



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Bacheloroppgave

IB303312 – Bacheloroppgave byggingeniør

Dimensjonering og materialvalg med hensyn til klimagassutslipp

Kandidatnumre: 10001, 10036 og 10041

Antall sider inkludert forsiden/vedlegg: 417

Innlevert NTNU i Ålesund, 20.05.2019

Postadresse
NTNU i Ålesund
Postboks 1517
N-6025 Ålesund

Besøksadresse
Larsgårdsvegen 2
Internett
www.ntnu.no

Telefon
73 59 50 00
Epostadresse
postmottak@ntnu.no

Bankkonto
7694 05 00636
Foretaksregisteret
NO 974 767 880

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

<i>Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:</i>		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none"> ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands. ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt. ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt. har alle referansene oppgitt i litteraturlisten. ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse. 	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§14 og 15.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens studieforskrift §31	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 20

Veileder: Max Ingar Mørk

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HIM med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved NTNU i Ålesund en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja nei

Er oppgaven unntatt offentlighet?

ja nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13/Fvl. §13](#))

Dato: 20.05.2019

Dimensjonering og materialvalg med hensyn til klimagassutslipp.

I denne oppgaven har vi sett på det nye mediehuset som skal bygges ved Høgskolen i Volda. Vi har fokusert på to forskjellige muligheter for materialvalg i bygget. Det som er prosjektert fra PEAB K. Nordang sin side er en løsning basert på betongkonstruksjoner, vi har vurdert en tilnærmet løsningen opp mot en løsning bestående av mest mulig massivtre. Vurderingen er gjort i et livsløpsperspektiv med fokus på lavest mulig utslipp av CO₂-ekvivalenter. Vi har også vurdert hvilke utfordringer og fordeler en løsning i massivtre vil gi.

Utarbeidet av:

- Anders Utvær
- Joachim Sætren
- Kim Andre Dagsland



Figur 0-1 Mediehus Volda(egenprodusert)

FORORD

Denne oppgaven er utarbeidet ved NTNU i Ålesund vårsemesteret 2019. Den markerer avslutningen på et treårig studieløp innenfor bachelorstudiet i byggingeniør - konstruksjon. Oppgaven er gjennomført i samarbeid med PEAB K. Nordang. Bakgrunnen for innholdet er interesse for den miljøpåvirkningen som kommer fra forskjellige materialer. Byggebransjen har i dag blitt mer og mer påvirket av miljøspørsmålene, og vi ser at stadig flere byggherrer ønsker at deres prosjekt skal bidra til et bedre miljø.

Et aktuelt prosjekt hos bedriften ble valgt som case for rapporten, og vi har med dette tatt bakgrunn i tegningene fra arkitekten av det nye mediehuset i Volda. Her har byggherre satt krav om at bygget skal ha 25 % mindre klimagassutslipp i forhold til et referansebygg generert etter gjeldene teknisk forskrift. Bygget skal i tillegg ha passivhus standard. Oppgaven går ut på å velge materialer innenfor gjeldene krav. Materialenes klimagassutslipp skal beregnes helt fra råmaterialet blir omdannet, transportert og satt i bruk, samt riving av den gjeldende bygningen.

En spesiell takk rettes til:

- Max Ingar Mørk, veileder ved NTNU i Ålesund
- Elise Kristin Gjermundrød, HR-sjef hos PEAB K. Nordang
- Ola Molnes Blindheim, anlegg-/prosjektleder hos PEAB K. Nordang
- Vegard Solheim, kalkulasjonsleder hos PEAB K. Nordang
- Øystein Rønningen, sivilingeniør konstruksjon hos PEAB K. Nordang

Ålesund 20.05.2019

Anders Utvær

Anders Utvær

Joachim Sætren

Joachim Sætren

Kim Andre Dagsland

Kim Andre Dagsland

Innhold

FORORD	5
SAMMENDRAG	15
ABSTRACT	16
TERMINOLOGI	17
BEGREPER.....	17
NOTASJON	17
SYMBOLER.....	FEIL! BOKMERKE ER IKKE DEFINERT.
FORKORTELSER	17
1 INNLEDNING	19
1.1 BAKGRUNN	19
1.2 FORMÅL OG PROBLEMSTILLING	19
1.2.1 <i>Forsknings spørsmål:</i>	19
1.3 AVGRENSNINGER	20
1.4 RAPPORTENS OPPBYGGING	21
1.5 OM PROSJEKTET	22
1.5.1 <i>Mediearealer</i>	23
1.5.2 <i>Universell utforming</i>	23
1.5.3 <i>Prosjektets målsetning</i>	24
1.5.4 <i>Anskaffelse og kontraktsform</i>	24
1.5.5 <i>Studiebygden Volda</i>	25
2 TEORETISK GRUNNLAG	26
2.1 LIVSLØPSANALYSE	26
2.2 REFERANSEBYGG	27
2.3 SOLCELLER	27
2.3.1 <i>Bærekraft</i>	28
2.3.2 <i>Noen fordeler og ulemper med solceller</i>	28
2.4 MASSIVTRE.....	28
2.4.1 <i>Massivtreets hovedkategorier</i>	29
2.4.2 <i>Tekniske installasjoner</i>	29
2.4.3 <i>Brannmotstand, risiko- og brannklasser</i>	30
2.4.4 <i>Lydforhold</i>	31
2.5 BETONG	32
2.5.1 <i>Spennarmert betong</i>	32
2.5.2 <i>Plasstøpte etterspente konstruksjoner</i>	33
2.5.3 <i>Brannmotstand</i>	34
2.5.4 <i>Lydforhold</i>	35

2.5.5	<i>Betongklasser</i>	36
2.6	PASSIVHUS	38
2.6.1	<i>Fordeler med passivhus</i>	38
2.6.2	<i>Konsekvenser for passivhus</i>	38
2.6.3	<i>Attesting av passivhus</i>	39
2.6.4	<i>Fremgangsmåte for bestemmelse av kuldebroverdi</i>	44
2.6.5	<i>Fremgangsmåte for beregning av U-verdi</i>	46
2.6.6	<i>Fremgangsmåte for beregning av varmetapstall for transmisjons og infiltrasjonsvarmetap</i>	50
2.7	LASTGRUNNLAGET	53
2.7.1	<i>Brukgrensetilstand</i>	53
2.7.2	<i>Bruddgrensetilstand</i>	53
2.7.3	<i>Permanente laster</i>	56
2.7.4	<i>Ulykkeslaster</i>	56
2.7.5	<i>Arealreduksjon</i>	58
2.7.6	<i>Etasjereduksjon</i>	58
2.7.7	<i>Pålitelighetsklasse</i>	59
2.8	EKSEMPLER PÅ ENERGISPARENDE TILTAK I PROSJEKTER	60
2.8.1	<i>Scandic Portalen</i>	60
2.8.2	<i>Brynseng skole</i>	60
2.8.3	<i>Powerhouse Brattørkaia</i>	60
3	MATERIALER OG METODE	62
3.1	LITTERATURSTUDIER	62
3.2	BEFARING	63
3.3	DATA	63
3.3.1	<i>AutoCAD</i>	63
3.3.2	<i>Revit</i>	63
3.3.3	<i>Lumion</i>	63
3.3.4	<i>Eurocode Express</i>	63
3.3.5	<i>Calculatis</i>	64
3.3.6	<i>One Click LCA</i>	64
3.4	FREMGANGSMÅTE	65
3.4.1	<i>Modellering</i>	65
3.4.2	<i>Valg av materialer</i>	65
3.4.3	<i>Lastgrunnlag</i>	65
3.4.4	<i>Dimensjonering</i>	66
3.4.5	<i>Referansebygg i Carbon-designer</i>	66
3.4.6	<i>Passivhusstandard</i>	67
3.4.7	<i>Analyse i OneClick LCA</i>	67
4	RESULTATER MASSIVTRE	67

4.1	BÆRESYSTEM	69
4.1.1	Dimensjonering stål	69
4.1.2	Dimensjonering tre.....	77
4.2	YTTERVEGGER.....	84
4.2.1	Oppbygging.....	84
4.2.2	U-verdi	85
4.3	YTTERVEGGER MOT TERRENG.....	86
4.3.1	Oppbygging.....	86
4.3.2	U-verdi	86
4.4	TAK.....	87
4.4.1	Oppbygging.....	87
4.4.2	Dimensjonering.....	88
4.4.3	U-verdi	90
4.5	ETASJESKILLER.....	90
4.5.1	Oppbygging.....	90
4.5.2	Dimensjonering.....	91
4.5.3	Lyd.....	95
4.6	GULV MOT FRILUFT.....	95
4.6.1	Oppbygging.....	95
4.6.2	Dimensjonering.....	96
4.6.3	U-verdi	98
4.7	GULV PÅ GRUNN	98
4.7.1	Oppbygging.....	98
4.7.2	U-verdi	99
4.8	VINDUER OG GLASSFASADE	99
4.8.1	Materialvalg.....	99
4.8.2	U-verdi	100
4.9	BEREGNING OG RESULTATER FOR VARMETAPSTALL $H''_{TR,INF}$ FOR TRANSMISJONS- OG INFILTRASJONSVARMETAP.....	100
4.9.1	Direkte varmetap.....	100
4.9.2	Varmetap til uoppvarmede soner	104
4.9.3	Varmetap mot grunnen.....	105
4.9.4	Infiltrasjonsvarmetap	106
4.9.5	Resultat varmetapstall.....	106
4.10	KLIMAGASSREGNSKAP.....	107
4.10.1	Alternativ 1.....	107
4.10.2	Alternativ 2.....	112
5	RESULTATER BETONG.....	117
5.1	BÆRESYSTEM	117
5.1.1	Søyle.....	117

5.2	YTTERVEGG.....	118
5.2.1	Oppbygging.....	118
5.2.2	U-verdi.....	119
5.3	YTTERVEGG MOT TERRENG.....	119
5.4	TAK.....	119
5.4.1	Oppbygging.....	119
5.4.2	U-verdi.....	120
5.5	ETASJESKILLER.....	121
5.5.1	Oppbygging.....	121
5.5.2	Lyd og brann.....	121
5.6	GULV MOT FRILUFT.....	122
5.6.1	Oppbygging.....	122
5.6.2	U-verdi.....	123
5.7	GOLV PÅ GRUNN.....	123
5.8	VINDUER OG GLASSFASADER.....	123
5.9	BEREGNING OG RESULTATER FOR VARMETAPSTALL $H''_{TR,INF}$ FOR TRANSMISJONS- OG INFILTRASJONSVARMETAP.....	124
5.9.1	Direkte varmetap.....	124
5.9.2	Varmetap til uoppvarmede soner.....	128
5.9.3	Varmetap mot grunnen.....	129
5.9.4	Infiltrasjonsvarmetap.....	130
5.9.5	Resultat varmetapstall.....	130
5.10	KLIMAGASSREGNSKAP.....	131
5.10.1	Alternativ 1.....	131
5.10.2	Alternativ 2.....	136
6	DRØFTING.....	141
6.1	MASSIVTRE.....	141
6.1.1	Bæresystem.....	141
6.1.2	Klimagassregnskap.....	142
6.2	BETONG.....	142
6.2.1	Bæresystem.....	142
6.2.2	Klimagassregnskap.....	143
6.3	PASSIVHUS.....	143
6.4	MATERIALVALG.....	144
6.4.1	Vinduer og glassfasader.....	144
6.4.2	Isolasjon.....	144
6.4.3	Høydeforskjell.....	144
6.4.4	Tilpassing.....	145
6.5	ENERGIBRUK.....	145
6.6	KLIMAGASSREGNSKAP - SAMMENLIGNING.....	146

6.7	USIKKERHET	147
6.8	FORSLAG TIL VIDERE ARBEID OG ERFARINGER.....	147
7	KONKLUSJON.....	148
8	REFERANSER.....	149
9	VEDLEGG.....	153

Tabelloversikt

Tabell 2-1 Fordeler og ulemper med solceller	28
Tabell 2-2 Risiko og brannklasser (Sintef byggforsk)	30
Tabell 2-3- Laboratoriemålte verdier for luft- og trinnlydisolasjon til krysslimte massivtre-elementer. (Sintef byggforsk)	31
Tabell 2-4 - Laboratoriemålte verdier for luft- og trinnlydisolasjon av massivtre-elementer med ulike tilleggskonstruksjoner på oversiden. (Sintef byggforsk)	32
Tabell 2-5 Minste dekketykkelse og minste armeringsdybde etter NS 3473 for fritt opplagte betongplater. (Sintef byggforsk).....	34
Tabell 2-6 Lydisolasjonsegenskaper for massive betongplater. (Sintef byggforsk)	35
Tabell 2-7 Betingelser for de ulike flankeoverføringsgraden.....	35
Tabell 2-8 Maksimalt tillatt klimagassutslipp. (Norsk betongforening).....	36
Tabell 2-9 Eksempel - innhold i betong(Smeplass,2017)	37
Tabell 2-10 Høyeste varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonstap (NS3701)	39
Tabell 2-11 Verdier for å bestemme kravet til varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap (NS3701).....	40
Tabell 2-12 Krav til høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til oppvarming (NS3701)	40
Tabell 2-13 Verdier for å bestemme kravet til netto spesifikt energibehov til oppvarming (NS3701)	41
Tabell 2-14 Krav til høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til kjøling (NS3701)	41
Tabell 2-15 Kjølebehovskoeffisient for å bestemme kravet til netto spesifikt energibehov til kjøling (NS3701)	42
Tabell 2-16 Minstekrav til bygningsdeler, komponenter, systemer og lekkasjetall (NS3701)	43
Tabell 2-17 eksempler på U-verdier for passivhus og lavenergibygninger (NS3701)	43
Tabell 2-18 Klassifisering av kuldebro avhengig av varmeledningsevne til isolasjonsmateriale i kuldebroen og kritisk isolasjonstykkelse (Sintef byggforsk)	44
Tabell 2-19 Kuldebroverdier (Sintef byggforsk)	45
Tabell 2-20 Ekvivalent U-verdi for vegger mot terreng (løsmasser) inkludert effekt av grunnen og oppfyllings høyden.(Sintef byggforsk)	49
Tabell 2-21 Ekvivalent U-verdi for gulv på grunnen, Ufg; sog eller Ufg; b1) for større bygninger med karakteristisk bredde, B, over 12 m. Det kan interpoleres mellom verdiene.(Sintef byggforsk)	50
Tabell 2-22 Standardverdier for terrengekjermingskoeffisientene e og f (SN/TS 3031) ..	52
Tabell 2-23 Lastfaktorer for bruksgrensetilstanden (Norsk standard).....	53
Tabell 2-24 Krav til maksimal nedbøyning (Norsk standard).....	53
Tabell 2-25 Lastfaktorer ved forenklet påvisning i bruddgrensetilstanden i pålitelighetsklasse 3 (Rørvik og Årskog)	54
Tabell 2-26 Karakteristiske nyttelaster på gulv (Rørvik og Årskog).....	55
Tabell 2-27 Formfaktor for saltak, pulttak og sagtak (Rørvik og Årskog).....	56
Tabell 2-28 Seismiske klasser for bygninger (Norsk standard).....	57
Tabell 2-29 Inndeling i pålitelighetsklasser med eksempler på konstruksjoner (Rørvik og Årskog)	59
Tabell 2-30 Reduksjonsfaktor for variable laster i pålitelighetsklasse 1 (Rørvik og Årskog)	59
Tabell 4-1 Fungerende laster på konstruksjonen.....	69
Tabell 4-2 Laster virkende på konstruksjonen	78
Tabell 4-3 Fungerende laster på konstruksjonen.....	88
Tabell 4-4 Nedbøyning av element	88
Tabell 4-5 Utnyttelse element	89
Tabell 4-6 Fungerende laster på konstruksjonen.....	92
Tabell 4-7 Utnyttelse element	92
Tabell 4-8 Nedbøyning element.....	93
Tabell 4-9 Fungerende laster på konstruksjonen.....	93
Tabell 4-10 Utnyttelse element.....	94

