74E-08	1,07E-07	5,00E-08	1,32E-07
	SQP ¹	dimensionless	-3,93E+00	3,22E+01	3,36E+02	8,11E+01	1,69E+01

Indikator	Enhhet	B1	C1	C2	C3	C4	D	
	PM	Disease incidence	0,00E+00	5,07E-06	7,65E-07	5,82E-08	2,85E-07	-2,35E-06
	IRP ²	kgBq U235 -eq	0,00E+00	2,40E-01	2,28E-01	2,34E-01	1,92E-01	-1,35E-01
	ETP-fw ¹	CTUe	0,00E+00	3,01E+01	1,02E+02	9,88E+00	2,19E+01	-1,42E+03
	HTP-c ¹	CTUh	0,00E+00	1,00E-09	0,00E+00	6,32E-10	6,41E-10	-1,21E-07
	HTP-nc ¹	CTUh	0,00E+00	2,80E-08	1,70E-07	8,85E-09	1,28E-08	2,58E-06
	SQP ¹	dimensionless	0,00E+00	6,69E+00	1,30E+02	7,89E+00	1,62E+02	3,99E+01











PM = Partikkelutslipp; IRP = Ioniserende stråling (helseeffekt); ETP-fw = Økotoksisitet (ferskvann); HTP-c = Toksisitet påvirkning på mennesker, kreft; HTP-nc = Toksisitet påvirkning på mennesker, andre effekter enn kreft; SQP = Påvirkninger knyttet til arealbruksendringer / jordkvalitet











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

*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

1. Resultatene av denne miljøpåvirkningsindikatoren skal brukes med forsiktighet ettersom usikkerheten til resultatene er høy eller det er begrenset erfaring med bruk av indikatoren.

2. Denne påvirkningskategorien omhandler hovedsakelig den eventuelle effekten av lavdose ioniserende stråling på menneskers helse i atombrenselcyklusen. Den tar ikke hensyn til effekter på grunn av mulige atomulykker, yrkesmessig eksponering eller på grunn av fjerning av radioaktivt avfall i underjordiske anlegg. Potensiell ioniserende stråling fra jorda, fra radon og fra noen byggematerialer måles heller ikke av denne indikatoren.




Ressursbruk (Resource use)							
Indikator	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	
 PERE	MJ	9,49E+01	5,44E-01	2,16E+02	8,90E-01	1,86E+01	
 PERM	MJ	1,20E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,46E-02	
 PERT	MJ	9,50E+01	5,44E-01	2,16E+02	8,90E-01	1,87E+01	
 PENRE	MJ	3,43E+02	3,06E+01	2,19E+01	7,07E+01	7,29E+01	
 PENRM	MJ	5,93E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,94E+00	
 PENRT	MJ	3,49E+02	3,06E+01	2,19E+01	7,07E+01	7,49E+01	
 SM	kg	2,70E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,24E+00	
 RSF	MJ	9,51E+01	1,81E-02	9,75E-02	3,11E-02	1,77E+01	
 NRSF	MJ	1,35E+02	7,06E-02	1,13E-01	1,04E-01	2,68E+01	
 FW	m ³	1,36E+00	4,82E-03	4,96E-01	8,05E-03	1,99E-01	




Indikator	Enhet	B1	C1	C2	C3	C4	D
 PERE	MJ	0,00E+00	3,00E-01	3,16E+00	7,18E+00	6,82E-01	-2,28E+01
 PERM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
 PERT	MJ	0,00E+00	3,00E-01	3,16E+00	7,18E+00	6,82E-01	-2,28E+01
 PENRE	MJ	0,00E+00	5,51E+01	6,98E+01	1,40E+01	4,43E+01	-2,36E+02
 PENRM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
 PENRT	MJ	0,00E+00	5,51E+01	6,98E+01	1,40E+01	4,43E+01	-2,36E+02
 SM	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,20E-02	1,17E-02	1,18E+01
 RSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	1,03E-01	1,45E-01	1,41E-02	7,84E-01
 NRSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	3,54E-01	-9,01E-03	4,05E-02	2,61E+01
 FW	m ³	0,00E+00	2,83E-03	2,85E-02	2,39E-02	5,28E-02	-9,52E-01

PERE = Fornybar primærenergi brukt som energibærer; PERM = Fornybar primærenergi brukt som råmateriale; PERT = Total bruk av fornybar primærenergi; PENRE = Ikke fornybar primærenergi brukt som energibærer; PENRM = Ikke fornybar primærenergi brukt som råmateriale; PENRT = Total bruk av ikke fornybar primærenergi; SM = Bruk av sekundære materialer; RSF = Bruk av fornybart sekundære brensel; NRSF = Bruk av ikke fornybart sekundære brensel; FW = Netto bruk av ferskvann.

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

*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)






Livsløpets slutt - Avfall (End of life - Waste)							
Indikator		Enhet	A1	A2	A3	A4	A5
	HWD	kg	2,43E-02	2,09E-03	2,34E-01	3,87E-03	2,78E-02
	NHWD	kg	2,10E+00	2,43E+00	2,94E+01	6,15E+00	1,13E+00
	RWD	kg	2,38E-03	1,92E-04	1,39E-04	4,83E-04	4,96E-04






Indikator		Enhet	B1	C1	C2	C3	C4	D
	HWD	kg	0,00E+00	1,62E-03	9,79E-03	1,39E-03	1,34E-03	-1,36E-01
	NHWD	kg	0,00E+00	6,52E-02	1,04E+01	4,40E-02	3,21E+02	-1,04E+01
	RWD	kg	0,00E+00	3,82E-04	2,79E-04	1,47E-04	3,02E-04	-1,25E-04

HWD = Avhendet farlig avfall; NHWD = Avhendet ikke-farlig avfall; RWD = Avhendet radioaktivt avfall

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

*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

Livsløpets slutt - Utgangsfaktorer (End of life - Output flow)							
Indikator		Enhet	A1	A2	A3	A4	A5
	CRU	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	MFR	kg	4,70E-01	0,00E+00	3,58E+00	0,00E+00	9,59E-01
	MER	kg	3,12E-02	0,00E+00	1,02E-05	0,00E+00	3,58E-03
	EEE	MJ	2,67E-02	0,00E+00	7,14E-01	0,00E+00	7,62E-01
	EET	MJ	4,04E-01	0,00E+00	1,08E+01	0,00E+00	1,15E+01

Indikator		Enhet	B1	C1	C2	C3	C4	D
	CRU	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	MFR	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,79E+02	1,08E-02	1,18E+01
	MER	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,46E-03	1,40E-04	-3,58E-02
	EEE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,50E-03	1,02E-03	-1,91E-02
	EET	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,78E-02	1,55E-02	-2,88E-01

CRU = Komponenter for gjenbruk, MFR Materialer for resirkulering, MER = Materialer for energigjenvinning, EEE = Eksportert elektrisk energi; EET = Eksportert termisk energi

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

*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

Informasjon om innholdet av biogent karbon		
Indikator	Enhet	Ved port
Innhold av biogent karbon i produkt	kg C	0,00E+00
Innhold av biogent karbon i emballasjen	kg C	3,28E-03

Merk: 1 kg biogent karbon tilsvarer 44/12 kg CO2

Tilleggskrav

Klimagassutslipp fra bruk av elektrisitet i produksjonsfasen

Nasjonal produksjonsmiks fra import, lavspenning (inkludert produksjon av overføringslinjer, i tillegg til direkte utslipp og tap i nett) er brukt for anvendt elektrisitet i produksjonsprosessen (A3). Bakgrunnsdata er presentert i tabellen under. Karakteriseringsfaktorer fra EN15804:2012+A2:2019 er benyttet.

Electricity mix	Data source	Amount	Enhet
Elektrisitet, Norge (kWh)	ecoinvent 3.6	24,33	g CO ₂ -eq/kWh

Farlige stoffer

Produktet er ikke tilført stoffer fra REACH Kandidatliste eller den norske prioritetslisten.

Inneklima

Produktet har ingen påvirkning på inneklima.