Tabell 4-11 Nedbøying element	94
Tabell 4-12 Fungerende laster på konstruksjon	96
Tabell 4-13 Utnyttelse element.....	97
Tabell 4-14 Nedbøying element	97
Tabell 4-15 Direkte varmetap.....	100
Tabell 4-16 Klimagassregnskap – Massivtreløsning med bruk av bjelker og søyler i stål	107
Tabell 4-17 Mest medvirkende materialer i kategorien A1-A3	109
Tabell 4-18 Klimagassregnskap for massivtreløsning med bruk av søyler og bjelker i limtre.....	112
Tabell 5-1 Søyledimensjoner med plassering.....	117
Tabell 5-2 Direkte varmetap	124
Tabell 5-3 Klimagassregnskap for alternativ med standard betong.....	131
Tabell 5-4 Klimagassregnskap for alternativ med betong i lavkarbonklasse A	136

Figuroversikt

Figur 1-1 Oppbygging rapport	21
Figur 1-2 landskapsplan(Statsbygg)	22
Figur 1-3 – Medieskjerm (Statsbygg)	22
Figur 1-4 – Medietorget HVO (Statsbygg)	23
Figur 2-1 livsløpsvurdering (Sintef byggforsk)	26
Figur 2-2 - Rørføring med nedforet himling. (Sintef byggforsk)	29
Figur 2-3 Plassering av spennkabler. Fra befaring på Fri sikt, volsdalsberga	33
Figur 2-4 Klargjøring til støp. Fra befaring på Fri sikt, Volsdalsberga	33
Figur 2-5 Uinjiserte spennkabler. Fra befaring Fri sikt, volsdalsberga	34
Figur 2-6 Tilgjengelighet av lavkarbonbetong i Norge (Norsk betongforening)	37
Figur 2-7 Arealsoner vindlast (Rørvik og Årskog)	56
Figur 2-8 Seismiske soner i det sørlige Norge (Norsk standard)	57
Figur 4-1 Skisse av opplegg av massivtre på stålbjelker	70
Figur 4-2 Skisse THP-bjelke etasjeskiller	71
Figur 4-3 Fungerende laster på bjelke	71
Figur 4-4 Skisse THP-bjelke tak	72
Figur 4-5 Fungerende laster på bjelke	72
Figur 4-6 HEA-bjelke	73
Figur 4-7 Fungerende laster på bjelke	73
Figur 4-8 HEA-bjelke	74
Figur 4-9 Fungerende laster på bjelke	74
Figur 4-10 HUP-søyle	75
Figur 4-11 Momentdiagram søyle	76
Figur 4-12 Fungerende moment og aksialkraft på søyle	76
Figur 4-13 Fungerende moment og aksialkraft på søyle	77
Figur 4-14 Etasjehøyde	77
Figur 4-15 Tverrsnitt bjelke	79
Figur 4-16 Fungerende laster på bjelke	79
Figur 4-17 Tverrsnitt bjelke	80
Figur 4-18 Fungerende laster på bjelke	80
Figur 4-19 Tverrsnitt bjelke	81
Figur 4-20 Fungerende laster på bjelke	81
Figur 4-21 Tverrsnitt bjelke	82
Figur 4-22 Fungerende laster på bjelke	82
Figur 4-23 Momentdiagram limtresøyle	83
Figur 4-24 Tverrsnitt søyle	83
Figur 4-25 Tverrsnitt søyle	84
Figur 4-26 Oppbygging yttervegg	84
Figur 4-27 Oppbygging yttervegg mot terreng	86
Figur 4-28 Oppbygging massivtreelement	87
Figur 4-29 Oppbygging takkonstruksjon	87
Figur 4-30 Fungerende laster på element	88
Figur 4-31 Oppbygging massivtreelement	90
Figur 4-32 Oppbygging etasjeskiller	91
Figur 4-33 Fungerende laster på element	92
Figur 4-34 Fungerende laster på element	93
Figur 4-35 Oppbygging gulv mot friluft	96
Figur 4-36 Fungerende laster på element	97
Figur 4-37 Oppbygging gulv på grunn	98
Figur 4-38 Skisse overgang vegg - gulv mot friluft	101
Figur 4-39 Skisse hjørner.	102
Figur 4-40 Skisse overgang vegg – tak	103
Figur 4-41 Skisse overgang vegg – gulv på grunn.	105
Figur 4-42 Totalt klimagassregnskap fordelt på underkategorier	107
Figur 4-43 Totalt klimagassregnskap fordelt på konstruksjonsdeler	108

Figur 4-44	108
Figur 4-45 Fem mest medvirkende materialer i kategorien A1-A3.....	109
Figur 4-46 Fordeling av klimagassutslipp i kategorien B4-B5	110
Figur 4-47 Fordeling av klimagassutslipp i kategorien C1-C4	111
Figur 4-48 Totalt utslipp fra massivtre.....	111
Figur 4-49 Totalt klimagassregnskap fordelt på underkategorier	112
Figur 4-50 Totalt klimagassregnskap fordelt på konstruksjonsdeler.....	113
Figur 4-51 Fordeling av klimagassutslipp i kategori A1-A3	113
Figur 4-52 Mest medvirkende materialer i kategorien A1-A3	114
Figur 4-53 Fordeling av klimagassutslipp i kategorien B4-B5	114
Figur 4-54 Fordeling av klimagassutslipp i kategorien C1-C4	115
Figur 4-55 Totalt utslipp fra massivtre og limtre	116
Figur 5-1 Oppbygging yttervegg i betong.....	118
Figur 5-2 Oppbygging yttervegg i bindingsverk	118
Figur 5-3 Oppbygging takkonstruksjon	120
Figur 5-4 Oppbygging etasjeskiller.....	121
Figur 5-5 Oppbygging gulv mot friluft	122
Figur 5-6 Statisk system for fløy mot nordvest	122
Figur 5-7 Skisse overgang vegg-gulv mot friluft	125
Figur 5-8 Skisse hjørner	126
Figur 5-9 Skisse overgang vegg-tak.....	127
Figur 5-10 Skisse overgang vegg-gulv på grunn	129
Figur 5-11 Totalt klimagassregnskap fordelt på underkategorier	132
Figur 5-12 Totalt klimagassregnskap fordelt på konstruksjonsdeler.....	132
Figur 5-13 Fordeling av klimagassutslipp i kategorien A1-A3	132
Figur 5-14 Mest medvirkende materialer i kategorien A1-A3	133
Figur 5-15 Fordeling av klimagassutslipp i kategorien B4-B5	134
Figur 5-16 Fordeling av klimagassutslipp i kategorien C1-C4	135
Figur 5-17 Totalt utslipp for standard betong	135
Figur 5-18 Totalt klimagassregnskap fordelt på underkategorier	136
Figur 5-19 Totalt klimagassregnskap fordelt på konstruksjonsdeler.....	137
Figur 5-20 Fordeling av klimagassutslipp i kategori A1-A3	137
Figur 5-21 Mest medvirkende materialer i kategori A1-A3.....	138
Figur 5-22 Fordeling av klimagassutslipp i kategori B4-B5	138
Figur 5-23 Fordeling av klimagassutslipp i kategorien C1-C4	139
Figur 5-24 Totalt utslipp for betong i lavkarbonklasse A.....	140
Figur 6-1 Klimagassregnskap for løsninger med massivtre	142
Figur 6-2 Klimagassregnskap for løsninger med betong	143
Figur 6-3 Utslipp fra strømbruk	145
Figur 6-4 Klimagassregnskap	146

SAMMENDRAG

Oppgaven tar for seg dimensjonering og materialvalg for det nye mediehuset i Volda. Hovedmålet er å finne løsninger som gir 25% mindre klimagassutslipp sammenlignet med et referansebygg i henhold til kriteriene i gjeldende teknisk forskrift. Mediehuset skal opprettholde passivhusstandard, i tillegg er det også viktig å oppnå krav til lyd og brann.

Oppgaven fokuserer på to ulike løsninger for utførelse av bygget; en i massivtre og en i betong. Innenfor hver av disse er det sett på to alternativer. I massivtreløsningen er det vurdert to forskjellige bæresystemer, og i betongløsningen er det vurdert to ulike betongtyper.

Oppgaven benytter seg av informasjon hentet fra kilder som Sintef Byggforsk og Norsk Standard m.fl. Beregningene er utført for hånd og kontrollert med beregningsprogrammene Eurocode Express og Calculatis.

For å danne grunnlag for dimensjonering og mengdeberegning er begge løsningene modellert i Revit. Ut fra dette har klimagassutslippet for de to løsningene, inkludert alternativer, blitt beregnet ved bruk av One Click LCA. I klimagassberegningene er det tatt hensyn til produksjon og transport av materialer, drift av byggeplass, vedlikehold og drift av ferdig bygg, i tillegg til riving og avfallshåndtering ved livsløpets slutt.

Basert på oppnådde resultater fra beregningene har vi konkludert med at løsningen som benytter en lavkarbonbetong klasse A, er den gunstigste totalt sett. Løsningen vil ikke gi det laveste klimagassutslippet, men da det arkitektoniske uttrykket til bygget vil endres ved benyttelse av massivtre, mener vi dette blir den beste løsningen for prosjektet.

ABSTRACT

This thesis deals with the dimensioning and material selection of the new media house in Volda. The main objective is to find solutions that can give 25% less greenhouse gas emissions compared to a reference building according to criteria in the current technical regulations. The media house must maintain passive house standards, and it is also important to achieve sound and fire requirements.

We have focused on two different solutions for the construction of the building. The building is dimensioned and modeled with a solution in cross laminated timber (CLT) and a solution in concrete. Within each of these we have looked at two alternatives. For the CLT-solution, two different supporting systems have been considered and for the concrete solution, two different types of concrete have been evaluated.

The thesis uses information obtained from sources such as Sintef Byggforsk and Norwegian Standard. Calculations are done by hand and controlled in programs such as Eurocode Express and Calculatis.

Both solutions have been modeled in Revit. Based on this we have calculated the greenhouse gas emissions for the two solutions including alternatives, using One Click LCA. In the greenhouse gas calculations, production and transport of materials, the operation of the construction site, maintenance and operation of the finished building has been accounted for. In addition, emissions caused by demolition and waste management at the end of the building's life cycle has been taken into account.

Based on the achieved results from the calculations, we have concluded that the low-carbon concrete solution will be the most favorable in an overall perspective. The solution will not give the lowest greenhouse gas emissions, but as the visual expression of the building will change with the use of CLT, we consider the low-carbon concrete solution to be the best alternative for the project.

TERMINOLOGI

Begreper

R	Bæreevne
	Angir bygningsdelens evne til å bevare tilstrekkelig bæreevne under spesifikke mekaniske laster ved brann på én eller flere sider i en bestemt tidsperiode.
E	Integritet
	Evnen en skillende bygningsdel har til å motstå branneksponeering på én side uten at brannen overføres til den ueksponerte siden som følge av gjennomgang av flammer eller varme gasser.
I	Isolasjonsevne
	Evnen til å motstå brannpåkjenning på bare én side uten at brannen overføres til den ueksponerte siden som følge av betydelig overføring av varme.

Notasjon

kN	Kilonewton
kN/m ²	Kilonewton per kvadratmeter
α_A	Arealreduksjon
α_N	Etasjereduksjon

Forkortelser

HVO	Høgskolen i Volda
EXPO	Exposition
LCA	Livssyklusanalyse (Life Cycle Analysis)
GWP	Global oppvarmingspotensiale (Global Warming potential)
PEAB	PEAB K. Nordang
LED	Light Emitting Diode
CO ₂ e	CO ₂ - ekvivalenter

Standarder

NS 3701	Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Yrkesbygninger
NS 3720	Metode for klimagassberegninger for bygninger
SN/TS 3031	Bygningers energiytelse – beregning av energibehov og energiytelse
NS-EN ISO 13370	Bygningers termiske egenskaper – Varmeoverføring via grunnen – Beregningsmetoder
NS-EN 1995-1-1	Prosjektering av trekonstruksjoner
NS-EN 1991	Laster på konstruksjoner
NS-EN 1993-1-1	Prosjektering av stålkonstruksjoner
NS-EN 1990	Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner

1 INNLEDNING

Vi har i denne oppgaven sett på det nye mediehuset som skal bygges ved Høgskolen i Volda (HVO). Vi har fokusert på to forskjellige muligheter for materialvalg i bygget. Det som er prosjektert fra PEAB K. Nordang (PEAB) sin side er en løsning basert på betongkonstruksjoner. Vi har sett på en alternativ løsning bestående av mest mulig massivtre og vurdert denne opp mot en tilnærming til PEAB's løsning med tanke på å finne ut hvilken løsning som har det laveste totale klimagassutslippet over levetiden.

Opgaven er i stor grad basert rundt dataprogrammet One Click LCA som er et program brukt for å måle klimagassutslipp til ulike bygningsmaterialer. NS 3720 er implementert i programvaren og skal gi riktige resultater på miljøavtrykket fra de ulike materialene.

1.1 Bakgrunn

Verden søker stadig å finne bærekraftige løsninger, dette gjelder også innenfor byggebransjen.

I September 2016 fikk Statsbygg oppdraget fra HVO å prosjektere et nytt bygg for mediefag. (Statsbygg, 2018c) Anbudet skulle utføres som en totalentreprise med løsningsforslag.

PEAB vant anbudskonkurransen med løsningsforslaget EXPO, og vil være totalentreprenør for prosjektet der Statsbygg er byggherre.

Det er satt krav fra Statsbygg at bygget skal utføres som passivhus i henhold til NS 3701 og at det skal utføres en livsløpsanalyse ved bruk av programmet One Click LCA, der det skal det oppnås en reduksjon i klimagassutslippet.

1.2 Formål og problemstilling

Formålet med oppgaven er å vurdere om en utførelse i massivtre vil gi lavere klimagassutslipp enn en utførelse i betong. Vi vil også vurdere begrensninger og muligheter for de to løsningene i forhold til den prosjekterte løsningen. I tillegg har vi et mål om å ikke gjøre store endringer i det arkitektoniske uttrykket til bygget som er prosjektert av PEAB.

1.2.1 Forskningsspørsmål:

Hvilke endringer av den prosjekterte løsningen må gjennomføres for å utføre bygget i massivtre?

Kan vi oppnå en 25% reduksjon i klimagassutslipp i forhold til et gitt referansebygg?

1.3 Avgrensninger

For å begrense oppgavens omfang har vi valgt å gjøre enkelte forenklinger i utførelsen. Dette er forenklinger som vi mener ikke vil gå utover våre resultater i særlig grad, da oppgaven går ut på å sammenligne to forskjellige materialvalg i bærende konstruksjoner og klimaskjerm.

Vi tenker at elementer som oppvarmingsbehov, lyskilder, ventilasjon osv. vil ha samme resultat for begge løsningene vi har valgt, forutsatt at bygget har samme plassering, arkitektur og løsninger for begge byggemåtene.