Ytterligere miljøinformasjon

Ytterligere indikatorer for miljøpåvirkning nødvendig i NPCR Part A for construction products							
Indikator	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	
GWPIOBC	kg CO ₂ -eq	7,09E+01	1,92E+00	1,29E+00	4,36E+00	1,29E+01	
Indikator	Enhet	B1	C1	C2	C3	C4	D
GWPIOBC	kg CO ₂ -eq	0,00E+00	4,00E+00	3,31E+00	0,00E+00	0,00E+00	-3,89E+01

GWPI-IOBC: Globalt oppvarmingspotensial beregnet etter prinsippet om umiddelbar oksidasjon. For å øke tydeligheten av biogent karbonbidrag til klimapåvirkning, kreves indikatoren GWP-IOBC da den erklærer klimapåvirkninger beregnet i henhold til prinsippet om øyeblikkelig oksidasjon. GWP-IOBC er også referert til som GWP-GHG i sammenheng med svensk lov om offentlige anskaffelser.

Bibliografi

NS-EN ISO 14025:2010 Miljømerker og deklarasjoner - Miljødeklarasjoner type III - Prinsipper og prosedyrer.

NS-EN ISO 14044:2006 Miljøstyring - Livsløpsvurderinger - Krav og retningslinjer.

NS-EN 15804:2012+A2:2019 Bærekraftig byggverk - Miljødeklarasjoner - Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer.

ISO 21930:2017 Sustainability in buildings and civil engineering works - Core rules for environmental product declarations of construction products and services.

ecoinvent v3, Allocation, cut-off by classification, Swiss Centre of Life Cycle Inventories.

Iversen et al., (2021) eEPD v2021.09 Background information for EPD generator tool system verification, LCA.no rapportnummer: : 07.21.

Vold et al., (2022) EPD generator for concrete and concrete elements

Background information for EPD generator application and LCA data, LCA.no report number: 06.22

NPCR Part A: Construction products and services. Ver. 2.0. April 2021, EPD-Norge.

NPCR 020 Part B for concrete and concrete elements, Ver. 3.0, 20.09.2021, EPD Norway.

 epd-norge Global program operatør	Programoperatør og utgiver Næringslivets Stiftelse for miljødeklarasjoner Postboks 5250 Majorstuen, 0303 Oslo, Norge	Telefon: +47 23 08 80 00 e-post: post@epd-norge.no web: www.epd-norge.no
	Eier av deklarasjonen: Spenncon AS Postboks 508, 3504 Hønefoss	Telefon: +47 32 11 26 00 e-post: post@spenncon.no web: http://spenncon.no/
	Forfatter av livsløpsrapporten LCA.no AS Dokka 6B, 1671	Telefon: +47 916 50 916 e-post: post@lca.no web: www.lca.no
	Utvikler av EPD-generator LCA.no AS Dokka 6B,1671 Kråkerøy	Telefon: +47 916 50 916 e-post: post@lca.no web: www.lca.no
	ECO Platform ECO Portal	web: www.eco-platform.org web: ECO Portal

Environmental product declaration

in accordance with ISO 14025 and EN 15804+A2

Spenncon Hulldekke Lavkarbon Ekstrem



CONSOLIS
SPENNCON

Næringslivets Stiftelse for
miljødeklarasjoner

Eier av deklarasjonen:

Spenncon AS

Produkt:

Spenncon Hulldekke Lavkarbon Ekstrem

Deklarert enhet:

1 tonne

Deklarasjonen er basert på PCR:

EN 15804:2012+A2:2019 tjener som kjerne-PCR
NPCR 020:2021 Part B for Concrete and concrete
elements

Programoperatør:

Næringslivets Stiftelse for
miljødeklarasjoner

Deklarasjonsnummer:

NEPD-5643-4940-NO

Publiseringsnummer:

NEPD-5643-4940-NO

Godkjent dato: 22.12.2023

Gyldig til: 22.12.2028

EPD Software:

LCA.no EPD generator ID: 175359

Generell informasjon

Produkt

Spenncon Hulldekke Lavkarbon Ekstrem

Programoperatør:

Postboks 5250 Majorstuen, 0303 Oslo, Norge
Næringslivets Stiftelse for miljødeklarasjoner
Telefon: +47 23 08 80 00
web: post@epd-norge.no

Deklarasjonsnummer:

NEPD-5643-4940-NO

Deklarasjonen er basert på PCR:

EN 15804:2012+A2:2019 tjener som kjerne-PCR
NPCR 020:2021 Part B for Concrete and concrete elements

Erklæring om ansvar:

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

Deklarert enhet:

1 tonn Spenncon Hulldekke Lavkarbon Ekstrem

Deklarert enhet med opsjon:

A1,A2,A3,A4,A5,C1,C2,C3,C4,D

Funksjonell enhet:

Ett tonn armert hulldekke.

Generelt om verifikasjon av EPD fra verktøy:

Uavhengig verifikasjon av data, annen miljøinformasjon og EPD er foretatt etter ISO 14025:2010, kapittel 8.1.3 og 8.1.4. Verifikasjon av hver EPD foretas i henhold til EPD-Norge sine retningslinjer for verifikasjon og godkjenning som krever at EPD-verktøy er i) integrert i bedriftens miljøstyringssystem, ii) prosedyrer for bruk av EPD-verktøy er godkjent av EPD-Norge og iii) prosessen gjennomgås årlig av en uavhengig 3.parts verifikator. Se vedlegg G i EPD-Norge sine retningslinjer for mer informasjon om EPD-verktøy.

Verifikasjon av EPD-verktøy:

Uavhengig tredjepartsverifikasjon av verktøy, bakgrunnsdata og test-EPD er gjort i henhold til EPD-Norge sine prosedyrer og retningslinjer for verifisering og godkjenning av EPD-verktøy.

Tredjeparts verifikator:

Jane Anderson, Construction LCA Ltd

(krever ikke signatur)

Eier av deklarasjonen:

Spenncon AS
Kontaktperson: Britt Blom Marstrander
Telefon: +47 32 11 26 00
e-post: post@spenncon.no

Produsent:

Spenncon AS
Postboks 508
3504 Hønefoss, Norway

Produksjonssted:

Hønefoss
Production site Spenncon COM_ID 18
, Norway

Kvalitet/Miljøsystem:

Sertifisert iht kvalitetsstyringssystem NS-EN ISO 9001 og miljøstyringssystem NS-EN ISO 14001

Org. no.:

No 844 558 082

Godkjent dato: 22.12.2023

Gyldig til: 22.12.2028

Årstall for studien:

2022

Sammenlignbarhet:

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

Utarbeidelse og verifikasjon av miljødeklarasjon:

Deklarasjonen er utarbeidet og verifisert ved bruk av EPD-verktøy lca.tools ver EPD2022.03, utviklet av LCA.no. EPD-verktøyet er integrert i bedriftens miljøstyringssystem, og godkjent av EPD-Norge NEPDT03

EPD er utarbeidet av: Morten Karlsrud

Bedriftsspesifikke data og EPD er kontrollert av: Britt Blom Marstrander

Godkjent:



Håkon Hauan, CEO EPD-Norge

Produkt

Produktbeskrivelse:

Huldekker kan anvendes i alle typer av kontor-, forretnings-, boligbygg og skoler. Huldekkene har stor mekanisk styrke og god holdbarhet mot klimapåkjenninger.

Produktspesifikasjon:

Det er benyttet betongsammensetning med klimagassavtrykk på 128 kg CO₂/m³ som tilfredsstiller Lavkarbonklasse Ekstrem i henhold til Norsk Betongforenings publikasjon nr. 37.

Elementet inneholder følgende prosentvise fordeling av råmaterialer:

Materialer	kg	%
Chemical	0,55	0,06
Metal - Steel	13,00	1,30
SCM	43,25	4,33
Sement	80,32	8,03
Tilslag	812,27	81,23
Vann	50,60	5,06
Total	1000,00	

Tekniske data:

Betongen er produsert i samsvar med NS-EN-206+NA.
Elementet er produsert i samsvar med NS-EN 13369 og NS-EN 1168.

Markedsområde:

Norge

Levetid, produkt:

50 år

Levetid, bygg eller anlegg:

50 år

LCA: Beregningsregler

Deklarert enhet:

1 tonn Spenncon Hulldekke Lavkarbon Ekstrem

Cut-off kriterier:

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

Allokering:

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

Datakvalitet:

Spesifikke data for produktsammensetningen er fremskaffet av produsenten. De representerer produksjonen av det deklarererte produktet og ble samlet inn for EPD-utvikling i det oppgitte året for studien. Bakgrunnsdata er basert på EPDer iht. EN 15804 og ulike LCA databaser. Datakvaliteten for råmaterialene i A1 er presentert i tabellen nedenfor.

Materialer	Kilde	Datakvalitet	År
SCM	ecoinvent 3.6	Database	2019
Tilslag	ecoinvent 3.6	Database	2019
Vann	ecoinvent 3.6	Database	2019
Chemical	EPD-EFC-20210198-IBG1-EN	EPD	2021
Metal - Steel	GlobalEPD 001-005	EPD	2021
SCM	MD-20026-DA	EPD	2020
Sement	NEPD-3948-2907	EPD	2022

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

Produktfase			Sammenstillingsfase		Bruksfase							Sluttfase				Gevinst og belastninger etter endt levetid (D)
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjons/ installasjonsfase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftninger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruk/gjenvinning/ resirkulering-potensiale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	MNR	X	X	X	X	X

Systemgrenser:

Alle prosesser fra råvareuttak til montert produkt er inkludert i analysen.

Videre er rivingsfasen og potensiale etter endt levetid inkludert.

Flytskjemaet nedenfor illustrerer systemgrensene for analysen:



Teknisk tilleggsinformasjon:

EPDen kan benyttes for følgende hulldekkeelementer med vekt per m² og armeringsmengde som angitt:

HD 200, 255 kg/m² med 5 spenntau

HD 220, 304 kg/m² med 6 spenntau

HD 320, 390 kg/m² med 8 spenntau

HD 340, 441 kg/m² med 9 spenntau

Kontakt Spenncon AS for andre høyder eller armeringsmengder.

LCA: Scenarier og annen teknisk informasjon














Følgende informasjon beskriver scenariene for modulene i EPDen.

Det er lagt til grunn 50 km transport til byggeplass.

Transport fra produksjonssted til bruker (A4)	Kapasitetsutnyttelse inkl. retur (%)	Distanse (km)	Brennstoff/Energiforbruk	Enhet	Verdi (Liter/tonn)
Lastebil med henger, EURO 6	53,3 %	50	0,023	l/tkm	1,15
Byggefase (A5)					
	Enhet	Verdi			
	1 kg/DU	107,00			
Anchoring (kg)	kg/DU	0,91			
Avfall, farlig avfall, gjennomsnittsbehandling (kg)	kg/DU	0,01			
Avfall, trevirke, gjennomsnittsbehandling (kg)	kg/DU	1,75			
Diesel (L)	L/DU	0,32			
Elektrisitet, Norge (kWh)	kWh/DU	0,08			
Mørtel (kg)	kg/DU	0,00			
Vann (kg)	kg/DU	4,55			
Demontering (C1)					
	Enhet	Verdi			
Riving av bygg eller anlegg, per kg betong C1 (kg)	kg/DU	987,00			
Riving av bygg eller anlegg, per kg stål C1 (kg)	kg/DU	13,00			
Transport til avfallsbehandling (C2)					
Transport til avfallsbehandling (C2)	Kapasitetsutnyttelse inkl. retur (%)	Distanse (km)	Brennstoff/Energiforbruk	Enhet	Verdi (Liter/tonn)
Lastebil med henger, EURO 6	53,3 %	85	0,023	l/tkm	1,96
Avfallsbehandling (C3)					
	Enhet	Verdi			
Avfallsbehandling av betong etter riving (kg)	kg	671,16			
Materialer for resirkulering (kg)	kg	8,71			
Avfall til sluttbehandling (C4)					
	Enhet	Verdi			
Avfall, betongslam, restbetong, til deponering (kg)	kg	315,84			
Waste, scrap steel, to landfill (kg)	kg	4,29			
Gevinst og belastninger etter endt levetid (D)					
	Enhet	Verdi			
Substitusjon av stål (kg)	kg	4,21			
Substitusjon av steinmaterialer (kg)	kg	671,16			

LCA: Resultater

LCA resultatene er presentert under for enheten som er definert på side 2 av EPD dokumentet.

Miljøpåvirkning (Environmental impact)												
Indikator	Enhhet	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D	
	GWP-total	kg CO ₂ -eq	5,69E+01	2,50E+00	2,17E+00	4,36E+00	1,54E+01	4,00E+00	7,41E+00	4,83E-01	1,37E+00	-6,21E+00
	GWP-fossil	kg CO ₂ -eq	5,67E+01	2,50E+00	2,07E+00	4,35E+00	1,54E+01	4,00E+00	7,40E+00	4,77E-01	1,37E+00	-6,17E+00
	GWP-biogenic	kg CO ₂ -eq	1,43E-01	8,62E-04	8,83E-02	1,87E-03	1,74E-02	7,50E-04	3,17E-03	4,12E-03	1,17E-03	-3,32E-02
	GWP-luluc	kg CO ₂ -eq	5,69E-02	9,36E-04	1,48E-02	1,33E-03	4,11E-03	3,15E-04	2,26E-03	6,59E-04	2,69E-04	-3,12E-03
	ODP	kg CFC11-eq	1,74E-06	5,60E-07	3,19E-07	1,05E-06	5,43E-07	8,64E-07	1,79E-06	9,40E-08	6,67E-07	-4,27E-07
	AP	mol H ⁺ -eq	1,14E-01	3,62E-02	2,74E-02	1,40E-02	4,05E-02	4,19E-02	2,38E-02	3,86E-03	1,34E-02	-3,69E-02
	EP-FreshWater	kg P -eq	4,38E-03	1,50E-05	1,41E-04	3,47E-05	1,99E-04	1,46E-05	5,89E-05	3,01E-05	1,02E-05	-3,26E-04
	EP-Marine	kg N -eq	3,13E-02	8,31E-03	1,14E-02	3,07E-03	1,29E-02	1,85E-02	5,22E-03	1,13E-03	5,02E-03	-9,57E-03
	EP-Terrestrial	mol N -eq	3,63E-01	9,31E-02	1,27E-01	3,42E-02	1,45E-01	2,00E-01	5,82E-02	1,30E-02	5,53E-02	-1,05E-01
	POCP	kg NMVOC-eq	8,98E-02	2,57E-02	3,52E-02	1,34E-02	4,14E-02	5,57E-02	2,29E-02	3,49E-03	1,58E-02	-3,81E-02
	ADP-minerals&metals ¹	kg Sb -eq	5,11E-04	3,16E-05	3,89E-05	7,76E-05	7,32E-05	6,14E-06	1,32E-04	6,05E-06	1,21E-05	-2,16E-04
	ADP-fossil ¹	MJ	2,36E+02	3,71E+01	2,67E+01	7,07E+01	7,47E+01	5,51E+01	1,20E+02	1,48E+01	4,42E+01	-6,50E+01
	WDP ¹	m ³	2,47E+03	2,12E+01	1,14E+03	5,42E+01	3,90E+02	1,17E+01	9,22E+01	1,63E+03	9,31E+01	-9,79E+02







GWP-total = Globalt oppvarmingspotensial totalt; GWP-fossil = Globalt oppvarmingspotensial fossile brensler; GWP-biogenic = Globalt oppvarmingspotensial biogene kilder; GWP-luluc = Globalt oppvarmingspotensial arealbruk og arealbruks endringer; ODP = Potensial for nedbryting av stratosfærisk ozon; AP = Forsuringspotensial for kilder på land og vann; EP = overgjødslingspotensial til ferskvann, hav og jord; POCP = Potensial for fotokjemisk oksidantdannning; ADP-minerals&metals = Abiotisk utarmingspotensial for ikke-fossile ressurser, mineraler og metaller; ADP-fossil = Abiotisk utarmingspotensial for fossile ressurser, fossile brensler; WDP = Utarmingspotensial for vannressurser

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

*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

1. Resultatene av denne miljøpåvirkningsindikatoren skal brukes med forsiktighet ettersom usikkerheten til resultatene er høy eller det er begrenset erfaring med bruk av indikatoren.