For å klassifisere et bygg som passivhus skal det i henhold til NS 3701 utføres en energiberegning av hele bygget. Dette er en omfattende beregning som innebærer å bestemme og beregne faktorer som er svært tidkrevende å utføre for hånd. I tillegg er programvare som forenkler beregningene svært kostbar. Vi har derfor på grunn av begrenset tid valgt å utelate en fullstendig energiberegning av bygget, og har i stedet valgt å fokusere på å oppfylle varmetapstallet for transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap for hver løsning. Dette fordi det er dette kravet som vil ha innvirkning på materialmengder som analyseres i livsløpsanalysen.

Ved dimensjonering av bygget har vi valgt å se bort fra vindlaster og seismiske laster. I tillegg har vi ikke tatt hensyn til medieskjerm og solceller. Dette har vi gjort fordi dimensjoneringen er utført mest for å ha grunnlag for mengdeberegning av materialer for bruk i analyseprogrammet One Click LCA.

1.4 Rapportens oppbygging



Figur 1-1 Oppbygging rapport

1.5 Om prosjektet

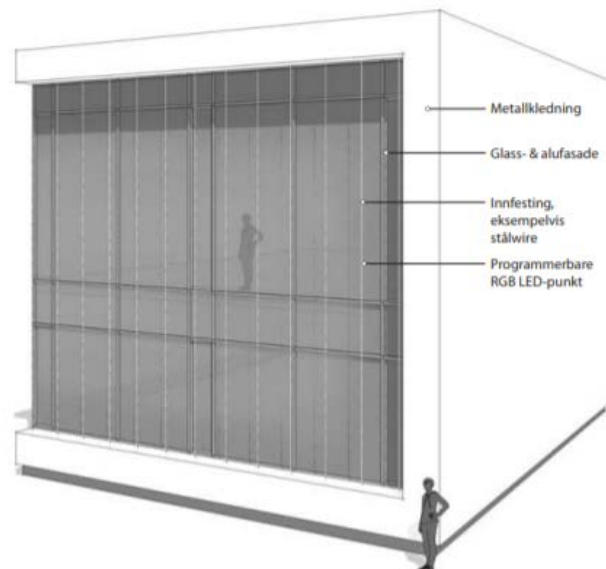
Høgskolen i Volda (HVO) er kjent for studietilbudet innen medieutdanning. Formålet med prosjektet er å samle medielinjene i et nytt bygg som skal øke effektiviteten og samarbeidet.

Nybygget vil bli plassert sentralt på campusområdet, og vil gi høy kvalitet for mediestudentene innendørs i tillegg til gode uterom rundt campus. Ønsket om å samle de ulike medielinjene på ett plan som bidrar til økt fleksibilitet, effektivitet og gi et styrket samarbeid, har stor betydning for byggets form. (Statsbygg, 2018d, s. 2)

Det er planlagt at det nye mediebygget skal få montert medieskjermer rundt bygget som vil påvirke byggets uttrykk og gjøre bygget mer «levende», da spesielt på kveldstid. Medieskjermen blir til ved å feste programmerbare LED-punkter på en stålwire som strekker seg fra topp til bunn på bygget. Dette vil gjøre det mulig å vise animasjoner, tekst og video på utsiden av bygget. (Statsbygg, 2018d, s. 20)



Figur 1-2 landskapsplan(Statsbygg)



Figur 1-3 – Medieskjerm (Statsbygg)

1.5.1 Mediearealer

For å oppnå økt samarbeid og intern kommunikasjon, er det lagt mye vekt på å samle mediearealene på en best mulig måte. De ulike studielinjene vil få baser som er plassert på rekke og rad langs hele bygget, og vil få flott utsikt mot fjord og fjell, samt gode lysforhold på alle fire sidene av bygningen. For å få en oversiktlig soneinndeling er alle undervisningsrom og grupperom plassert på østsiden, mens basene til de ulike linjene er plassert på vestsiden av bygget. TV-studio og flerbruksstudio vil bli plassert på en slik måte at de vil få den beste utsikten til landskapet rundt skolen. Dette vil gi en flott bakgrunn til kringkastinger. (Statsbygg, 2018d, s. 8)



Figur 1-4 – Medietorget HVO (Statsbygg)

1.5.2 Universell utforming

Det skal være godt tilrettelagt for den universelle utformingen til bygget. Fremkommelighet er lagt til rette for alle brukere ved at stigningsforholdet fra campusplassen ikke vil overskride 1:15, i tillegg til at det vil bli faste og sklisikre dekker. Det blir tatt hensyn til brukerne ved å bruke allergivennlige planter, kantavslutninger på trapper vil være merket med store kontraster og ingen belysning skal være blendende. (Statsbygg, 2018d, s. 12)

Når man kommer inn hovedinngangen til bygget, vil man møte et stort, åpent og oversiktlig medietorg, som gir veiledning til byggets ulike områder. De viktigste rommene i bygget er plassert rundt medietorget, slik at det er lett å orientere seg. Fremkommeligheten til de ulike områdene er gjort på en enkel måte ved å ha lederlinjer i gulv. (Statsbygg, 2018d, s. 13)

Bygget har tydelige kontraster på vegg, gulv og tak. Og det vil være kontrast mellom vegg og innredning. Alle rom er dimensjonert for universell utforming og det er lagt til rette for rullestolbrukere. At bygget kun har to etasjer er en stor fordel for personer med nedsatt funksjonsevne. (Statsbygg, 2018d, s. 13)

1.5.3 Prosjektets målsetning

Prosjektets mål er hentet fra dokument (Statsbygg, 2018b).

Samfunns mål

- HVO skal kunne levere bedre kandidater til arbeidsplasser innenfor media.
- Opprettholde høyskolen sin plass som den ledende medieutdanningen i Norge.

Effekt mål

- Prosjektet vil gi et samlet fag-, og mediemiljø.
- Bedre utnyttelse av undervisningsressursene (fagpersonalet) og arealet på skolen.
- Det vil bli mer attraktivt å studere i Volda, som igjen vil være med på å sikre driftsgrunnlaget for skolen.
- Det vil bli tilrettelagt for nye digitale undervisningsformer.

Resultat mål

Resultatmålene har følgende prioritering:

- Kost.
- Kvalitet.
- Tid.

1.5.4 Anskaffelse og kontraktsform

Dette prosjektet blir gjennomført ved å bruke totalentreprise med løsningsforslag. Dette innebærer at totalentreprenøren skaffer egne rådgivere og arkitekt som er med på å planlegge og forme løsningsforslaget. Byggherren vil da motta et pristilbud som er basert på foreslått løsning. (Statsbygg, 2018a, s. 7)

Totalentreprenør, byggherre og brukeren av bygget vil da sammen videreutvikle løsningsforslaget og optimalisere den til de definerte kontraktskravene. Det vil også fokuseres på kostnadsoptimalisering og videreutvikling av tekniske systemer. (Statsbygg, 2018a, s. 7)

1.5.5 Studiebygden Volda

I landlige omgivelser, mellom høye fjell og fjorder finner man Høgskolen i Volda (HVO), som er mest kjent for studietilbudet innenfor medieutdanning, men tilbyr også flere andre studietilbud til studentene. Høgskolen har de siste årene hatt stor økning i antall studieplasser, og har omtrent 1000 flere studenter nå enn for bare ti år siden. Det er rundt 4000 studenter som har skoleplass på HVO i dag. (Høgskolen i Volda, udatert)

Volda kan by på flotte naturopplevelser året rundt, og har flere kulturelle høydepunkter som Fadderuken, VEKA, Ekstremsportfestivalen x2, Animasjon Volda, Sunnmøre kammermusikkfestival, Kaarstad festivalen og den norske dokumentarfilmfestivalen. Det blir blant annet arrangert quiz og konserter i studenthuset Rokken med kjente artister. (Høgskolen i Volda, udatert)

Det blir hvert år gjennomført nasjonale undersøkelser som viser at Volda er en av de bostedene i Norge som har lavest bostgifter for studenter. Studentbostedene ligger også i nærheten til skolen slik at det er mulig å gå eller sykle til og fra skolen. (Høgskolen i Volda, udatert)

2 TEORETISK GRUNNLAG

Dette kapittelet vil ta for seg det viktigste teoretiske grunnlaget som oppgaven er bygget på. Aktuelle temaer som er belyst er livsløpsanalyse, miljøvennlige energibærere, ulike bygningsmetoder innenfor betong og massivtre, beregning av kuldebroverdier, U-verdier og varmetap, og lastgrunnlag.

2.1 Livsløpsanalyse

En helhetlig beregning av bygningers klimagassutslipp gir mulighet til å identifisere hvilke tiltak som kan utføres for å redusere klimagassutslippet i både et kort og et langt tidsperspektiv. (Standard Norge, 2018)

En livsløpsvurdering ser på hele livsløpet til et produkt eller bygning, og vurderer mulige miljøpåvirkninger produktet eller bygningen vil bidra med fra utvinning av råvarer, til produksjon, og til slutt riving/avhending. (SINTEF Byggforsk, 2015b, Kapittel 1)

For beregning av klimagassutslipp skal det med mindre byggherre har spesifisert noe annet benyttes en levetid på 60 år for bygningen. (Standard Norge, 2018, Kapittel 6.2.3)

Livsløpsvurderingen er delt inn i moduler som tar for seg de forskjellige fasene til et produkt eller byggverk, disse modulene er: (SINTEF Byggforsk, 2015b, Kapittel 2)

Modul A1-A3 dekker utvinning av råstoff og frem til og med produksjon av produkt på fabrikk

Modul A4 dekker transport fra fabrikk til byggeplass, mellomlagring og distribusjon, samt transport av byggeutstyr til og fra byggeplassen.

Modul A5 dekker byggefasen, fra produktet kommer på byggeplassen og til ferdig byggverk.

Modul B1 dekker bruken av bygget fra ferdigstillelse til og til endt levetid.

Modul B2-B5 dekker vedlikehold, reparasjon, utskifting og ombygging av bygget fra ferdigstillelse til endt levetid.

Modul B6-B7 dekker energiforbruk og vannforbruk i drift. (B7 omfattes ikke av NS 3720)

Modul C1-C4 dekker riving, transport og avfallsbehandling ved livsløpets slutt.

Produksjonsfase	A1	Råvarer – utvinning og bearbeiding
	A2	Transport av råvarer til byggeplass
	A3	Produksjon
Byggefase	A4	Transport til byggeplass
	A5	Bygging/installering
Bruksfase	B1	Bruk
	B2–B5	Vedlikehold
	B6–B7	Forbruk av energi og vann ved drift
Avhending	C1–C4	Riving, transport og avfallsbehandling

Figur 2-1 livsløpsvurdering (Sintef byggforsk)

2.2 Referansebygg

Et referansebygg eller en funksjonell enhet i en livsløpsvurdering skal knytte produktet man ser på til en funksjon og forholder seg til et helt livsløp. Den funksjonelle enheten skal være klart definert og målbar, og man skal kunne sammenlikne ulike produkter og konstruksjoner med samme funksjonelle enhet. (SINTEF Byggforsk, 2014)

Et referansebygg skal etableres med materialer og løsninger som er representative for en standard byggepraksis og tilfredsstillende minstekravene i teknisk forskrift. Geometrien skal være som en skoese med samme areal og funksjon som det prosjekterte bygget, og et romprogram som er tilpasset bygningskategorien. (Bingh, 2019)

2.3 Solceller

En solcelle er et elektronisk apparat som fanger solstråler og konverterer energien til elektrisitet. Overflaten er svart som innebærer at alt lyset absorberes i solcellen. Sammenlignet med batterier som også bruker celler for å lage elektrisitet er forskjellen at et batteri skaper elektrisitet fra kjemikalier. Solceller benevnes ofte som PV etter det engelske ordet PhotoVoltaic. «Photo» kommer fra det greske ordet for lys, og ordet «Voltaic» er en referanse til den italienske elektrisitetspioneren Alessandro Volta. Hver solcelle frembringer noen volt med elektrisitet, så et solcelleanlegg har som oppgave å kombinere energien produsert av flere celler for å gi en nødvendig mengde elektrisk strøm og spenning. (Mary Bellis, 2017) (Norsk Solenergiforening, udatert)

For å skape et solcelleanlegg må det kobles sammen flere solcellepanel, der hvert solcellepanel består av flere sammensatte solceller. Et slikt anlegg kan monteres direkte på et byggverk bestående av flere hundre solceller, eller opprette en solcellepark utenfor boligbebyggelsen. (Norsk Solenergiforening, udatert)

Solcelleanlegget dimensjoneres etter eget strømbruk. Det er altså viktig å sette seg inn i byggets energiforbruk, og tilpasse anlegget etter forbruket som benyttes i de ulike døgn- og årstidene. Hvis bygget produserer mer elektrisitet enn nødvendig er det mulig å selge strøm til strømleverandøren, og ved behov kan strøm kjøpes tilbake. (Norsk Solenergiforening, udatert)

2.3.1 Bærekraft

De fleste solceller som blir produsert er laget av materialet silisium, som er det nest vanligste grunnstoffet vi har i jordskorpen og er hverken miljø eller helsefarlig. Ulempen er at dette materialet er svært energikrevende og miljøbelastende å fremstille, da spesielt om det benyttes kullkraft til produksjonen. Det er da viktig å velge en produsent som legger stor vekt på miljøvennlig utvikling. (Norsk Solenergiforening, udatert)

Selv om det er miljøbelastende å produsere solceller, overgår gevinsten belastningen med god margin. Normalt tar det mindre enn to år før solcellene har produsert nok energi til å jevne ut karbonavtrykket fra produksjonen. (Eidsiva Energi, udatert) (Norsk Solenergiforening, udatert)

2.3.2 Noen fordeler og ulemper med solceller

Fordeler og ulemper hentet fra (Norsk Solenergiforening, udatert)

Positivt	Negativt
Solcelleanlegg i drift er svært miljøvennlig og har ingen karbonutslipp.	Miljøbelastende i produksjonsfasen.
Når solcelleanlegget er installert og tatt i bruk vil det bli moderate driftskostnader. Støv og skitt på panelet vil stort sett bli vasket bort på naturlig vis med vær og vind.	Energi skapes kun når solen skinner. Nattestid og overskyede dager kan forstyrre strømproduksjonen.