Merknad om miljøpåvirkningen











Supplerende indikatorer for miljøpåvirkning												
Indikator	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D	
 PM	Disease incidence	9,98E-07	1,35E-07	1,96E-06	4,00E-07	6,36E-07	5,07E-06	6,80E-07	6,17E-08	2,85E-07	-6,79E-07	
 IRP ²	kgBq U235 -eq	2,09E+00	1,61E-01	2,20E-01	3,09E-01	2,05E-01	2,40E-01	5,26E-01	2,48E-01	1,92E-01	-2,22E-01	
 ETP-fw ¹	CTUe	1,24E+03	2,46E+01	2,58E+02	5,17E+01	3,53E+02	3,01E+01	8,79E+01	1,05E+01	2,19E+01	-2,85E+02	
 HTP-c ¹	CTUh	4,66E-08	0,00E+00	4,11E-09	0,00E+00	1,24E-08	1,00E-09	0,00E+00	6,71E-10	6,41E-10	-2,36E-08	
 HTP-nc ¹	CTUh	2,65E-07	1,69E-08	1,10E-07	5,00E-08	1,32E-07	2,80E-08	8,50E-08	9,40E-09	1,28E-08	4,52E-07	
 SQP ¹	dimensionless	-8,30E+00	2,92E+01	3,37E+02	8,11E+01	1,69E+01	6,69E+00	1,38E+02	8,37E+00	1,61E+02	5,61E+01	

PM = Partikkelutslipp; IRP = Ioniserende stråling (helseeffekt); ETP-fw = Økotoksisitet (ferskvann); HTP-c = Toksisitet påvirkning på mennesker, kreft; HTP-nc = Toksisitet påvirkning på mennesker, andre effekter enn kreft; SQP = Påvirkninger knyttet til arealbruksendringer / jordkvalitet

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

*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)




1. Resultatene av denne miljøpåvirkningsindikatoren skal brukes med forsiktighet ettersom usikkerheten til resultatene er høy eller det er begrenset erfaring med bruk av indikatoren.
2. Denne påvirkningskategorien omhandler hovedsakelig den eventuelle effekten av lavdose ioniserende stråling på menneskers helse i atombrenselsyklusen. Den tar ikke hensyn til effekter på grunn av mulige atomulykker, yrkesmessig eksponering eller på grunn av fjerning av radioaktivt avfall i underjordiske anlegg. Potensiell ioniserende stråling fra jorda, fra radon og fra noen byggematerialer måles heller ikke av denne indikatoren.

Ressursbruk (Resource use)												
Indikator	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D	
 PERE	MJ	7,90E+01	3,73E-01	2,16E+02	8,90E-01	1,86E+01	3,00E-01	1,51E+00	7,62E+00	6,81E-01	-9,25E+00	
 PERM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,46E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	
 PERT	MJ	7,90E+01	3,73E-01	2,16E+02	8,90E-01	1,87E+01	3,00E-01	1,51E+00	7,62E+00	6,81E-01	-9,25E+00	
 PENRE	MJ	3,05E+02	3,71E+01	2,68E+01	7,07E+01	7,29E+01	5,51E+01	1,20E+02	1,48E+01	4,42E+01	-6,64E+01	
 PENRM	MJ	3,20E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,94E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	
 PENRT	MJ	3,09E+02	3,71E+01	2,68E+01	7,07E+01	7,49E+01	5,51E+01	1,20E+02	1,48E+01	4,42E+01	-6,64E+01	
 SM	kg	1,99E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,24E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	
 RSF	MJ	7,12E+01	1,29E-02	9,81E-02	3,11E-02	1,77E+01	0,00E+00	5,29E-02	0,00E+00	1,41E-02	4,30E-02	
 NRSF	MJ	1,01E+02	5,62E-02	1,22E-01	1,04E-01	2,68E+01	0,00E+00	1,77E-01	0,00E+00	4,04E-02	4,75E+00	
 FW	m ³	1,23E+00	3,19E-03	4,96E-01	8,05E-03	1,99E-01	2,83E-03	1,37E-02	2,54E-02	5,27E-02	-9,65E-01	

PERE = Fornybar primærenergi brukt som energibærer; PERM = Fornybar primærenergi brukt som råmateriale; PERT = Total bruk av fornybar primærenergi; PENRE = Ikke fornybar primærenergi brukt som energibærer; PENRM = Ikke fornybar primærenergi brukt som råmateriale; PENRT = Total bruk av ikke fornybar primærenergi; SM = Bruk av sekundære materialer; RSF = Bruk av fornybart sekundære brensel; NRSF = Bruk av ikke fornybart sekundære brensel; FW = Netto bruk av ferskvann.

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






*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

Livsløpets slutt - Avfall (End of life - Waste)												
Indikator	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D	
	HWD	kg	2,24E-02	1,77E-03	2,34E-01	3,87E-03	2,78E-02	1,62E-03	6,58E-03	1,48E-03	0,00E+00	-3,04E-02
	NHWD	kg	1,97E+00	2,10E+00	2,94E+01	6,15E+00	1,13E+00	6,52E-02	1,05E+01	4,67E-02	3,20E+02	-2,09E+00
	RWD	kg	2,00E-03	2,56E-04	1,73E-04	4,83E-04	4,96E-04	3,82E-04	8,21E-04	1,57E-04	0,00E+00	-1,93E-04

HWD = Avhendet farlig avfall; NHWD = Avhendet ikke-farlig avfall; RWD = Avhendet radioaktivt avfall

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

*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

Livsløpets slutt - Utgangsfaktorer (End of life - Output flow)												
Indikator	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D	
	CRU	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	
	MFR	kg	4,00E-01	0,00E+00	3,58E+00	0,00E+00	9,59E-01	0,00E+00	0,00E+00	6,80E+02	0,00E+00	0,00E+00
	MER	kg	0,00E+00	0,00E+00	1,02E-05	0,00E+00	3,58E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	EEE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	7,14E-01	0,00E+00	7,62E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	EET	MJ	0,00E+00	0,00E+00	1,08E+01	0,00E+00	1,15E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

CRU = Komponenter for gjenbruk, MFR Materialer for resirkulering, MER = Materialer for energigjenvinning, EEE = Eksportert elektrisk energi; EET = Eksportert termisk energi

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

*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

Informasjon om innholdet av biogent karbon		
Indikator	Enhet	Ved port
Innhold av biogent karbon i produkt	kg C	0,00E+00
Innhold av biogent karbon i emballasjen	kg C	0,00E+00

Merk: 1 kg biogent karbon tilsvarer 44/12 kg CO₂

Tilleggskrav

Klimagassutslipp fra bruk av elektrisitet i produksjonsfasen

Nasjonal produksjonsmiks fra import, lavspenning (inkludert produksjon av overføringslinjer, i tillegg til direkte utslipp og tap i nett) er brukt for anvendt elektrisitet i produksjonsprosessen (A3). Bakgrunnsdata er presentert i tabellen under. Karakteriseringsfaktorer fra EN15804:2012+A2:2019 er benyttet.

Electricity mix	Data source	Amount	Enhet
Elektrisitet, Norge (kWh)	ecoinvent 3.6	24,33	g CO ₂ -eq/kWh

Farlige stoffer

Produktet er ikke tilført stoffer fra REACH Kandidatliste eller den norske prioritetslisten.

Inneklima

Produktet har ingen påvirkning på inneklima.

Ytterligere miljøinformasjon

Ytterligere indikatorer for miljøpåvirkning nødvendig i NPCR Part A for construction products

Indikator	Enhet	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4	D
GWPIOBC	kg CO ₂ -eq	5,66E+01	2,50E+00	1,64E+00	4,36E+00	1,29E+01	4,00E+00	7,41E+00	4,77E-01	1,37E+00	-8,59E+00

GWP-IOBC: Globalt oppvarmingspotensial beregnet etter prinsippet om umiddelbar oksidasjon. For å øke tydeligheten av biogent karbonbidrag til klimapåvirkning, kreves indikatoren GWP-IOBC da den erklærer klimapåvirkninger beregnet i henhold til prinsippet om øyeblikkelig oksidasjon. GWP-IOBC er også referert til som GWP-GHG i sammenheng med svensk lov om offentlige anskaffelser.

Bibliografi

NS-EN ISO 14025:2010 Miljømerker og deklarasjoner - Miljødeklarasjoner type III - Prinsipper og prosedyrer.
 NS-EN ISO 14044:2006 Miljøstyring - Livsløpsvurderinger - Krav og retningslinjer.
 NS-EN 15804:2012+A2:2019 Bærekraftig byggverk - Miljødeklarasjoner - Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer.
 ISO 21930:2017 Sustainability in buildings and civil engineering works - Core rules for environmental product declarations of construction products and services.
 ecoinvent v3, Allocation, cut-off by classification, Swiss Centre of Life Cycle Inventories.
 Iversen et al., (2021) eEPD v2021.09 Background information for EPD generator tool system verification, LCA.no rapportnummer: : 07.21.
 Vold et al., (2022) EPD generator for concrete and concrete elements
 Background information for EPD generator application and LCA data, LCA.no report number: 06.22
 NPCR Part A: Construction products and services. Ver. 2.0. April 2021, EPD-Norge.
 NPCR 020 Part B for concrete and concrete elements, Ver. 3.0, 20.09.2021, EPD Norway.

 epd-norge <small>Global program operatør</small>	Programoperatør og utgiver Næringslivets Stiftelse for miljødeklarasjoner Postboks 5250 Majorstuen, 0303 Oslo, Norge	Telefon: +47 23 08 80 00 e-post: post@epd-norge.no web: www.epd-norge.no
	Eier av deklarasjonen: Spenncon AS Postboks 508, 3504 Hønefoss	Telefon: +47 32 11 26 00 e-post: post@spenncon.no web: http://spenncon.no/
	Forfatter av livsløpsrapporten LCA.no AS Dokka 6B, 1671	Telefon: +47 916 50 916 e-post: post@lca.no web: www.lca.no
	Utvikler av EPD-generator LCA.no AS Dokka 6B,1671 Kråkerøy	Telefon: +47 916 50 916 e-post: post@lca.no web: www.lca.no
	ECO Platform ECO Portal	web: www.eco-platform.org web: ECO Portal

ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804

Eier av deklarasjonen:

Program operatør:

Utgiver:

Deklarasjon nummer:

Publiserings nummer:

ECO Platform registreringsnummer:

Godkjent dato:

Gyldig til:

Moelven Limtre AS

Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner

Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner

ÞÓÚÖÉÍÍÍÉÉÞÚ

ÞÓÚÖÉÍÍÍÉÉÞÚ

È

€€€ €€€

€€€ €€€

Prosjektlimtre

Moelven Limtre AS

www.epd-norge.no



Generell informasjon

Produkt:

Prosjektlimtre

Program operatør:

Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
Postboks 5250 Majorstuen, 0303 Oslo
Tlf: +47 22 11 00 00
e-post: post@epd-norge.no

Deklarasjon nummer:

POUØE111E€EPU

ECO Platform registreringsnummer:

E

Deklarasjonen er basert på PCR:

CEN Standard EN 15804 tjener som kjerne PCR
NPCR015 Wood and wood-based products for use in
construction (08/2013)

Erklæringen om ansvar:

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

Deklarert enhet:

Produksjon av 1 m3 limtre av gran

Deklarert enhet med opsjon:

Funksjonell enhet:

1 m3 limtre av gran fra vugge-til-grav med en referanselevetid
på 60 år.

Verifikasjon:

Uavhengig verifikasjon av deklarasjonen og data, i henhold til
ISO 14025:2010

internt

eksternt

Tredjeparts verifikator:

Oddbjørn Dahlstrøm

Oddbjørn Dahlstrøm, Asplan Viak AS
(Uavhengig verifikator godkjent av EPD Norge)

Eier av deklarasjonen:

Moelven Limtre AS
Kontakt person: Kato Sveen
Tlf: +47 908 59 468
e-post: kato.sveen@moelven.no

Produsenter:

Moelven Limtre AS, Moelv
Lundemovegen 1
2391 Moelv
Norge

Produksjonssted:

Moelv, Norge

Kvalitet/Miljøsystem:

ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, PEFC ST 2002:2013

Org. no.:

913 711 300

Godkjent dato:

€€€ €€€€

Gyldig til:

€€€ €€€€

Årstall for studien:

2017-2018

Sammenlignbarhet:

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

Miljødeklarasjonen er utarbeidet av:

Lars G. F. Tellnes

Lars G. F. Tellnes  Østfoldforskning

Godkjent

Håkon Hauan
Håkon Hauan
Daglig leder av EPD-Norge

Produkt

Produktbeskrivelse:

Limtre er oppbygd av trelameller som er sammenbundet med lim. Fiberretningen i lamellene går parallelt med bjelkens lengderetning. Bruksområde er takbjelker, kantbjelker, bjelkelag, sperrer, hallkonstruksjoner, bruer.

Tekniske data:

GL30c styrkeklasse. Produsert etter EN 14080:2013 og med en fuktighet på 12 %. Limtre har i EN 14080:2013 en densitet på 470 kg/m³, men gjennomsnittlig er densiteten for limtre av gran cirka 425 kg/m³.

Produktspesifikasjon:

Prosjektlimtre lages etter skreddersydde dimensjoner for spesifikke byggeprosjekter.

Markedsområde:

Norge og Sverige

Materialer	kg	%
Trevirke av gran, tørrvekt	375	88,37
Vann, i trevirke	45	10,60
Lim, tørrvekt	4,37	1,03
Totalt for produktet	424,37	100
Plastemballasje	0,71	
Totalt med emballasje	425,08	

Levetid:

Referanselevetid er den samme som for byggverket, som regel settes denne til 60 år.

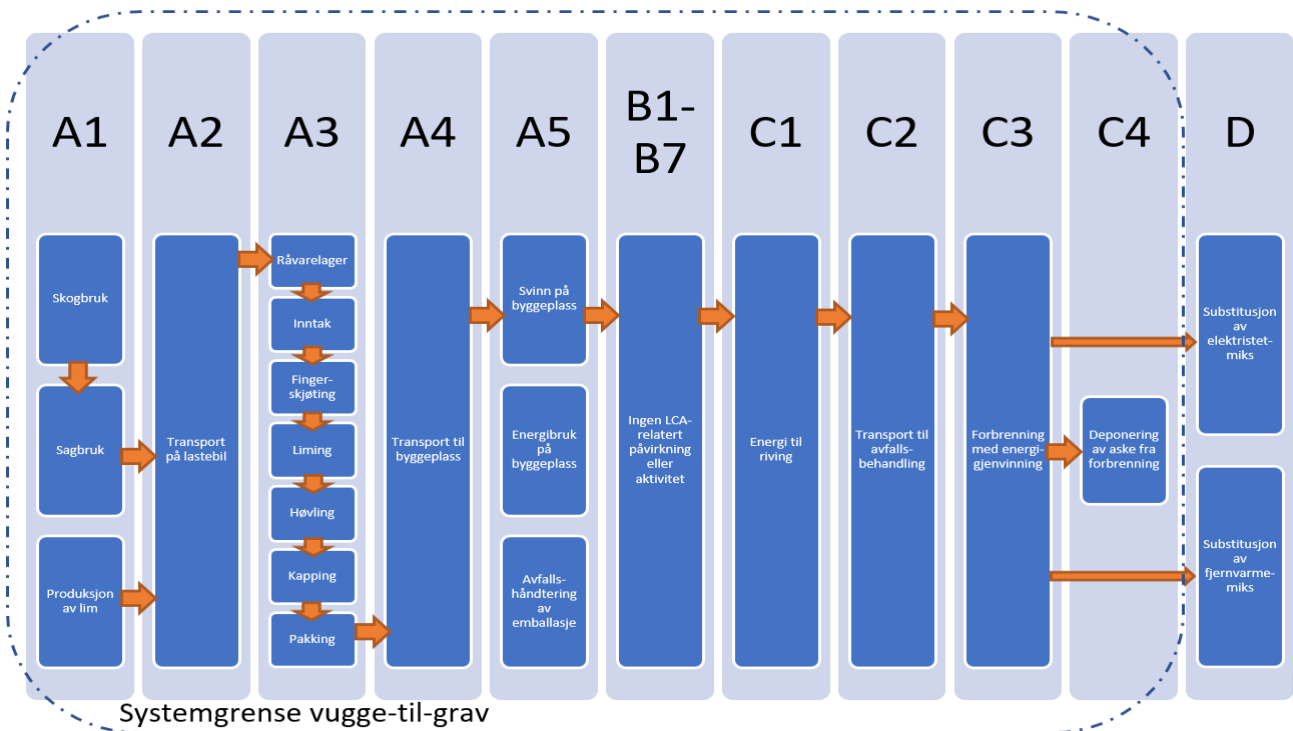
LCA: Beregningsregler

Deklarert enhet:

Produksjon av 1 m³ limtre av gran

Systemgrenser:

Flytskjema for systemgrensene er vist under for livsløpet til limtre.



Datakvalitet:

Data for produksjonen av limtre ble hentet inn i 2017 og representerer et snitt for 2016. Data for skurlast er hentet fra norsk EPD (NEPD-307-179), med data representativt for 2013, men hvor skogbruk andre oppstrøms generiske data er oppdatert. Skogbruk er basert på norske data fra 2010. Data for produksjon av lim er hentet fra de spesifikke leverandørene og representativt for 2014. Andre data er hentet fra Ecoinvent v3.4 som ble lansert i 2017. Data for fjernvarme er hentet fra Statistisk sentralbyrå og er representative for et gjennomsnitt i 2015.