Tabell 2-1 Fordeler og ulemper med solceller

2.4 Massivtre

Utviklingen av massivtre-elementer begynte tidlig på 1990-tallet i Mellom-Europa, og spredte seg derfra videre til Norden. I dag er bygging med massivtre-elementer en byggemetode som er anerkjent til bolighus, fleretasjes hus, næringsbygg og skoler. Massivtre som byggemetode og systemløsning er konkurransedyktig på en rekke områder. Massivtre er et klima- og miljøvennlig godt valg, og utslipp av CO₂ er lave i forhold til stål og betong. (Aarstad, Glasø, & Bunkholt, 2011, s. 2) (WSP, 2019)

De fleste massivtreelementene blir produsert på fabrikk. Dette resulterer i mindre tidsbruk på byggeplassen som gir mindre kostnader, i tillegg blir det vesentlig mindre

luftforurensning som betongstøv i forhold til en konstruksjon som hovedsakelig består av betong. (WSP, 2019)

2.4.1 Massivtreets hovedkategorier

Ifølge Byggforskserien 522.891 skiller vi massivtre-elementer inn i tre hovedkategorier:

- Kantstilte elementer
- Hulromselementer
- Krysslagte elementer

Kantstilte elementer består av elementer som er sammensatt av stående planker (lameller), og er festet sammen med lim, skruer, innpressede tredybler eller stålstag. (Aarstad mfl., 2011, s. 2)

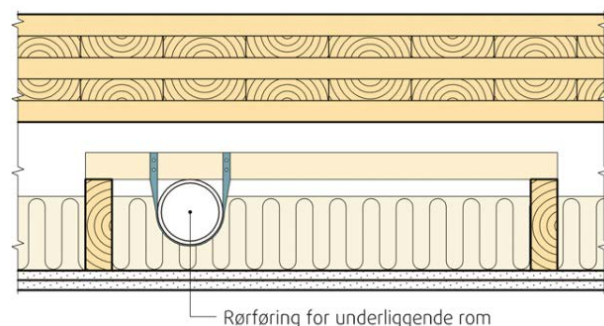
Hulromselementer er massivtre som ikke har en massiv kjerne, men som likevel har nok trevirke til å kunne karakteriseres som massive. Hulrommene blir vanligvis fylt med isolasjon. (SINTEF Byggforsk, 2001, s. 205)

Krysslagte elementer består av lameller som er satt sammen av flere sjikt i liggeflaten festet med lim eller tredybler, der sjiktene er lagt i kryss i forhold til hverandre. I enkelte tilfeller blir lamellenes kanter også påført lim for å få et tettere element som kan redusere innbrenningshastigheten ved en brann. (Aarstad mfl., 2011, s. 2)

For å få en limfri løsning kan det benyttes innpressede tredybler som forbindelsesmiddel. Dette gjøres for å få miljøvennlige massivtre-elementer som da består av 100% treverk, man slipper da å tilsette miljøskadelige kjemikalier som finnes i lim. Tredyblene som blir brukt er vanligvis bøk som tørkes til 3-5% fuktighet før de blir presset inn mellom elementsjiktene. Forbindelsen mellom dyblene og massivtreelementene skjer ved at dyblene trekker fuktigheten fra treverket og luften rundt og vil dermed svulle og utheve seg. (Aarstad mfl., 2011, s. 3)

2.4.2 Tekniske installasjoner

Massivtreelementer kan leveres direkte på byggeplass med ferdige tilpasninger til ventilasjon og andre tekniske utsparinger, noe som bidrar til en forenklet montering av disse. (SINTEF Byggforsk, 2009, Kapittel 1) Det er viktig å bruke god tid på planlegging og prosjektering av alle berørte fag slik at



Figur 2-2 - Rørføring med nedforet himling. (Sintef byggforsk)

monteringstiden blir så kort som mulig, og for å redusere faren for feil og opprettholde lønnsomheten. (WSP, 2019)

Tekniske installasjoner i en etasjeskiller av massivtre vil ha mindre plass enn i en bjelkelagskonstruksjon. Unntaket er hvis det blir laget større hulrom slik at rørføringer blir plassert mellom nedsenket himling og massivtre-elementene. Det er viktig å ta hensyn til montering av rørføringer, spesielt for rom som har lydisolasjonskrav. Rørføringene kan da ikke være i direkte kontakt med massivtre-elementet, se Figur 2-2. For å unngå lydlekasjer bør det unngås å få større åpninger på himlingsplatene. Dette betyr også at det ikke bør monteres lufteventiler på rom som har krav til lydisolasjon. (SINTEF Byggforsk, 2009, Kapittel 7)

2.4.3 Brannmotstand, risiko- og brannklasser

Under en fullt utviklet brann, opprettholder massivtreelementene sin bæreevne i større grad enn lette trekonstruksjoner. (SINTEF Byggforsk, 2009, Kapittel 2) Trevirket som ligger bak forkullingslaget vil fortsatt beholde sine styrkeegenskaper, noe som bidrar til at bygninger oppført i massivtre vil kunne få høyere klassifisering av bæreevne (R) og brannskillende funksjon (EI) enn lette trekonstruksjoner. (Norsk Massivtre, udatert)

Det er viktig å passe på at det ikke forekommer hull og lekkasjer mellom elementene, da flammer og gasser fort kan trenge gjennom disse og spre seg videre til andre brannceller. Konstruksjonen bør være tett og fullisolert for å unngå denne spredningen, også med tanke på lydisolasjon. (SINTEF Byggforsk, 2009, Kapittel 2)

Når man dimensjonerer en bolig bestående av massivtre må det tas hensyn til elementenes dimensjon slik at bæreevnen opprettholdes selv etter den forutsatte forkullingen som oppstår under en brann. (SINTEF Byggforsk, 2009, Kapittel 2)

Tabell 2-2 viser hvordan de ulike risiko- og brannklassene er inndelt for bygningkategorier.

Bygningskategori	Risiko-klasse	Bygningers brannklasse	
		2 etasjer	3 og 4 etasjer
Kontor	2	BKL 1	BKL 2
Undervisning Barnehager	3	BKL 1	BKL 2
Bolig	4	BKL 1	BKL 2 ¹⁾
Forsamlingslokale	5	BKL 2 ²⁾	uaktuelt
Overnattingssteder	6	BKL 2 ³⁾	BKL 2
Pleieinstitusjoner Sykehus	6	BKL 2	BKL 2

Tabell 2-2 Risiko og brannklasser (Sintef byggforsk)

2.4.4 Lydforhold

Lydoverføring i en konstruksjon vil forekomme i form av luft- og trinnlyd. For å redusere luftlyd må det isoleres slik at lydreduksjonstallet (R) blir så høyt som mulig. (Aarstad mfl., 2011, s. 5) Lydreduksjonstallet blir målt i desibel (dB), og er forholdet mellom lyden på sendersiden og mottakssiden. (Thue, 2019b)

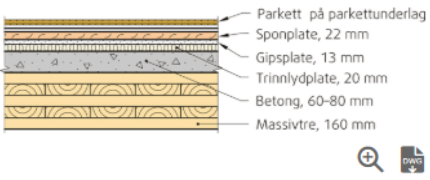
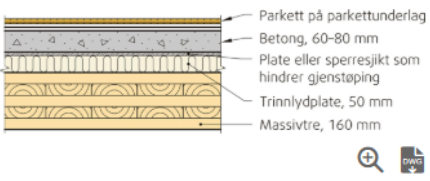
Trinnlyd er et resultat av vibrasjoner i konstruksjonen som vanligvis oppstår med gangtrafikk. På mottakersiden registrerer man lydtryknivået (L), og det må isoleres slik at dette blir så lavt som mulig. Type element og tykkelse spiller også inn her. (Aarstad mfl., 2011, s. 5)

En konstruksjon av massivtre har bedre muligheter for å oppnå god lydisolasjon i forhold til lette trekonstruksjoner, både for luft- og trinnlydisolasjon. Grunnen er at massivtreelementer har større tyngde i skillekonstruksjonen som gir økt lydisolasjonsevne. (Aarstad mfl., 2011, s. 5)

Tabell 2-3 viser lydisolasjonsegenskapene for massivtre-elementer uten ekstra tilleggsisolasjon. Bruk av krysslaminerte elementer som er festet med lim, kan kunne gi bedre resultat av luftlyden på grunn av resonansfrekvensen i limet. Elementer festet med tredybler kan få svekket luftlydisolasjon da det er mulighet for utettheter. (SINTEF Byggforsk, 2009, Kapittel 6)

Elementtykkelse mm	Flatevekt kg/m ²	Luftlydisolasjon dB		Trinnlydisolasjon dB	
		R _w	C ₅₀₋₅₀₀₀	L _{n,w}	C _{1,50-2500}
120	60	34-37	-1	88-86	0
160	80	37-41	-1	87-83	0
200	100	40-44	0	86-80	0

Tabell 2-3- Laboratiemålte verdier for luft- og trinnlydisolasjon til krysslimte massivtre-elementer. (Sintef byggforsk)

Oppbygging av tilleggskonstruksjonen på oversiden av massivtreelementene	Flatevekt tilleggskonstruksjon kg/m ²	Luftlydisolasjon dB		Trinnlydisolasjon dB	
		R _w	C ₅₀₋₅₀₀₀	L _{n,w}	C _{1,50-2500}
	> 32	55-58	-1 til -3	53-50	+3 til +5
	> 7 Tillegg med 36 mm porøs trefiberplate	53-55 54-56	-1 til -3	58-56 54-52	+2 til +4

Tabell 2-4 - Laboratoriemålte verdier for luft- og trinnlydisolasjon av massivtre-elementer med ulike tilleggskonstruksjoner på oversiden. (Sintef byggforsk)

Tabell 2-4 viser lydisolasjonsegenskapene for massivtre-elementer med tilleggskonstruksjon på oversiden. Resultatene som er vist i denne tabellen er kun for massivtre med en tykkelse på 160mm. (SINTEF Byggforsk, 2009, Kapittel 6)

2.5 Betong

Betong er det mest benyttede byggematerialet, og bruksområdene varierer fra plasstøpte konstruksjoner som broer, tunneller, demninger og veier. Betong blir også brukt til prefabrikkerte betongelementer som rør, mur- og takstein, vegg- og dekkelementer. (Thue, 2019a)

Betongkonstruksjoner har lang levetid og beholder sin styrke og form gjennom hele byggets livsløp uten større vedlikeholdsarbeid. Betong har god brannmotstandsevne, styrke og vanntetthet.

2.5.1 Spennarmert betong

Spennarmert betong er en betong som påføres store trykkspenninger ved bruk av stålkabler som spennes opp. Spennarmeringen fordeler trykkspenningen slik at ytre laster blir motvirket og gir fordeler over den mer vanlige slakkarmerte betongen ved at det blir mindre opprissing og deformasjoner i betongen. Spennkraften i spennarmeringen overføres som trykk i betongen ved endeforankringer eller ved heft mellom betong og spennarmering. (Svein Ivar Sørensen, 2013, d. 2)

Når armeringen spennes opp vil betongen få oppbøyning, og denne bøyningen motvirker nedbøyningen av ytre laster helt eller delvis. Bruk av denne teknologien gir også fordeler med at dekket kan ha lange spenn uten bruk av søyler, tynnere dekker som gir lavere konstruksjonshøyde og mindre materialbruk som også gir økonomiske gevinster. (Lunde, 2015)

Spennarmert betong skiller mellom forspenning og etterspenning, der forskjellen ligger i om armeringen påføres strekkspenning før eller etter betongen har herdet. Produksjon av forspente betongelementer blir hovedsakelig utført på fabrikk. Hulldekke er et eksempel på forspent betongelement. (Svein Ivar Sørensen, 2013, d. 2)

2.5.2 Plasstøpte etterspente konstruksjoner

Plasstøpte etterspente betongkonstruksjoner påføres en trykkspenning ved hjelp av et system med lette spennkabler som krever liten plass. Spennkablene fordeler spenningen slik at virkning fra ytre laster på betongelementet blir motvirket.

Etterspent betong er en ettertraktet byggemetode grunnet flere fordeler, og benyttes i stadig større omfang blant utbyggere over hele verden. Bruk av spennkabler gir utbyggere større frihet til valg av spennvidder, utforming av bygget og lavere konstruksjonshøyder for å nevne noen eksempler. (Spenneteknikk, udatert)



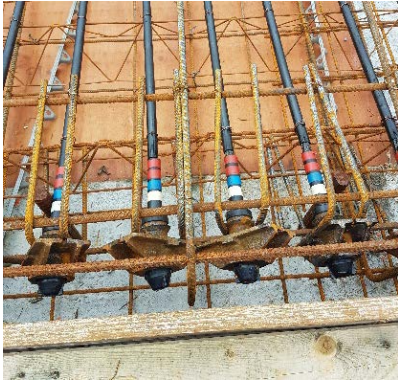
Figur 2-4 Klargjøring til støp. Fra befaring på Fri sikt, Volsdalsberga



Figur 2-3 Plassering av spennkabler. Fra befaring på Fri sikt, voldsalsberga

2.5.2.1 Spennkabel

Etterspent armering kan utføres ved bruk av to ulike metoder. Enten ved bruk av injisert eller uinjisert spennkabel.



Figur 2-5 Uinjiserte spennkabler. Fra befaring Fri sikt, volsdalsberga

Uinjisert

Den vanligste formen for spennkabel består av ett spenntau med en høy strekkfasthet hvor seks ståltråder er spunnet rundt en sentrert ståltråd. For å unngå korrosjon på armeringen blir kabelen dekket med et spesialfett og innført i et plastrør, som også minimerer friksjonen på spennkabelen.

Strekraften overføres som trykk i betongen ved å feste kabelen i et aktivt og et passivt anker. Det er også mulig å bruke mellomforankringer hvis det må støpes seksjonsvis. (Spenneteknikk, udatert)

Injisert

Spenntauet føres inn i et stål eller plastrør som blir injisert med korrosjonsbeskyttelse etter at spennkabelen er oppspent. I motsetning til uninjiserde spennkabler er det hefteforbindelse mellom spennarmering og betong. Injiserte spennkabler blir stort sett brukt til større bygg og bruer der man har store spennvidder. (Lunde, 2015)

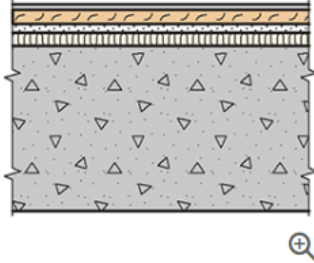
2.5.3 Brannmotstand

For å oppnå krav til brannmotstand er det viktig at det utføres en tett konstruksjon med gode tilslutninger. Samme kravet gjelder også for lydisolasjon. I Tabell 2-5 kommer det frem hva dekketykkelsene må være for å oppnå de forskjellige brannmotstandene for fritt opplagte betongplater. (SINTEF Byggforsk, 2008, Kapittel 4)

Brannmotstand	Dekke- tykkelse, d mm	Armeringsdybde, a (mm)		
		Enveis plater	Toveisplater	
			$l_y/l_x \leq 1,5$	$1,5 < l_y/l_x \leq 2$
REI 30 A2-s1,d0 (A 30)	60	10 ¹⁾	10 ¹⁾	10 ¹⁾
REI 60 A2-s1,d0 (A 60)	80	20	10 ¹⁾	15 ¹⁾
REI 90 A2-s1,d0 (A 90)	100	30	15 ¹⁾	20
REI 120 A2-s1,d0 (A 120)	120	40	20	25
REI 180 A2-s1,d0 (A 180)	150	55	30	40
REI 240 A2-s1,d0 (A 240)	175	65	40	50

Tabell 2-5 Minste dekketykkelse og minste armeringsdybde etter NS 3473 for fritt opplagte betongplater. (Sintef byggforsk)

2.5.4 Lydforhold

Massive betongplater Plasstøpt betong med densitet ca. 2 400 kg/m ³ Inkludert prefabrikkerte formplater i betong for utstøping på byggeplass	Tykkelse, (mm) / flatevekt (kg/m ²)	Forventede lydisolasjonsverdier i ferdig bygning, feltmålte verdier, med flankeoverføring fra stor (første tall) til liten (andre tall), se pkt. 433				
		Trinnlydnivå, dB ¹⁾		Luftlydisolasjon, dB ¹⁾		
		L'_{n,w}	C_{1,50-2500}	R'_w	C_{50-5000}	
Lette, flytende gulv på tykke isolasjonssjikt 	14 mm parkett o.l., 36 mm porøs trefiberplate med eller uten fordelingsplate og rør for vannbåret varme ($\Delta L'_w = 23$ dB, $\Delta R'_w = 4$ dB)	200	54–52		57–60	
		250	50–47	Ca. 3 ²⁾	59–64	Ca. -3
		300	47–41		59–64	
	14 mm parkett o.l., 2–3 mm ekspandert PE, 22 mm sponplate, 13 mm gipsplate og 20 mm trinnlydplate av mineralull	200	50–48	Ca. 4 ²⁾	57–60	
		250	47–43		59–64	Ca. -3
		300	43–37		59–64	
	Trinnlyddempende belegg, 22 mm sponplate, 13 mm gipsplate og 20 mm trinnlydplate av mineralull ($\Delta L'_w = 27$ dB, $\Delta R'_w = 4$ dB)					

Tabell 2-6 Lydisolasjonsegenskaper for massive betongplater. (Sintef byggforsk)

Tabell 2-6 viser forventede verdier for luft- og trinnlydisolasjon til ulike betongtykkelser med tilleggskonstruksjon på oversiden. (SINTEF Byggforsk, 2015a, Kapittel 5)

Grad av flankeoverføring	Betingelser/kriterier
Liten	Store spenn (> 8 m) over flere enn to rom Opplegg på søyle/drager Lette, utfyllende skillevegger Yttervegger av bindingsverk, splittet ved dekkene
Middels	Middels spenn (5–7 m) over to rom Opplegg på massiv vegg eller søyle/drager Lette eller massive skillevegger Yttervegger av bindingsverk, delvis splittet ved dekkene
Stor	Små spenn (< 5 m) over ett rom Opplegg på massive veggskiver Massive skillevegger Yttervegger av bindingsverk, delvis gjennomgående

Tabell 2-7 Betingelser for de ulike flankeoverføringsgraden

Betingelsene for ulike flankeoverføringene er gjengitt i Tabell 2-7. Grad av flankeoverføring er gitt av spennviddene til dekkene og bæresystemet, samt romplasseringen på dekket. Flankeoverføringen påvirker både trinnlyd og luftlyd.

2.5.5 Betongklasser

Byggebransjen i Norge har blitt mer oppmerksomme på forskjellige betongtyper. I dagens betong kommer mer enn 90% av karbonavtrykket fra sement. For at betong fortsatt skal kunne dekke fremtidens krav om utslipp er det i dag utviklet forskjellige lavkarbonklasser for betong. Lavkarbonklassene er laget for å kunne begrense CO₂ utslippet ved betong. (Norsk betongforening, 2015)

De forskjellige klassene er:

- Lavkarbon A: Dette er den strengeste klassen, og vil kreve bruk av spesielle tiltak
- Lavkarbon B: Kravene vil ikke være like strenge som ved A, og kan oppnås ved vanlige resepttekniske tiltak
- Lavkarbon C: Gir de minste kravene og kan oppnås med enkle resepttekniske tiltak.

Grenseverdien av kg CO₂ ekvivalenter fra de forskjellige klassene er oppgitt i Tabell 2-8. Bransjereferansen som er oppgitt er generiske verdier av brukt betong i Norge. Den kan brukes for å anslå forskjellen fra de forskjellige lavkarbonklassene. Klimagassutslippet angitt i tabell er utregnet fra råvareuttak til fabrikkport. («Lavkarbonbetong», 2016)

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

Tabell 2-8 Maksimalt tillatt klimagassutslipp. (Norsk betongforening)

Lavkarbonbetong blir fremstilt ved:

- Bruk av mindre sement
- Optimalisere betongsammensetningen
- Bruk av silikastøv og flyveaske som sementerstatning

Delmaterialer	Lavkarbonklasse	
	A	C
Standardsement FA	257 kg/m ³	328 kg/m ³
Flyveaske (k=0,7)	57 kg/m ³	0 kg/m ³
Silikastøv (k=1,0)	10 kg/m ³	0 kg/m ³
Vann	169 kg/m ³	181 kg/m ³
SP	3,9 kg/m ³	2,3 kg/m ³
Tilslag	1856 kg/m ³	1844 kg/m ³

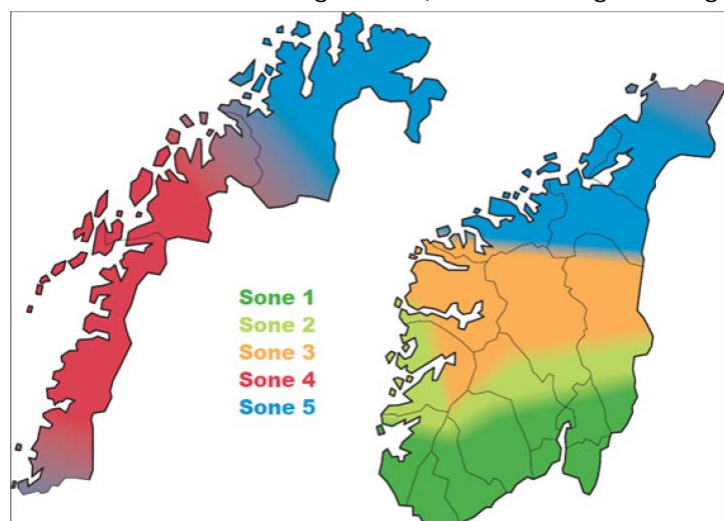
Tabell 2-9 Eksempel - innhold i betong (Smeplass, 2017)

I lavkarbonbetong klasse A finnes det tre metoder for type bindemiddel:

- Bruk av flyveaske-sementer og i tillegg ekstra flyveaske, passer for alle bestandighetsklasser
- Bruk av lavkarbonsement. Egner seg godt for M60 bestandighet, men kan brukes for alle typer
- Slaggsement med høyt slagginnhold (66-80%). Egner seg godt for bestandighetsklasse M45 og M40.

Den utslagsgivende faktoren for betongens lave klimagassutslipp er tilgjengeligheten på bindemidler. Bindemidler med lavt klimagassutslipp er i dag tilgjengelig på Øst-, Vest- og Sørlandet. Dette innebærer at sement produsert ved Norcem sin fabrikk i Brevik i Telemark har et vesentlig lavere klimagassutslipp enn fabrikkene som ligger i Kjøpsvik i Nordland. Dette gjør at klimagassutslippet vil variere avhengig av plassering. Variasjonen i tilgjengelighet gjør det like utfordrende for de nordlige regionene å oppnå lavkarbon klasse C som det vil være å oppnå lavkarbon klasse B lenger sør. (Norsk betongforening, 2015)

Figur 2-6 viser tilgjengelighet for å kunne oppnå lavt klimagassutslipp i Norge. I sone 1 vil det være relativt enkelt å oppnå en høy karbonklasse. I sone 5 vil det være svært vanskelig. (Norsk betongforening, 2015)



Figur 2-6 Tilgjengelighet av lavkarbonbetong i Norge (Norsk betongforening)

2.6 *Passivhus*

Begrepet passivhus kommer fra Tyskland der passivhusinstituttet står bak en sertifiseringsordning for byggeprodukter og bygninger. Passivhus anses som miljøvennlige bygninger med meget høy kvalitet, lavt energibehov og et godt innneklima. (Standard Norge, 2012a) Det finnes i dag to forskjellige standarder for passivhus, NS 3700:2013 omhandler kriterier for boligbygninger og NS 3701:2012 omhandler kriterier for yrkesbygninger.

De første passivhusene ble bygget allerede i 1978, og på 1980-tallet ble det bygd flere hundre superisolerte hus både i Canada og USA. Disse husene var veldig like dagens passivhus med ekstra tykk isolering, energivinduer, passiv solvarme, solfangere og med varmegjenvinning fra ventilasjonsluften. (Butters & Leland, 2012, s. 30)

Det første passivhuset i Norge ble bygget i Tromsø i 2008, og i løpet av noen få år etter dette har det gått fra bygging av noen få pilotprosjekter til en ønsket standard for alle nye bygg i Norge. (Butters & Leland, 2012, s. 34)

Passivhus har et energibehov som er ca. 25% lavere enn energiforbruket i tradisjonelle boliger og oppnås gjennom passive tiltak som ekstra varmeisolasjon, ekstra tetthet og varmegjenvinning. («Byggordboka - Passivhus», 2017)

2.6.1 **Fordeler med passivhus**

- Lavere driftsutgifter på grunn av lavere energibehov
- Ekstra kvalitetssikring av detaljer ved prosjektering og utførelse, og dermed bedre kvalitet
- Bedre komfort, med liten risiko for kaldras eller trekk
- Energisikkerhet på grunn av lavt energibehov
- Enkel og lite plasskrevende varmedistribusjon
- Verdiøkning
- Samfunnsmessig gevinst av lavt energibruk (SINTEF Byggforsk, 2013, Kapittel 1.5.1)

2.6.2 **Konsekvenser for passivhus**

Å velge passivhus kan gi konsekvenser for:

- Bygningsform. Arkitektoniske rammebetingelser på grunn av kompakt og enkel bygningsform og begrenset glass- og vindusareal
- Fasadeutforming med hensyn til lavt varmetap og for å unngå overoppheting
- Effektiv plassering av vinduer for å tilfredsstille krav til dagslys
- Glass-/vindusareal, plassering på veggen og fordeling i forhold til himmelretninger

- Areal-/volumtap på grunn av tykkere konstruksjoner
- Byggeteknikk / prinsipp for klimaskjerm for å redusere kuldebroer og gi tilstrekkelig lufttetthet
- Ekstra kostnader (mer detaljert prosjektering, oppfølging i byggeprosessen, andre løsninger og materialer, andre/flere tekniske installasjoner og styringssystemer)
- Mulighet for tidvis utvendig kondens for vinduer med lite skjerming
- Type og omfang av solskjerming
- Type belysning (yrkesbygninger)
- Omfang av styringssystemer for belysning og ventilasjon
- Størrelse på ventilasjonsanlegg og -kanaler, kanalføring samt plassering av tekniske rom(SINTEF Byggforsk, 2013, Kapittel 1.5.2)

2.6.3 Attesting av passivhus

For at en bygning skal kunne attesteres som et passivhus etter NS 3700 eller NS 3701 må følgende overordnede kriterier være oppnådd: (Standard Norge, 2012b, Kapittel 6.4)

- Krav til varmetapstall
- Krav til kjølebehov
- Krav til oppvarmingsbehov
- Krav til energiforsyning
- Minstekrav til bygningsdeler, komponenter, systemer og lekkasjetall

2.6.3.1 Varmetapstall

For passivhus og lavenergibygninger skal varmetapstallet for transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap bestemmes etter ligningen i Tabell 2-10. (Standard Norge, 2012b, Kapittel 4.1)

Varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonstap, $H_{tr,inf}''$ $W/(m^2 \cdot K)$	
Bygning der $A_{fl} < 1\,000\text{ m}^2$	Bygning der $A_{fl} \geq 1\,000\text{ m}^2$
$H_{tr,inf,0}'' + W \frac{(1\,000 - A_{fl})}{100}$	$H_{tr,inf,0}''$

Tabell 2-10 Høyeste varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonstap (NS3701)

I ligningen skal det benyttes verdier for de enkelte bygningskategoriene etter Tabell 2-11

Bygningskategori	Passivhus		Lavenergibygning	
	$H_{tr,inf,0}''$ W/(m ² ·K)	W W/(m ² ·K)	$H_{tr,inf,0}''$ W/(m ² ·K)	W W/(m ² ·K)
Barnehage	0,40	0,014	0,50	0,022
Kontorbygning	0,40	0,009	0,50	0,014
Skolebygning	0,40	0,013	0,50	0,017
Universitets- og høyskolebygning	0,40	0,014	0,50	0,021
Sykehus	0,40	0,014	0,50	0,019
Sykehjem	0,40	0,014	0,50	0,018
Hotellbygning	0,40	0,014	0,50	0,016
Idrettsbygning	0,45	0,010	0,60	0,013
Forretningsbygning	0,40	0,014	0,50	0,018
Kulturbygning	0,40	0,012	0,50	0,016
Lett industribygning, verksted	0,40	0,017	0,55	0,022

Tabell 2-11 Verdier for å bestemme kravet til varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap (NS3701)

2.6.3.2 Oppvarmingsbehov

For passivhus og lavenergibygninger bestemmes kravet til høyeste beregnede spesifikke energibehov etter ligning i Tabell 2-12. Dette omfatter både varme avgitt av varmeanlegget og ventilasjonsvarme. (Standard Norge, 2012b, Kapittel 4.2)

Årsmiddeltemperatur, θ_{ym}	Høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til oppvarming kWh/(m ² ·år)	
	Bygning der $A_{fl} < 1\,000\text{ m}^2$	Bygning der $A_{fl} \geq 1\,000\text{ m}^2$
$\geq 6,3\text{ °C}$	$EP_{H,0} + X \frac{(1000 - A_{fl})}{100}$	$EP_{H,0}$
$< 6,3\text{ °C}$	$EP_{H,0} + X \frac{(1000 - A_{fl})}{100} + \left(K_1 + K_2 \frac{(1000 - A_{fl})}{100} \right) (6,3 - \theta_{ym})$	$EP_{H,0} + K_1 (6,3 - \theta_{ym})$

Tabell 2-12 Krav til høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til oppvarming (NS3701)

I ligningen benyttes verdier fra Tabell 2-13. Årsmiddeltemperaturen beregnes etter NS-EN ISO 15927-1.

Bygningskategori	Passivhus				Lavenergibygning			
	$EP_{H,0}$	X	K_1	K_2	$EP_{H,0}$	X	K_1	K_2
Barnehage	25	1,55	3,6	0,15	40	2,2	4,8	0,15
Kontorbygning	20	0,85	3,6	0,10	35	1,3	4,9	0,13
Skolebygning	20	1,30	3,5	0,15	30	1,7	4,1	0,22
Universitets- og høyskolebygning	20	1,50	3,7	0,10	35	2,0	4,7	0,10
Sykehus	20	1,30	4,7	0,15	35	1,9	6,0	0,10
Sykehjem	20	1,20	4,3	0,12	30	1,6	5,0	0,15
Hotellbygning	25	1,40	4,0	0,10	40	1,8	4,8	0,03
Idrettsbygning	20	0,80	3,8	0,10	35	0,8	5,1	0,10
Forretningsbygning	25	1,40	4,6	0,12	40	1,9	5,7	0,11
Kulturbygning	25	1,30	3,5	0,11	40	1,8	4,6	0,08
Lett industribygning, verksted	25	1,70	3,8	0,15	40	2,3	5,0	0,15

Tabell 2-13 Verdier for å bestemme kravet til netto spesifikt energibehov til oppvarming (NS3701)

2.6.3.3 Kjølebehov

For passivhus og lavenergibygninger skal kravet til høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til kjøling beregnes etter ligning i Tabell 2-14. Verdien bestemmes ut fra stedet der bygningen skal oppføres sin dimensjonerende utetemperatur sommer (DUT_s) og kjølebehovskoeffisienten (β) til bygningskategorien i henhold til Tabell 2-15a. (Standard Norge, 2012b, Kapittel 4.3)

DUT_s	Høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til kjøling kWh/(m ² ·år)
> 20 °C	$\beta (DUT_s - 20)$
≤ 20 °C	0

Tabell 2-14 Krav til høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til kjøling (NS3701)

Bygningskategori	Passivhus	Lavenergibygning
	β	β
Barnehage	0,75	0,75
Kontorbygning	1,4	2,1
Skolebygning	0,75	0,75
Universitets- og høyskolebygning	1,5	3,0
Sykehus	2,9	3,6
Sykehjem	1,6	2,3
Hotellbygning	1,5	2,2
Idrettsbygning	0,9	1,6
Forretningsbygning	3,3	4,8
Kulturbygning	1,2	1,9
Lett industribygning, verksted	1,1	1,8
MERKNAD Verdiene i tabellen gir ingen garanti for at termisk komfort tilfredsstilles.		