Allokering:

Allokering er gjort i henhold til bestemmelser i EN 15804. Inngående energi, vann, avfall og internt transport er allokert etter volum mellom alle produktene. Påvirkning for primærproduksjonen av resirkulerte materialer er allokert til hovedproduktet der materialet ble brukt. For sagbruk er produksjonen delt opp i underprosesser og i hver underprosess er det brukt økonomisk allokering. For skogbruk er det brukt økonomisk allokering mellom sagtømmer og massevirke for skogskjøtsel og avvirkning.

Cut-off kriterier:

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

Beregning av biogent karbon:

Opptak og utslipp av karbondioksid fra biologisk opphav er beregnet basert på NS-EN 16485:2014. Denne metoden er basert på modularitetsprinsippet i EN 15804:2012, og hvor utslipp skal telles med i den livsløpsmodulen hvor det faktisk skjer. Mengden karbondioksid er beregnet i henhold til NS-EN 16449:2014. Trevirke kommer fra bærekraftig skogbruk og er sporbarhetssertifisert. Med en tørrvekt på 375 kg/m³ for limtre, så vil karboninnholdet omregnet til karbondioksid gi 687,5 kg CO₂ per m³ trevirke.

LCA: Scenarier og annen teknisk informasjon

Følgende informasjonen beskriver scenariene for modulene i EPDen.

For prosjektlimtre, så antas det at produktet fraktes direkte fra fabrikk til byggeplass på stor lastebil og det er antatt en typisk avstand på 200 km.

Transport fra produksjonssted til bruker (A4)

Type	Kapasitetsutnyttelse inkl. retur (%)	Kjøretøytype	Distanse km	Brennstoff/ Energiforbruk	Enhet
Bil	53	EURO6, >32 tonn	200	0,02	l/tkm
Bil					l/tkm

I byggfasen er det antatt et behov for 1 MJ elektrisitet på byggeplassen, men ingen svinn eller emballasjeavfall.

Produktet har emisjoner til innemiljø deklart under inneklimate, men ingen LCA-relatert miljøpåvirkning i bruk.

Byggfase (A5)

	Enhet	Verdi
Hjelpematerialer	kg	0
Vannforbruk	m ³	0
Elektrisitetsforbruk	kWh	0,278
Andre energikilder	MJ	0
Materialtap	kg	0
Materialer fra avfallsbehandling	kg	0
Støv i luften	kg	0

Montert produkter i bruk (B1)

	Enhet	Verdi
LCA-relatert utslipp under bruk	kg	0

Produktet krever normalt ingen vedlikehold eller reparasjon.

Produktet krever normalt ingen utskifting i byggets levetid.

Vedlikehold (B2)/Reparasjon (B3)

	Enhet	Verdi
Vedlikeholdsfrekvens*		0
Hjelpematerialer	kg	0
Andre ressurser	kg	0
Vannforbruk	m ³	0
Elektrisitetsforbruk	kWh	0
Andre energikilder	MJ	0
Materialtap	kg	0

Produktet har ingen energi og vannforbruk i drift.

Utskifting (B4)/Renovering (B5)

	Enhet	Verdi
Utskiftingsfrekvens*		0
Elektrisitetsforbruk	kWh	0
Utskifting av slitte deler	kg	0

* Tall eller referanselevetid

Limtre sorteres som blandet treavfall på byggeplass og behandles normalt med energigjenvinning.

Drifts energi (B6) og vannbruk (B7)

	Enhet	Verdi
Vannforbruk	m ³	0
Elektrisitetsforbruk	kWh	0
Andre energikilder	MJ	0
Utstyrets varmeeffekt	kW	0

Sluttfase (C1, C3, C4)

	Enhet	Verdi
Farlig avfall	kg	0
Blandet avfall	kg	424,37
Gjenbruk	kg	0
Resirkulering	kg	0
Energigjenvinning	kg	424,37
Til deponi	kg	0

Transporten av treavfall er basert på gjennomsnittsavstand for 2007 i Norge og utgjør 85 km (Raadal et al. (2009)).

Transport avfallsbehandling (C2)

Type	Kapasitetsutnyttelse inkl. retur (%)	Kjøretøytype	Distanse km	Brennstoff/ Energiforbruk	Enhet
Bil		Uspesifisert	85	0,045	l/tkm
Jernbane					

Gevinsten av eksportert energi fra energigjenvinning i kommunalt avfallsanlegg er beregnet med erstatning av norsk el-miks og norsk fjernvarmemiks. Data for el-miks er samme som brukt i A1-A3 og fjernvarmemiks er basert på produksjonen i 2015.

Gevinst og belastninger etter endt levetid (D)

	Enhet	Verdi
Substitusjon av elektrisitet	MJ	618
Substitusjon av fjernvarme	MJ	4251

LCA: Resultater

Resultatene for global oppvarming i de ulike module gir stort bidrag fra opptak og utslipp av biogent karbon. Netto bidrag fra biogent karbon i hver modul er vist på side 8.

Systemgrenser (X = inkludert, MID = modul ikke deklart, MIR = modul ikke relevant)

Produktfase			Konstruksjon installasjon fase		Bruksfase							Sluttfase				Etter endt levetid
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjon installasjon fase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftinger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruk-gjenvinning-resirkulering-potensiale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Miljøpåvirkning

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5
GWP	kg CO ₂ -ekv	-6,16E+02	7,07E+00	8,68E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ODP	kg CFC11-ekv	1,08E-05	1,45E-06	8,15E-10	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
POCP	kg C ₂ H ₄ -ekv	4,24E-02	1,08E-03	1,93E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
AP	kg SO ₂ -ekv	5,13E-01	1,80E-02	4,02E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EP	kg PO ₄ ³⁻ -ekv	9,23E-02	2,48E-03	9,70E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ADPM	kg Sb-ekv	2,23E-04	1,44E-05	1,41E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ADPE	MJ	1,01E+03	1,23E+02	9,54E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Miljøpåvirkning

Parameter	Unit	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP	kg CO ₂ -ekv	0,00E+00	0,00E+00	8,68E-03	4,63E+00	6,97E+02	5,60E-03	-3,04E+01
ODP	kg CFC11-ekv	0,00E+00	0,00E+00	8,15E-10	8,55E-07	4,96E-07	2,42E-09	-3,42E-06
POCP	kg C ₂ H ₄ -ekv	0,00E+00	0,00E+00	1,93E-06	7,72E-04	4,07E-03	1,73E-06	-1,53E-02
AP	kg SO ₂ -ekv	0,00E+00	0,00E+00	4,02E-05	1,81E-02	1,00E-01	3,80E-05	-1,51E-01
EP	kg PO ₄ ³⁻ -ekv	0,00E+00	0,00E+00	9,70E-06	3,17E-03	2,65E-02	6,73E-06	-3,85E-02
ADPM	kg Sb-ekv	0,00E+00	0,00E+00	1,41E-07	1,30E-05	8,81E-06	8,14E-09	-5,88E-05
ADPE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	9,54E-02	7,49E+01	1,27E+02	2,16E-01	-4,12E+02

GWP Globalt oppvarmingspotensial; ODP Potensial for nedbryting av stratosfærisk ozon; POCP Potensial for fotokjemisk oksidantdannning; AP Forsurningspotensial for kilder på land og vann; EP Overgjødslingspotensial; ADPM Abiotisk uttømmingspotensial for ikke-fossile ressurser; ADPE Abiotisk uttømmingspotensial for fossile ressurser

Ressursbruk

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5
RPEE	MJ	3,21E+03	2,05E+00	1,14E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
RPEM	MJ	7,11E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
TPE	MJ	1,03E+04	2,05E+00	1,14E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRPE	MJ	1,09E+03	1,27E+02	1,58E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRPM	MJ	9,96E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
TRPE	MJ	1,19E+03	1,27E+02	1,58E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
SM	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
RSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
W	m ³	6,76E+00	2,74E-02	8,46E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Ressursbruk

Parameter	Unit	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
RPEE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	1,14E+00	9,61E-01	7,12E+03	3,55E-03	-2,47E+03
RPEM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-7,11E+03	0,00E+00	0,00E+00
TPE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	1,14E+00	9,61E-01	1,58E+00	3,55E-03	-2,47E+03
NRPE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	1,58E-01	7,61E+01	1,21E+02	2,22E-01	-4,97E+02
NRPM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-7,08E+01	0,00E+00	0,00E+00
TRPE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	1,58E-01	7,61E+01	5,02E+01	2,22E-01	-4,97E+02
SM	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
RSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
W	m ³	0,00E+00	0,00E+00	8,46E-03	1,49E-02	2,22E-01	2,60E-04	-1,02E+01