Tabell 2-15 Kjølebehovskoeffisient for å bestemme kravet til netto spesifikt energibehov til kjøling (NS3701)

2.6.3.4 Energiforsyning

Energiforsyning for passivhus og lavenergibygninger skal oppfylle krav gitt i byggteknisk forskrift. (Standard Norge, 2012b, Kapittel 4.5)

2.6.3.5 Minstekrav til bygningsdeler, komponenter, systemer og lekkasjetall

For passivhus og lavenergibygninger er minstekrav til bygningsdeler, komponenter, systemer og lekkasjetall gitt i Tabell 2-16. Lekkasjetallet n_{50} måles og dokumenteres ved ferdigstillelse av bygningen ved hjelp av trykktesting. (Standard Norge, 2012b, Kapittel 5)

Egenskap		Passivhus	Lavenergibygning
U -verdi vindu og dør ^a		$\leq 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\leq 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Normalisert kuldebroverdi, Ψ^n ^b		$\leq 0,03 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\leq 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner ^{c, d}		$\geq 80 \%$	$\geq 70 \%$
SFP-faktor ventilasjonsanlegg		$\leq 1,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$	$\leq 2,0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$
Lekkasjetall ved 50 Pa, n_{50}		$\leq 0,60 \text{ h}^{-1}$	$\leq 1,5 \text{ h}^{-1}$
Belysning	Dynamisk dagslys- og konstantlysstyring	Minst 60 % av installert effekt til belysning er underlagt styringssystemet	
	Dynamisk behovsstyring ved tilstedeværelse	Minst én styringsone per rom eller én styringsone per 30 m ² i større rom	
<p>^a U-verdier skal beregnes som gjennomsnittsverdi for de ulike bygningsdeler.</p> <p>^b Normalisert kuldebroverdi kan fravikes ved rehabiliteringsprosjekter der det er praktisk umulig å tilfredsstille kravet. Det skal da dokumenteres at kuldebroer ikke medfører problemer med inneklimate.</p> <p>^c Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad er gjennomsnittsverdien for alle for varmegjenvinnerne i bygningen.</p> <p>^d I bygninger der varmegjenvinning medfører risiko for spredning av forurensning eller smitte, er minstekravet til årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad $\geq 70 \%$.</p> <p>MERKNAD 1 I tillegg til krav satt her skal bygningen oppfylle minstekrav i forskrift om tekniske krav til byggverk (byggteknisk forskrift).</p> <p>MERKNAD 2 En bygning der bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall er innenfor minstekravene, vil ikke nødvendigvis tilfredsstille kravene knyttet til varmetapstall og høyeste beregnede netto spesifikt energibehov til oppvarming.</p>			

Tabell 2-16 Minstekrav til bygningsdeler, komponenter, systemer og lekkasjetall (NS3701)

2.6.3.6 Anbefalte U -verdier for bygningsdeler

Tabell 2-17 gir eksempler på U -verdier for passivhus og lavenergibygninger. Dette er veiledende verdier for å oppnå kravet til det totale varmetapstallet. (Standard Norge, 2012b, Kapittel B)

Egenskap	Passivhus $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Lavenergibygning $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
U -verdi yttervegg ^a	0,10 – 0,12	0,15 – 0,16
U -verdi tak ^a	0,08 – 0,09	0,10 – 0,12
U -verdi gulv ^{a, b}	0,08	0,10 – 0,12
<p>^a U-verdi regnes som gjennomsnittsverdi for de ulike bygningsdelene.</p> <p>^b U-verdi for gulv er en ekvivalent varmegjennomgangskoeffisient som inkluderer varmemotstanden i grunnen og redusert varmetransport gjennom gulv mot uoppvarmede rom/soner.</p>		

Tabell 2-17 eksempler på U -verdier for passivhus og lavenergibygninger (NS3701)

2.6.4 Fremgangsmåte for bestemmelse av kuldebroverdi

Bestemmelse av tilleggsvarmetap fra kuldebroer kan utføres på ulike måter: (SINTEF Byggforsk, 1999a, Kapittel 0.2)

- Grovestimering
- Tabelloppslag
- Manuell beregning
- Numerisk beregning

2.6.4.1 Grovestimering

Grovestimering blir gjerne benyttet tidlig i en prosjekteringssituasjon, og vil gi gjerne gi verdier som er svært mye til den sikre siden.

Kuldebroen klassifiseres først etter gruppe i henhold til Tabell 2-18 der kritisk isolasjonstykkelse er tykkelsen av det materialet som har minst isolasjonsevne rundt selve kuldebroen. (SINTEF Byggforsk, 1999b)

Gruppe	Kritisk isolasjonstykkelse, mm		
	$\lambda \leq 0,05$ W/(mK)	$\lambda \leq 0,12$ W/(mK)	$\lambda \leq 0,26$ W/(mK)
1	0	0	0
2	10	25	50
3	50	120	260
4	5/6 av tykkelsen til isolasjonen i omgivende konstruksjon		

Tabell 2-18 Klassifisering av kuldebro avhengig av varmeledningsevne til isolasjonsmateriale i kuldebroen og kritisk isolasjonstykkelse (Sintef byggforsk)

Deretter finnes kuldebroverdien ut fra gruppe og type tilslutning mellom bygningsdeler fra Tabell 2-19. For elementer i gruppe 3 eller 4 må det beregnes en Ψ_F -verdi der beregningsplan er lagt slik at éndimensjonal varmestrøm ut gjennom detaljen ikke er dekket gjennom den vanlige U-verdien, Ψ_F beregnes etter Formel 2-1. (SINTEF Byggforsk, 1999a, Kapittel 1)

$$\Psi_f = \frac{b \cdot \lambda}{t} \left[\frac{W}{mK} \right]$$

Formel 2-1

Der:

- b er bredden til skillevegg eller tykkelse på dekke
- λ er varmeledningsevnen til isolasjonsmaterialet
- t er tykkelsen til isolasjonen utenfor tilslutningsdetalj

Der det forekommer en utadgående kant og det er avstand mellom beregningsplan og isolasjonssjikt, beregnes det en verdi for Ψ_K etter Formel 2-2.

$$\Psi_k = 0,6\lambda + 2d \frac{\lambda}{t} \left[\frac{W}{mK} \right]$$

Formel 2-2

Der:

- λ er varmeledningsevnen til isolasjonsmaterialet i kuldebroen
- d er avstand mellom beregningsplan og isolasjonssjikt
- t er tykkelsen til isolasjonen

Tilslutningstype	Kuldebroverdier, Ψ W/(mK)			
	gruppe 1	gruppe 2	gruppe 3	gruppe 4
Kjellergolv/vegg	1,0	0,30	$0,10 + \Psi_K$	Ψ_K
Markfundament/ vegg	1,2	0,50	$0,15 + \Psi_F$	Ψ_F
Dør- og vindusutsparing	0,4	0,15	$0,05 + \Psi_K$	Ψ_K
Ytterveggshjørne	0,8	0,15	$0,05 + \Psi_K$	Ψ_K
Yttervegg/dekke	1,0	0,50	$0,10 + \Psi_F$	Ψ_F
Bærevegg/yttervegg	0,8	0,40	$0,05 + \Psi_F$	Ψ_F
Etasjeskiller mot balkong	1,2	0,80	$0,15 + \Psi_F$	Ψ_F
Loft/vegg	0,8	0,40	$0,10 + \Psi_K$	Ψ_K

Tabell 2-19 Kuldebroverdier (Sintef byggforsk)

2.6.4.2 Tabelloppslag

Tabelloppslag gir en relativt nøyaktig angivelse av kuldebroverdien så fremt man finner riktig detalj fra tabellene. (SINTEF Byggforsk, 1999a, Kapittel 2) Tabellene er utgitt av SINTEF byggforsk i byggdetaljblad 471.017. Dette detaljbladet er utgått i 2013 og er erstattet av byggdetaljblad 462.051 der det ikke lenger blir beskrevet kuldebroverdier ut fra tabelloppslag.

2.6.4.3 Manuell beregning

Manuelle beregninger kan utføres ved å koble sammen varmemotstandene for de enkelte bygningsdelene. Man lager da en kretsmodell som kan beregnes på samme måte som man beregner motstand i elektriske kretser. Det er en forutsetning at den som utfører beregningen har en god varmeteknisk kunnskap og forståelse for å kunne sette opp en tilfredsstillende modell. (SINTEF Byggforsk, 1999b, Kapittel 3)

2.6.4.4 Numerisk beregning

Numerisk beregning utføres ved at man deler en konstruksjonsdetalj opp i mange små elementer, hver slik del vil da vil da være tilnærmet lik naturlovene for varmestrøm og ha tilstrekkelig god nøyaktighet. Beregningen utføres deretter ved oppsett av stor ligningssystemer med data fra hundrevis av små elementer. (SINTEF Byggforsk, 1999b, Kapittel 4)

2.6.5 Fremgangsmåte for beregning av U-verdi

U-verdi beregnes for hver enkelt bygningsdel og er et mål på hvor lett bygningsdelen slipper gjennom varme. Den angir hvor mye varme som strømmer gjennom et areal på 1m² per tidsenhet og per grad temperaturforskjell mellom omgivelsene på hver side av bygningsdelen, og beregnes etter Formel 2-3. (SINTEF Byggforsk, 2018a, Kapittel 1)

$$U = \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Formel 2-3

Der

- R_{tot} er den samlede varmemotstanden til alle materialsjiktene i bygningsdelen inkludert varmeovergangsmotstand for begge sider av bygningsdelen som blir vurdert.

- ΔU er et korreksjonstillegg som tar hensyn til eventuelle luftspalter og mekaniske festemidler som går gjennom isolasjonen.

2.6.5.1 Beregning av total varmemotstand for elementer bestående av homogene sjikt

For elementer som består av homogene materialsjikt er total varmemotstand beregnet ut fra den samlede varmemotstanden til materialene inkludert utvendig og innvendig varmeovergangsmotstand. Varmemotstanden til hvert materialsjikt avhenger av materialets varmekonduktivitet og tykkelse og er beregnet ut fra Formel 2-4. (SINTEF Byggforsk, 2018a, Kapittel 2)

$$R = \frac{d}{\lambda_d} \left[\frac{m^2 K}{W} \right]$$

Formel 2-4

Der

- d er materialsjiktets tykkelse

- λ_d er materialets dimensjonerende varmekonduktivitet

Den samlede varmemotstanden til elementet blir deretter beregnet etter Formel 2-5.

$$R_{tot} = R_{se} + \sum R_i + R_{si} \left[\frac{m^2 K}{W} \right]$$

Formel 2-5

Der

- R_{se} er utvendig varmeovergangsmotstand

- $\sum R_i$ er summen av varmemotstand til hvert av sjiktene

- R_{si} er innvendig varmeovergangsmotstand

U-verdien til elementet blir deretter beregnet som den inverse verdien av den totale varmemotstanden til elementet etter Formel 2-6.

$$U = \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

Formel 2-6

2.6.5.2 Beregning av total varmemotstand for elementer bestående av sammensatte sjikt

For elementer bestående av sammensatte sjikt beregnes den totale varmemotstanden ut fra en øvre- og nedre grense for varmemotstanden til de forskjellige feltene, og andelen av materialet. (SINTEF Byggforsk, 2018a, Kapittel 4)

Øvre grenseverdi for varmemotstand beregnes ut fra Formel 2-7.

$$R_{tot,øvre} = \frac{1}{\frac{f_a}{R_{tot,a}} + \frac{f_b}{R_{tot,b}} + \dots + \frac{f_q}{R_{tot,q}}} \left[\frac{m^2 K}{W} \right]$$

Formel 2-7

Der

- f_a er arealandelen til felt a

- f_b er arealandelen til felt b

- $R_{tot,a}$ er total varmemotstand for felt a

- $R_{tot,b}$ er total varmemotstand for felt b

Nedre grenseverdi for varmemotstand beregnes ut fra Formel 2-8.

$$R_{tot,nedre} = R_{se} + \sum R_i + R_{si} \left[\frac{m^2 K}{W} \right]$$

Formel 2-8

Der

- R_{se} er utvendig varmeovergangsmotstand

- $\sum R_i$ er summen av varmemotstand til hvert av sjiktene

- R_{si} er innvendig varmeovergangsmotstand

Middelverdi for total varmemotstand beregnes deretter ut fra Formel 2-9.

$$R_{tot} = \frac{R_{tot,øvre} + R_{tot,nedre}}{2} \left[\frac{m^2 K}{W} \right]$$

Formel 2-9

2.6.5.3 Terrengbidrag

For yttervegger mot terreng og gulv på grunn skal det beregnes en ekvivalent U-verdi som tar hensyn til grunnens isolasjonsevne og bygningens utstrekning (SINTEF Byggforsk, 2018b, Kapittel 1.1)

For vegger mot terreng bestemmes den ekvivalente U-verdien til veggen ut fra Tabell 2-20. Her benyttes U-verdien til veggen uten bidrag fra grunnen og oppfyllingshøyden for å komme frem til U-verdien inkludert effektbidraget fra grunnen. (SINTEF Byggforsk, 2018b, Kapittel 2)

Oppfyllingshøyde, z m	Ekvivalent U-verdi for vegg mot terreng inkludert effekt av grunnen og oppfyllingshøyden, $U_{wg,b}$ (W/(m ² K))													
	U-verdi for vegg uten effekt av grunnen ¹⁾ , $U_{w,b}$ (W/(m ² K))													
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
0,5	0,094	0,14	0,18	0,23	0,27	0,31	0,35	0,39	0,43	0,51	0,59	0,66	0,73	0,80
1	0,092	0,13	0,18	0,22	0,26	0,29	0,33	0,36	0,40	0,46	0,52	0,58	0,64	0,69
1,5	0,090	0,13	0,17	0,21	0,24	0,28	0,31	0,34	0,37	0,42	0,48	0,52	0,57	0,61
2	0,088	0,13	0,16	0,20	0,23	0,26	0,29	0,32	0,34	0,39	0,44	0,48	0,52	0,55
2,5	0,087	0,12	0,16	0,19	0,22	0,25	0,28	0,30	0,32	0,37	0,41	0,44	0,47	0,50
3	0,085	0,12	0,15	0,18	0,21	0,24	0,26	0,28	0,31	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47
3,5	0,084	0,12	0,15	0,18	0,20	0,23	0,25	0,27	0,29	0,32	0,36	0,38	0,41	0,43
4	0,082	0,12	0,15	0,17	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39	0,41
5	0,080	0,11	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,28	0,30	0,33	0,35	0,36
6	0,077	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,22	0,23	0,26	0,28	0,30	0,32	0,33
7	0,075	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,19	0,21	0,22	0,24	0,26	0,27	0,29	0,30

Tabell 2-20 Ekvivalent U-verdi for vegger mot terreng (løsmasser) inkludert effekt av grunnen og oppfyllingshøyden. (Sintef byggforsk)