RPEE Fornybar primærenergi brukt som energibærer; RPEM Fornybar primærenergi brukt som råmateriale; TPE Total bruk av fornybar primærenergi; NRPE Ikke fornybar primærenergi brukt som energibærer; NRPM Ikke fornybar primærenergi brukt som råmateriale; TRPE Total bruk av ikke fornybar primærenergi; SM Bruk av sekundære materialer; RSF Bruk av fornybart sekundære brensel; NRSF Bruk av ikke fornybart sekundære brensel; W Netto bruk av ferskvann

Livsløpets slutt - Avfall

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5
HW	kg	4,01E+01	1,04E+01	7,28E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NHW	kg	1,42E-03	6,06E-05	1,93E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
RW	kg	6,24E-03	8,40E-04	9,72E-07	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Livsløpets slutt - Avfall

Parameter	Unit	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
HW	kg	0,00E+00	0,00E+00	7,28E-03	4,48E+00	4,61E+00	8,16E-01	-1,04E+01
NHW	kg	0,00E+00	0,00E+00	1,93E-07	4,40E-05	1,29E-04	7,36E-08	-5,24E-04
RW	kg	0,00E+00	0,00E+00	9,72E-07	4,83E-04	1,36E-04	1,39E-06	-2,08E-03

HW Avhendet farlig avfall; NHW Avhendet ikke-farlig avfall; RW Avhendet radioaktivt avfall

Livsløpets slutt - Utgangsfaktorer

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5
CR	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MR	kg	4,42E-01	0,00E+00	7,10E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MER	kg	7,85E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ	4,93E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ETE	MJ	3,39E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

Livsløpets slutt - Utgangsfaktorer

Parameter	Unit	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
CR	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MR	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MER	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,18E+02	0,00E+00	-6,18E+02
ETE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,25E+03	0,00E+00	-4,25E+03

CR-komponenter for gjenbruk, MR Materialer for resirkulering, MER Materialer for energigjenvinning, EEE Eksportert elektrisk energi; ETE Eksportert termisk energi

Lese eksempel: $9,0 \text{ E-03} = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$

Norske tilleggskrav

Klimagassutslipp fra bruk av elektrisitet i produksjonsfasen

Nasjonal markedsmix (produksjonsmix plus import) på lavspenning er anvendt for elektrisitetsbruk i produksjonprosessen (A3). Markedsmix inkluderer i tillegg til elektrisitetsproduksjon også livsløpet av overføringslinjer, direkte utslipp fra nettet og tap i nettet.

Data kilde	Mengde	Enhet
Ecoinvent v3.4 (oktober 2017)	0,0312	kg CO ₂ -ekv/kWh

Farlige stoffer

- Produktet inneholder ingen stoffer fra REACH Kandidatliste eller den norske prioritetslisten
- Produktet inneholde stoffer som er under 0,1 vekt% på REACH Kandidatliste
- Produktet inneholde stoffer fra REACH Kandidatliste eller den norske prioritetslisten, se tabell under Spesifikke norske krav.
- Produktet inneholder ingen stoffer på REACH Kandidatliste eller den norske prioritetslisten. Produktet kan karakteriseres som farlig avfall (etter Avfallsforsikten, Vedlegg III), se tabell under Spesifikke norske krav.

Navn	CAS no.	Mengde

Transport

Det er ingen transport fra produksjon til sentrallager.

Inneklima

Limtrebjelk av gran har blitt testet for emisjoner av totalt flykte oragniske forbindelser (TVOC), formaldehyd og ammoniakk. Resultatene etter 28 dager viser en emisjonshastighet på 0.04 mg/m²h for TVOC, <0.033 mg/m²h for formaldehyd og <0.005 mg/m²h. I følge den finske innklimaklassifiseringen av byggematerialer fra Rakennustieto, så vil dette ligge i klassen M1. Resultatene har også blitt vurdert til å oppfylle kravene til E1 i NS-EN 717-1:2004 med en beregnet formaldehydemisjon på <0.009 mg/m³. Dokumentasjon av testresultater kan fås på forespørsel til Moelven limtre AS.

Klimadeklarasjon

For å øke transparensten til beregning av klimapåvirkning og biogent karbon, så er det inkludert flere indikatorer fra livsløpsinventaret og bidragsanalyse for miljøpåvirkning.

Indikatorer for biogent karbon fra livsløpsinventaret er presentert for produktet og emballasjen i tabellen under. Disse er beregnet i henhold til tabell E.4 fra Annex E i ISO 21930:2017.

Livsløpsinventar for biogent karbon i produktet og emballasje

Parameter	Enhet	A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4
Opptak og utslipp assosiert med biogent karboninnhold i biobasert produkt	kg CO ₂	-6,88E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,88E+02	0,00E+00
Opptak og utslipp assosiert med biogent karboninnhold i biobasert emballasje	kg CO ₂	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

I beregning av klimapåvirkning, så er indikatoren for GWP blitt delt opp her i underindikatorer i tabellen under. I beregninger som ikke inkluderer hele livsløpet, så skal da indikatoren "GWP - umiddelbar oksidasjon av biogent karbon" anvendes. Denne indikatoren beregner alt utslippet av karbondioksid fra forbrenning av trevirke i modul A1-A3, selv om selve utslippet skjer i andre moduler som A5 og C3.

Underindikatorer for bidraget fra biogent karbon til klimapåvirkning

Parameter	Enhet	A1-A3	A4	A5	C1	C2	C3	C4
GWP - umiddelbar oksidasjon av biogent karbon	kg CO ₂ -ekv	7,20E+01	7,07E+00	8,68E-03	8,68E-03	4,63E+00	9,98E+00	5,60E-03
GWP - bidrag fra biogent karbon i materialene	kg CO ₂ -ekv	-6,88E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	6,88E+02	0,00E+00
GWP - total	kg CO ₂ -ekv	-6,16E+02	7,07E+00	8,68E-03	8,68E-03	4,63E+00	6,97E+02	5,60E-03

Bibliografi

NS-EN ISO 14025:2010	<i>Miljømerker og deklarasjoner - Miljødeklarasjoner type III - Prinsipper og prosedyrer.</i>
NS-EN ISO 14044:2006	<i>Miljøstyring - Livsløpsvurderinger - Krav og retningslinjer</i>
NS-EN 15804:2012+A1:2013	<i>Bærekraftig byggverk - Miljødeklarasjoner - Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer</i>
ISO 21930:2007	<i>Sustainability in building construction - Environmental declaration of building products</i>
ISO 21930:2017	<i>Bærekraftige bygninger og anlegg - Grunnleggende produktkategoriregler for miljødeklarasjoner for byggevarer og tjenester</i>
Tellnes & Ruttenborg (2018)	<i>LCA-report for Moelven Limtre AS. Report nr. 325077-1 from Norwegian Institute of Wood Technology, Oslo, Norway</i>
NPCR015 rev. 1	<i>Product category rules for wood and wood-based products for use in construction</i>
Ecoinvent v3.4	<i>Swiss Centre of Life Cycle Inventories. www.ecoinvent.ch</i>
NS-EN 16449:2014	<i>Tre og trebaserte produkter - Beregning av biogent karboninnhold i tre og omdanning til karbondioksid</i>
NS-EN 16485:2014	<i>Tømmer og skurlast - Miljødeklarasjoner - Produktkategoriregler for tre og trebaserte produkter til bruk i byggverk</i>
NS-EN 14080:2013	<i>Trekonstruksjoner - Limtre og limt laminert heltre - Krav</i>
Raadal et al. (2009).	<i>Raadal, H. L., Modahl, I. S. & Lyng, K-A. (2009). Klimaregnskap for avfallshåndtering, Fase I og II. Oppdragsrapport nr 18.09 fra Østfoldforskning, Norge</i>
Rakennustiето	<i>Emission Classification of Building Materials. The Building Information Foundation RTS (Rakennustiето). Helsinki, Finland.</i>
NS-EN 717-1:2004	<i>Trebaserte platematerialer - Bestemmelse av formaldehydutslipp - Del 1: Formaldehydutslipp ved kammermetode</i>
NEPD-307-179:2015	<i>Miljødeklarasjon for skurlast av gran eller furu for Treindustrien. EPD-Norge.</i>
ISO 9001:2015	<i>Ledelsessystemer for kvalitet - Krav</i>
ISO 14001:2015	<i>Ledelsessystemer for miljø - Spesifikasjon med veiledning</i>
PEFC ST 2002:2013	<i>Chain of Custody of Forest Based Products</i>

 epd-norge.no The Norwegian EPD Foundation	Program operatør og utgiver Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner Postboks 5250 Majorstuen, 0303 Oslo Norge	Tlf: +47 21 11 40 40 e-post: post@epd-norge.no web: www.epd-norge.no
	 Eier av deklarasjonen Moelven Limtre AS Postboks 143, 2391 Moelv Norge	Tlf: +47 62 33 40 00 Fax: +47 62 33 40 01 e-post: post.limtre@moelven.no web: www.moelven.no
 Østfoldforskning	Forfatter av Livssyklusrapporten Lars G. F. Tellnes Østfoldforskning AS, Stadion 4 1671 Kråkerøy, Norge	Tlf: +47 69 35 11 00 Fax: +47 69 34 24 94 e-post: post@ostfoldforskning.no web: www.ostfoldforskning.no

D Klimagassutslipp referanseverdier

Om utslippsfaktorer brukt i modellbyggene

Referansenivåene som beregnes for de ulike bygningskategoriene er basert på beregnede referansenivåer fra en studie utført for Enova¹ i 2020. Referansenivåene er beregnet på bakgrunn av modellbygg. Her vises utslippsfaktorene som er brukt til beregningene for modellbyggene. Kolonnen "Referanse" angir utslippsfaktorene som ligger til grunn for referansenivåene. Her er det er hovedsakelig benyttet samme utslippsfaktorer som i Carbon Designer i OneClick LCA, der disse er representative.

I kolonnen "lavutslipp" vises utslippsfaktorene som er brukt for å definere "lavutslippsbyggene" i Enova-studien. Dette representerer de mest klimavennlige materialene på markedet (per 2020). Disse lavutslippsbyggene er brukt som utgangspunkt for å definere utslippsrammene for nivå Spydspiss i kriterieveiviseren (se nærmere forklaring i veilederen). Fullstendig dokumentasjon for utslippsfaktorer og modellbygg finnes i Enova-rapporten.

¹⁾ Klimavennlige byggematerialer, potensial for utslippskutt og barrierer mot bruk, Enova SF, 2020

https://www.enova.no/download?objectPath=upload_images/A8F136D1308844CCA1CD3DA65647B5A7.pdf&filename=Klimavennlige%20byggematerialer.%20Potensial%20for%20utslippskutt%20og%20barrierer%20mot%20bruk.16.10.2020.pdf

Materiale	Referanse	Enhet	Kommentar	Lavutslipp (spydspiss)	Enhet	Kommentar
Armering, spenn	2,68	kg CO2 ekv/kg		1,04	kg CO2 ekv/kg	
Armeringsstål	0,62	kg CO2 ekv/kg		0,36	kg CO2 ekv/kg	
Avrettingsmasse	0,47	kg CO2 e/kg		0,13	kg CO2 e/kg	
Betong, B35	330	kg CO2 ekv/m3	Bransjereferanse	120	kg CO2 ekv/m3	
Betong, B45	360	kg CO2 ekv/m3	Bransjereferanse	130	kg CO2 ekv/m3	
Betong, hulldekke, B35	330	kg CO2 ekv/m3	Bransjereferanse	120	kg CO2 ekv/m3	
EPS, 80, 16 kg/m3	71,0	kg CO2 e/m3	EPS 80, 16 kg/m3	Ingen endring fra referanse		
Flislim	0,47	kg CO2 e/kg		0,00	kg CO2 e/kg	Utgår ved overgang til vinyl
Gipsplate, gulv, 13 mm	2,89	kg CO2 ekv/m2		1,59	kg CO2 ekv/m2	
Gipsplate, standard	2,89	kg CO2 ekv/m2		1,59	kg CO2 ekv/m2	
Hulldekke	63,7	kg CO2 ekv/m2	Bransjeref, standard spennarm	kg CO2 ekv/m2		
Innerdør	30,0	kg CO2 e/m2		Ingen endring fra referanse		
Kjeramisk flis	16,9	kg CO2 e/m2		5,29	kg CO2 e/m2	Overgang til vinyl
Konstruksjonsstål, hulprofil	3,62	kg CO2 ekv/kg		2,50	kg CO2 ekv/kg	
Konstruksjonsstål, valseprofil	2,08	kg CO2 ekv/kg		0,60	kg CO2 ekv/kg	
Limtre	43,4	kg CO2 e/m3		Ingen endring fra referanse		
Linoleum	2,89	kg CO2 e/m2		Ingen endring fra referanse		
Massivtre	172	kg CO2 e/m3		Ingen endring fra referanse		
Mineralull, innervegg	35,0	kg CO2 ekv/m3	Snitt av Paroc og Rockwool	12,9	kg CO2 ekv/m3	
Mineralull, trykkfast tak	222	kg CO2 ekv/m3	Steinull, 80 kg/m3	Ingen endring fra referanse		
Mineralull, yttervegg	50,0	kg CO2 ekv/m3	Stenull, 50 kg/m3	14,6	kg CO2 ekv/m3	
Mørtel, tegl	17,3	kg CO2 e/m2		1,99	kg CO2 e/m2	Overgang til trekledning

OSB plate	5,04	kg CO2 e/m2		1,10	kg CO2 e/m2	25mm massivtre
Parkett	9,18	kg CO2 e/m2		2,89	kg CO2 e/m2	Overgang til linoleum
Pukk	3,13E-03	kg CO2 e/kg		Ingen endring fra referanse		
Sponplater, 667 kg/m3	4,31	kg CO2 e/m3	Antar 22 mm tykkelse	1,10	kg CO2 e/m3	25mm massivtre
Takstein	11,1	kg CO2 e/m2		2,08	kg CO2 e/m2	Overgang til tretak
Tegl	31,1	kg CO2 e/m2		1,99	kg CO2 e/m2	Overgang til trekledning
Teppe	9,08	kg CO2 e/m2		3,55	kg CO2 e/m2	
Trinnlydsplate, glassull, 20 mm	1,76	kg CO2 e/m2		Ingen endring fra referanse		
Utvendig GU-X	1,71	kg CO2 ekv/m2		Ingen endring fra referanse		
Utvendig kledning, maling	0,61	kg CO2 e/m2		0	kg CO2 e/m2	Utvendig maling utgår
Utvendig kledning, tre	5,42	kg CO2 e/m2	Antar 21 mm tykkelse	1,99	kg CO2 e/m2	
Vindu	1,99	kg CO2 e/kg		Ingen endring fra referanse		
Vinyl	6,75	kg CO2 e/m2		5,29	kg CO2 e/m2	

Om modellbyggene bak referansenivåene

Geometrien for modellbyggene er basert på Sintefs modellbygg, som også er kjent som "SINTEF-kassa". Denne ble første gang utviklet i 2003, men de ble noe revidert i 2006, i forbindelse med arbeidet med å fastsette energirammekrav i revidert TEK 97 (disse kravene omtales ofte som TEK 07, noe som formelt sett ikke er korrekt). I ettertid har disse modellbyggene blitt brukt i noe omarbeidet form for reviderte energikrav i forskriftene (TEK 10, TEK 17), samt i passivhusstandardene (NS 370x) mm.

SINTEF skriver at «Bygningsmodellene lagt til grunn for foreliggende forslag til energirammer er basert på en kompakt og energieffektiv bygningsform».

Følgende inndata gjelder for modellbyggberegningene som ligger til grunn for referansenivåene i kriterieveiviserens verktøy.

Bygnings-kategori	Grunnflate m ²	Antall etasjer	Oppvarmet areal m ²	Bruttoareal m ²	Areal-andel vinduer/dører av oppvarmet areal
Boligblokk	300 (10x30)	3	900	986	25 %
Kontorbygg	1200 (20 x 60)	3	3600	3800	25 %
Skolebygning	1200 (20 x 60)	2	2400	2534	25 %
Forretningsbygning	1200 (20 x 60)	3	3600	3768	25 %
Sykehjem	1200 (20 x 60)	2	2400	2560	25 %
Småhus	80 (10 x 8)	2	160	191	25 %