For gulv på grunn bestemmes ekvivalent U-verdi for bygninger med karakteristisk bredde over 12 meter ut fra Tabell 2-21. Beregningen går ut fra U-verdien til gulvet uten effektbidrag fra grunnen, oppfyllingshøyde og karakteristisk dimensjon på gulv som beregnes etter Formel 2-10. (SINTEF Byggforsk, 2018b, Kapittel 3)

$$B = \frac{A}{0,5P} \quad [m]$$

Formel 2-10

Der

- A er oppvarmet bruksareal (BRA)
- P er gulvets eksponerte omkrets

Oppfyllingshøyde, z m	Ekvivalent U-verdi for gulv på grunnen, $U_{fg;b}$ og $U_{fg;sog}$ ($W/(m^2K)$)								
	U-verdi for gulv uten effekt av grunnen, $U_{r;b}$ og $U_{r;sog}$ ($W/(m^2K)$)								
	0,15			0,30			0,60		
	Kar. dimensjon av gulv, B			Kar. dimensjon av gulv, B			Kar. dimensjon av gulv, B		
	12 m	25 m	50 m	12 m	25 m	50 m	12 m	25 m	50 m
0	0,10	0,083	0,059	0,17	0,12	0,077	0,24	0,15	0,094
0,5	0,10	0,082	0,059	0,16	0,12	0,076	0,23	0,15	0,093
1	0,10	0,081	0,058	0,16	0,11	0,075	0,22	0,14	0,091
1,5	0,10	0,080	0,058	0,16	0,11	0,074	0,21	0,14	0,089
2	0,099	0,079	0,057	0,15	0,11	0,073	0,21	0,14	0,088
2,5	0,098	0,079	0,057	0,15	0,11	0,073	0,20	0,14	0,086
3	0,097	0,078	0,056	0,15	0,11	0,072	0,20	0,13	0,085
3,5	0,096	0,077	0,056	0,14	0,11	0,071	0,19	0,13	0,084
4	0,095	0,076	0,056	0,14	0,10	0,070	0,19	0,13	0,083
5	0,093	0,075	0,055	0,14	0,10	0,069	0,18	0,12	0,080
6	0,090	0,073	0,054	0,13	0,099	0,068	0,17	0,12	0,078
7	0,088	0,072	0,053	0,13	0,096	0,066	0,16	0,12	0,076

Tabell 2-21 Ekvivalent U-verdi for gulv på grunnen, $U_{fg;sog}$ eller $U_{fg;b1}$ for større bygninger med karakteristisk bredde, B , over 12 m. Det kan interpoleres mellom verdiene. (Sintef byggforsk)

2.6.6 Fremgangsmåte for beregning av varmetapstall for transmisjons og infiltrasjonsvarmetap

Varmetapstallet til en bygning er gitt ved Formel 2-11. (Standard Norge, 2012b, Kapittel 4.1)

$$H_{tr,inf}'' = \frac{H_{tr,inf}}{A_{fl}} \left[\frac{W}{m^2K} \right]$$

Formel 2-11

Varmetransportkoeffisienten beregnes ut fra Formel 2-12: (Standard Norge, 2016, Kapittel 6.1)

$$H_{tr,inf} = H_D + H_U + H_g + H_{inf} \left[\frac{W}{K} \right]$$

Formel 2-12

Der

- H_D er direkte varmetransmisjonstap til det fri
- H_U er varmetransmisjonstap til uoppvarmede soner
- H_g er varmetap mot grunnen
- H_{inf} er infiltrasjonsvarmetap

2.6.6.1 Direkte varmetap

Det direkte varmetransmisjonstapet for bygningsdeler regnes i henhold til SN/TS 3031:2016 etter Formel 2-13. (Standard Norge, 2016, Kapittel 6.1.1)

$$H_D = \sum_i U_i A_i + \sum_k \Psi_k l_k + \sum_j X_j \left[\frac{W}{K} \right]$$

Formel 2-13

Der

- U_i er U-verdien til hver enkelt bygningsdel
- A_i er arealet til bygningsdelen
- Ψ_k er lineær kuldebroverdi
- l_k er lengden av kuldebroen
- X_j er varmegjennomgangskoeffisienten for punktkuldebroer

2.6.6.2 Varmetap til uoppvarmede soner

H_u er spesifikt varmetap for elementer som vender mot uoppvarmede rom eller soner og beregnes etter Formel 2-14. (Standard Norge, 2016, Kapittel 6.1.2)

$$H_U = b \times H_{iu} \left[\frac{W}{K} \right]$$

Formel 2-14

Der

- b er varmetapsfaktoren for redusert varmetransport på grunn av det uoppvarmede rommet/sonen
- H_{iu} er direkte varmetransmisjonstap mellom den oppvarmede delen av bygningen og den uoppvarmede sonen.

2.6.6.3 Varmetap mot grunnen

Varmetap mot grunnen berregnes etter Formel 2-15: (Standard Norge, 2017)

$$H_g = A \cdot U + P \cdot \Psi_{wf} \left[\frac{W}{K} \right]$$

Formel 2-15

Der:

- A er arealet av gulv på grunn
- U er u -verdien til gulv på grunn inkludert effektbidrag fra grunnen
- P er eksponert lengde av kuldebroen for overgangen mellom vegg og gulv
- Ψ_{wf} er den lineære kuldebroverdien for overgangen mellom vegg og gulv

2.6.6.4 Infiltrasjonsvarmetap

Varmetransportkoeffisienten for infiltrasjon berregnes etter Formel 2-16. (Standard Norge, 2016, Kapittel 6.1.4)

$$H_{inf} = 0,33n_{inf}V \left[\frac{W}{K} \right]$$

Formel 2-16

Der:

- Faktoren 0,33 er luftens varmekapasitet per volum
- n_{inf} er luftskifte for infiltrasjonen og berregnes ut fra lekkasjetall og terrengkoeffisienter
- V er oppvarmet luftvolum i bygningen

Luftskifte for infiltrasjon berregnes etter Formel 2-17.

$$n_{inf} = n_{50} \times e \quad [h^{-1}]$$

Formel 2-17

Der:

- n_{50} er lekkasjetall ved 50 Pa
- e er terrengskjermingskoeffisient gitt i Tabell 2-22

Beskrivelse	Koeffisient, e	Koeffisient, f
Alle bygningskategorier og skjermingsklasser	0,07	15

Tabell 2-22 Standardverdier for terrengskjermingskoeffisientene e og f (SN/TS 3031)

2.7 Lastgrunnlaget

2.7.1 Bruksgrensetilstand

Bruksgrensetilstanden brukes for å kunne definere konstruksjonens funksjonsdyktighet. Dette gjelder beregninger av forskyvninger og deformasjoner av forskjellige konstruksjonsdeler. Ved beregning i bruksgrensetilstanden brukes angitte laster uten bruk av lastfaktor. Deformasjonen av elementer kan regnes med tre forskjellige lastkombinasjoner etter Tabell 2-23.

Lastkombinasjoner	Permanente laster	Dominerende last	Øvrige variable laster
	γ_{Gi}	γ_{Qi}	γ_i
Karakteristisk	1,0	1,0	0,7
Ofte forekommende	1,0	0,7	0,6
Tilnærmet permanent	1,0	0,6	0,6

Tabell 2-23 Lastfaktorer for bruksgrensetilstanden (Norsk standard)

Lastkombinasjonen «Ofte forekommende» og «Tilnærmet permanent» gir en redusert sannsynlighet for at en konstruksjon blir utsatt for de variable lastene i en permanent tilstand. Den karakteristiske tilstanden er den ugunstigste kombinasjonen, og vil gi de største variable lastene. Lastene vil vanligvis være kortvarige, og gir et mindre krav. (Per Kr. Larsen, 2008)

Krav til nedbøying vil kunne variere fra prosjekt til prosjekt, og kan bli fastsatt av byggherre. NS-EN 1990 gir kravene i Tabell 2-24:

Konsekvenser	Lastsituasjon som brukes	Anbefalte største tillatte nedbøyningsverdier
Konstruksjon der nedbøying fører til skader	karakteristisk	fastsettes i det enkelte prosjekt
Konstruksjoner der det stilles krav på grunn av bruk eller utstyr	ofte forekommende	fastsettes i det enkelte prosjekt
Konstruksjoner med alminnelige brukskrav eller estetiske krav	tilnærmet permanent	L/200 – L/250

Tabell 2-24 Krav til maksimal nedbøying (Norsk standard)

2.7.2 Bruddgrensetilstand

Bruddgrensetilstanden kontrollerer konstruksjonen for sammenbrudd eller konstruksjonsvikt. Det gis krav om at det alltid skal betraktes to lastkombinasjoner for hvert tilfelle. Lastfaktorene vil gi nødvendig sikkerhet for at unormale og uforutsatte

laster vil kunne oppstå. Tilstanden gis ved bruk av lastfaktorer for de ulike lastene gitt i Tabell 2-25. Ligningen som gir størst lastvirkning skal velges. (Per Kr. Larsen, 2008)

Lastkombinasjoner som skal påvises	Permanente laster		Dominerende variabel last Q_i	Øvrige variable laster Q_i
	Ugunstig	Gunstig		
	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Qi}\psi_{0,i}$	$\gamma_{Qi}\psi_{0,i}$
B1 (Ligning 6.10a)	1,35	1,00	1,05	1,05(0,90)*
B2 (Ligning 6.10b)	1,20	1,00	1,50	1,05(0,90)*

*Dersom øvrige variable laster er vindlast eller temperaturlast skal verdien 0,90 nyttes.

*Nyttelast på tak (unntatt snølast) skal ikke inkluderes i en lastkombinasjon dersom denne nyttelasten tilhører kategorien *øvrige variable laster*.

Tabell 2-25 Lastfaktorer ved forenklet påvisning i bruddgrensetilstanden i pålitelighetsklasse 3 (Rørvik og Årskog)

2.7.2.1 Variable laster

De variable lastene kan variere både i størrelse og i varighet. Typiske variable laster på konstruksjoner er snølast, vindlast og nyttelast. Lastene er uforutsigbare, og kan fungere hvor som helst på konstruksjonen. Riktig plassering av lastene ved dimensjonering er kritisk for å kunne gi den mest ugunstige plasseringen. Størrelsen på lastene er standardiserte verdier ut fra erfaringer, bruksområde og plassering for konstruksjonen. De variable lastene har en usikker karakter, og har derfor ofte en større lastfaktor enn de permanente lastene. (Tarald Rørvik & Vemund Årskog, 2010)

2.7.2.2 Nyttelast

Verdier for vertikale nyttelaster i ulike typer konstruksjoner er standardiserte verdier som finnes i NS-EN 1991-1-1. Konstruksjonene blir delt opp i bygningskategorier fra A til E. Tabell 2-26 gir eksempler på ulike typer bygg under kategoriene. Eventuelle angitte bruksendringer for bygningen må tas hensyn til i prosjekteringen. Nyttelastene blir oppgitt i KN/m² og KN. Begge lasttypene skal kontrolleres, og største lastvirkning skal brukes. Punktlasten skal kunne plasseres på den mest ugunstige plassen fordelt på et areal på 50x50 cm. Begge typene av last skal fungere alene. (Tarald Rørvik & Vemund Årskog, 2010)

Kategori	Bruk	Eksempler	q_k (kN/m ²)	Q_k (kN)
A	Arealer for inneaktiviteter og hjemmeaktiviteter	Rom i boligbygg og hus; rom og avdeliger i sykehus; soverom i hoteller og gjestgiverier; kjøkken og toaletter.		
		- Gulv	2,0	2,0
		- Trapper	3,0	2,0
		- Balkonger	4,0	2,0
		- Loft med liten takhøyde eller begrenset adgang	1,0	1,5
B	Kontorarealer		3,0	2,0
C	Arealer hvor personer kan samles (med unntak av arealer som er definert i kategori A, B, D og E)	Arealer med bord, for eksempel i skoler, kafeer, restauranter, spisesaler, leserom, resepsjoner. C1	3,0	4,0
		Arealer med faste seter, for eksempel arealer i kirker, teatre, kinosaler, konferanserom, forelesningssaler, forsamlingsaler, venterom og lignende. C2	4,0	4,0
		Arealer uten hindringer for personer i bevegelse, for eksempel arealer i museer, utstillingsrom, ankomstråder i offentlige bygg, administrasjonsbygg, hoteller C3	5,0	4,0
		Arealer med mulige fysiske aktiviteter, for eksempel dansesaler, gymnastikkrom, scener og lignende C4	5,0	7,0
		Arealer som lett overfylles, for eksempel i bygg for offentlig bruk som konsertsaler, idrettshaller inklusive tribuner og atkomstområder, utendørs idrettsanlegg C5	5,0	4,0
D	Forretningsarealer	Arealer i detaljhandel, varehus, bok- og papirhandel ... D1	5,0	4,0
		Arealer belastet med pallet papir og lignende D2	5,0	7,0
E	Arealer for oppsamling av varer, innbefattet ankomstråder	Arealer for oppbevaring, innbefattet biblioteker. E1	7,5	7,0

Tabell 2-26 Karakteristiske nyttelaster på gulv (Rørvik og Årskog)

2.7.2.3 Snølast

Det nasjonale tillegget til NS-EN 1991-1-3 oppgir grunnverdi på snølaster for alle kommunene i landet. Snølasten er oppgitt i KN/m² på mark. Snølasten er en 50-årslast, og gir en sannsynlighet på 98% for å ikke overskride på et enkelt år. Lasten kan øke i takt med høyden over havet. Snølasten må derfor omregnes til ønsket høydemeter over havet etter Formel 2-18.

$$S_k = S_{k0} + n\Delta S_k$$

Formel 2-18

Der

- S_k er karakteristisk snølast på mark på byggestedet

- S_{k0} er grunnverdien for karakteristisk snølast i kommunen

- H_g er høydegrensen for kommunen

- n er $\frac{H-H_g}{100}$, der n avrundes oppover til nærmeste heltall

- ΔS_k er snølasttillegg per 100m

Takformen har betydning for laststørrelsen. Det må alltid tas hensyn til forskjellige snøoppsamlingspunkt slik som lavpunkter, oppbygg og rundt reklameskilter. Dersom nederste del av skråtaket avsluttes med en brytning, snøfanger eller annen oppbygging

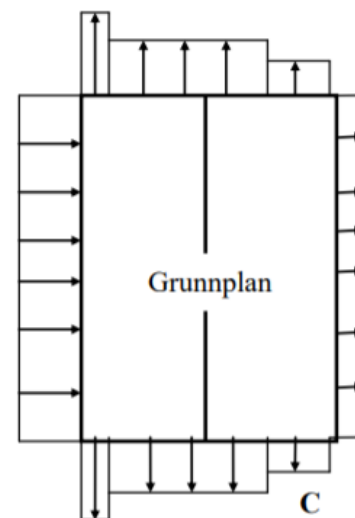
skal formfaktoren ikke settes til mindre enn 0,8. Tabell 2-27 oppgir formfaktor for forskjellige takfall. (Tarald Rørvik & Vemund Årskog, 2010)

Formfaktor	Takvinkel		
	$0^\circ < \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60^\circ - \alpha)/30^\circ$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8\alpha/30^\circ$	1,6	-

Tabell 2-27 Formfaktor for saltak, pulttak og sagtak (Rørvik og Årskog)

2.7.2.4 Vindlast

Vindlast blir beregnet ut ifra den største vindhastigheten som i gjennomsnitt skjer hvert 50. år. Vindstyrken som blir brukt er et gjennomsnitt av hastigheten i en 10 minutters periode. Lasten vil kunne variere av faktorer som nabobygg, topografi, årstid, beliggenhet og byggets egen form. Bygget kan bli inndelt både i høyden og i grunnplanet, og fordeler forskjellige soner med trykk og sug krefter (Figur 2-7). (Tarald Rørvik & Vemund Årskog, 2010)



Figur 2-7 Arealsoner vindlast (Rørvik og Årskog)

2.7.3 Permanente laster

Permanente laster vil være konstruksjonens egen tyngde, og alle konstruksjonsdeler som virker permanent på konstruksjonen. Lastene har en bestemt retning, størrelse og fast plassering. Flyttbare bygningsdeler slik som skillevegg skal alltid regnes som en fri last og skal plasseres på den mest ugunstige stillingen. Lastene finnes ved å multiplisere volumet av enheten med tyngdetettheten. (Per Kr. Larsen, 2008)

2.7.4 Ulykkeslaster

2.7.4.1 Jordskjelv

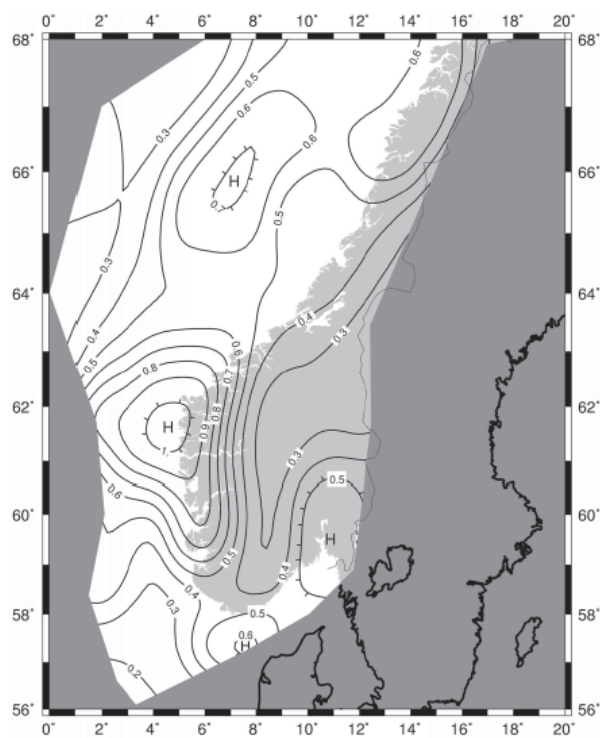
Jordskjelv er bevegelser og ristninger i bakken som blir forårsaket av bevegelser i jordskorpen. Størrelsen på jordskjelvet kan måles i seismisk moment. Formålet med prosjekteringen av seismiske laster er at skadeomfanget skal begrenses, menneskeliv beskyttes og at byggverk som er viktige for sivilbefolkningen blir operative. Tabell 2-28 viser klassifisering av bygninger. (Norsk Standard, 2014)

Seismisk klasse	Bygninger
I	Bygninger av mindre betydning for offentlig sikkerhet, for eksempel jordbruksbygninger osv.
II	Vanlige bygninger, som ikke hører til i de andre kategoriene.
III	Bygninger med en seismisk motstand som er av betydning på grunn av konsekvensene knyttet til sammenbrudd, for eksempel skoler, aulaer, kulturinstitusjoner osv.
IV	Bygninger der det er av største viktighet for beskyttelse av liv og helse at de forblir uskadd under jordskjelv, for eksempel sykehus, brannstasjoner, kraftstasjoner osv.

MERKNAD De seismiske klassene I, II, III eller IV tilsvarer omtrent henholdsvis konsekvensklasse CC1, CC2 og CC3, definert i NS-EN 1990:2002, tillegg B.

Tabell 2-28 Seismiske klasser for bygninger (Norsk standard)

Spissverdier for grunnens akselerasjon gis ut av Norsk Standard og kan leses ut av Figur 2-8. Verdiene brukes for å kunne gå videre i de seismiske beregningene. Stabiliteten til bygge vil til slutt dokumenteres. (Norsk Standard, 2014)



Figur NA.3(901) – Seismiske soner i det sørlige Norge, $a_{g0.1Hz}$ i m/s^2

Spissverdi for berggrunnens akselerasjon $a_{g0.1Hz}$ med en returperiode på 475 år for sørlige Norge.
Referansespissverdien for berggrunnens akselerasjon, a_{gR} , settes lik $0,8 \cdot a_{g0.1Hz}$

Figur 2-8 Seismiske soner i det sørlige Norge (Norsk standard)

2.7.4.2 Brann

Branndimensjoneringen for bygg vil omfatte risiko og konsekvensanalyser i en brannsikkerhetsstrategi. Strategien omfatter brannteknisk oppdeling av bygget, rømningsveiene, de aktive branntiltakene og hvordan disse vil fungere i en brannsituasjon. Analysene av bygget kan gjøres på to måter. En risikoanalyse vil kunne avdekke hele det totale brannrisikobildet i bygget. Verdiene bli da satt opp mot risikoakseptkriterier. Det andre alternativet blir å se bygget opp mot et referansebygg i en komparativ analyse. Prosjektet bygg må oppnå lik eller bedre risiko enn referansebygget som har en akseptabel risiko. («NS 3901:2012», 2012)

2.7.5 Arealreduksjon

Arealreduksjon kan brukes i enkelte tilfeller for å kunne redusere nyttelasten. Reduksjonsfaktoren tar hensyn til at sannsynligheten for at et stort gulvareal blir belastet maksimalt på samme tid er liten. For brukskategoriene A-E beregnes reduksjonsfaktoren etter Formel 2-19. (Per Kr. Larsen, 2008)

$$\alpha_A = 5 \frac{\Psi_0}{7} + \frac{15}{A} \leq 1$$

Formel 2-19

Der:

$$-\alpha_A \geq \Psi_0$$

$$-\alpha_A \geq 0,6$$

$$-\Psi_0 = 0,7 \text{ for brukskategori A-D}$$

$$-\Psi_0 = 1 \text{ for brukskategori E}$$

Et belastningsareal på mindre enn 30m² vil ikke gi reduksjon.

For elementdekker skal arealet regnes ut ifra elementets areal.

2.7.6 Etasjereduksjon

Etasjereduksjon gir en reduksjonsfaktor for søyler og vegger. Denne kan brukes i brukskategoriene A-D for å redusere nyttelastene i etasjene over den konstruksjonsdelen som skal dimensjoneres. Sannsynligheten for at alle overliggende etasjene har fullt utnyttet nyttelast er minimal, og en vil da kunne bruke reduksjonsfaktoren etter Formel 2-20.

$$\alpha_n = \frac{[2 + (n - 2) \cdot 0.7]}{n}$$

Formel 2-20

Der:

-n er antall etasjer over den belastede konstruksjonsdelen

Plater og bjelker skal kun beregnes med arealreduksjonsfaktor på nyttelasten. For søyler og vegger kan enten etasjereduksjon eller arealreduksjon benyttes. På snølast skal ingen av reduksjonsfaktorene brukes. (Tarald Rørvik & Vemund Årskog, 2010)

2.7.7 Pålitelighetsklasse

Norsk Standard har definert ulike pålitelighetsklasser for konstruksjoner. Disse benyttes for å kunne skille krav for ulike konstruksjoner når det gjelder prosjektering og utførelse. Inndelingen av pålitelighetsklassene gjøres ved å se på konsekvensen av et brudd av enten hele eller deler av konstruksjonen. Eksemplene i Tabell 2-29 er veiledende, og må vurderes ut ifra forskjellige grensetilfeller. Konstruksjonene må tåle normale belastninger. Dette defineres med egenvekt og variable laster i form naturlaster og nyttelaster. For konstruksjoner på land er det også aktuelt å dimensjonere for jordskjelv. For pålitelighetsklassene 2,3 og 4 skal det også undersøkes for ulykkessituasjonen brann. (Tarald Rørvik & Vemund Årskog, 2010)

Pålitelighetsklasse	Bruddkonsekvens	Eksempler på konstruksjoner
1	Liten	Småhus, rekkehus, mindre lagerbygg, landbruksbygg, kaier og fortoyingsanlegg for sport og fritid.
2	Middels	Større boligbygg, skoler, kontor- og forretningsbygg, institusjonsbygg, fiskerihavner, kaier, industrianlegg, tårn.
3	Stor	Byggverk for større menneskemengder: tribuner, kinosaler, sportshaller, kjøpesentre og lignende. Dammer, veg- og jernbanebruer, marine konstruksjoner for petroleumsindustri.
4	Særlig stor	Atomreaktorer. Lager for radioaktivt avfall.

Tabell 2-29 Inndeling i pålitelighetsklasser med eksempler på konstruksjoner (Rørvik og Årskog)

Pålitelighetsklassen påvirker størrelsen på de tillatte variable lastene. Tabell 2-30 viser reduksjonsfaktoren for gitt pålitelighetsklasse.

Lasttype	Pålitelighetsklasse	
	1	2 og 3
Variable laster	0,9	1.0

Tabell 2-30 Reduksjonsfaktor for variable laster i pålitelighetsklasse 1 (Rørvik og Årskog)

2.8 Eksempler på energisparende tiltak i prosjekter

2.8.1 Scandic Portalen

På hotell Scandic Portalen i Lillestrøm er det brukt en hvit takmembran på hele taket. En slik membran kan bidra til at behovet for kjøling på de varmeste dagene blir redusert, da den hvite overflaten hindrer at takoverflaten overopphetes. Den hvite overflaten vil reflektere solstrålene slik at energien ikke omdannes til varme i takkonstruksjonen. (Byggmesteren, 2018)

2.8.2 Brynseng skole

Brynseng skole i Oslo er bygget som et nullenergibygg med landets største innebygde solcellefasade. Solcelleanlegget i fasaden skal kunne levere 105000kwh/år og den strømmen som ikke skolen selv bruker blir sendt videre ut på strømmettet. Panelene er spesialtilpasset til bygget og er utstyrt med sikkerhetsglass for å tåle påkjenninger som ballspill i skolegården. (Kilde, 2017)

Skolen er også utstyrt med 20 energibrønner boret i bakken og vindusflatene er optimalisert for mest mulig bruk av dagslys. (Kilde, 2017)

Skolen har et målt energiforbruk som er omtrent 70% lavere enn i et ordinært Tek10 bygg og har passivhus standard. (Strand, 2017) I tillegg er det lagt til rette for at elever og lærere kan følge med på skolens energiregnskap. (Utdanningsdirektoratet, 2017)

I flerbrukshallen som ligger i femte og sjette etasje er det installert spesialglass som gir dagslys til hallen, men slipper ikke inn solvarme. Disse rutene består av fire lag glass og har små, ugjennomsiktige plastrør stablet oppå hverandre mellom to fiberduker inne i glasset. (Strand, 2017)

2.8.3 Powerhouse Brattørkaia

Powerhouse Brattørkaia ligger i Trondheim og vil gjennom driftsfasen generere mer energi enn det som blir brukt til produksjon av byggematerialer, oppføring, drift og avhending av bygget. Bygningen er konstruert svært tett med lite behov for oppvarming og med god ventilasjon. Arkitekturen sørger for optimal utnyttelse av solen og bygget er klassifisert som «BREEAM Outstanding». (Powerhouse, udatert)

Powerhouse Brattørkaia vil ha et strømforbruk på ca. 20kwt/m² i året, noe det vil produsere selv, til sammenligning har et gjennomsnittlig kontorbygg i Norge i dag et forbruk på 200kwt/m² i året. (ZEB, udatert)

For å oppnå et lavest mulig energiforbruk benyttes det frikjøling mot sjøvann, sjøvannsbasert varmepumpe for oppvarming, utstrakt bruk av styring av luft, temperatur

og lys, meget lave U-verdier, høyeffektiv varmegjenvinning, fortrenningsventilasjon og en kompakt bygningskropp. (Framtidens bygg, udatert)

3 MATERIALER OG METODE

Vi vil i dette kapittelet presentere de forskjellige programmene og metodene vi har benyttet for å utføre prosjektet.

3.1 Litteraturstudier

Vi begynte oppgaven med å søke opp relevant informasjon om passivhus, livsløpsanalyse og forskjellige materialer. For å finne informasjonen har vi blant annet brukt Oria, Google, Standard.no og Byggforsk.no

Vi har brukt Oria for å søke etter relevante bøker og student- og masteroppgaver. Søkeord som er blitt brukt her er: Passivhus, massivtre, livsløpsanalyse, osv.

Standard.no har vi brukt for å finne relevante standarder for oppgaven. Standardene vi har benyttet er:

- NS 3701:2012 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger – Yrkesbygninger.
- NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger.
- SN/TS 3031:2016 Bygningers energiytelse - beregning av energibehov og energiytelse.
- NS-EN ISO 13370:2017 Bygningers termiske egenskaper - Varmeoverføring via grunnen – Beregningsmetoder
- NS-EN 1995-1-1:2004 Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner
- NS-EN 1991-1-6:2005 Eurokode 1: Laster på konstruksjoner
- NS-EN 1993-1-1:2005 Eurokode 3: Prosjektering av stålkonstruksjoner

Byggforsk.no har blitt benyttet for å finne relevante byggdetaljblader for oppbygging av de forskjellige bygningselementene. Her har typiske søkeord vært: massivtre, varmetap, kuldebroberegning, energiberegning, oppbygging etasjeskiller, etasjeskiller massivtre, oppbygging takkonstruksjon, livsløpsvurdering, egenlast, snølast, nyttelast, brann, lyd og etasjeskiller betong.

Vi har også benyttet oss av lærebøker og kompendier brukt gjennom studieløpet:

- Trehus (SINTEF Byggforsk, 2017)
- Betongkonstruksjoner(Svein Ivar Sørensen, 2017)
- Dimensjonering av stålkonstruksjoner(Per Kr. Larsen, 2015)
- Trekonstruksjoner – Beregning og dimensjonering(Eie, 2016)

3.2 Befaring

For å oppnå en bedre forståelse av hvordan etterspente betongkonstruksjoner blir utført, var vi den 13.05.2019 på befaring på PEAB sitt prosjekt Fri sikt på Volsdalsberga. Her oppføres det i første fase 65 leiligheter fordelt på tre bygg. (PEAB, udatert) Byggene oppføres med bruk av etterspente dekker og ellers støpte bærende konstruksjoner. Vi fikk en kort innføring i hvordan spennkablene blir fordelt i dekkene, og vi fikk se hvilke tiltak som gjøres før støp. Befaringen var veldig lærerik, og ga oss svar på en del spørsmål vi hadde angående praktisk utførelse av etterspente dekker.

3.3 Data

Vi vil her gi en kort presentasjon av digitale hjelpemidler vi har brukt for å utføre oppgaven og hva vi har brukt disse til.

3.3.1 AutoCAD

AutoCAD er et tegneprogram som basere seg på tegninger i 2D, men kan også brukes for å lage tegninger i 3D. (Autodesk, 2019) Programmet er utviklet av Autodesk. Vi har brukt programmet til å modellere skisser og momentdiagrammet i 2D.

3.3.2 Revit

Revit er et program utviklet av Autodesk, som baserer seg på tegninger i 3D. Programmet blir benyttet til å modellere bygninger og strukturer. Vi har brukt dette til å modellere opp de to løsningene for utførelse, skape plan-, snitt- og detaljtegninger i 2D og hente ut materialmengder.

3.3.3 Lumion

Lumion er et visualiseringsprogram for å kunne gjøre 3D tegninger om til film. Programmet gir mulighet til å kunne lage et miljø rundt tegningene. Vi har brukt dette til å kunne gi en visualisering av bygget for presentasjon av oppgaven.

3.3.4 Eurocode Express

EurocodeExpress er et beregningsprogram fra RUNET som tar for seg konstruksjoner i 2D. Programmet baserer seg på Eurokodene med nasjonale tillegg. Ved analyse av elementer og konstruksjoner genererer programmet oversiktlige tabeller og diagrammer som forenkler bruk og forståelse av Eurokodene. (RUNET, udatert)

Vi har brukt EurocodeExpress som et hjelpemiddel til å kontrollere utregningene vi har gjort for hånd. De elementene som har blitt kontrollert er bjelker og søyler i stål og tre, samt søyler i betong for flatdekker.

- For søyler og bjelker i stål har vi benyttet Eurocode 3
- For søyler og bjelker i tre har vi benyttet Eurocode 5
- For søyler i betong har vi benyttet Eurocode 2

3.3.5 Calculatis

Calculatis er et beregningsprogram av Stora Enso som tar for seg enkeltkomponenter i en konstruksjon. Programmet har ikke utviklet en versjon for bruk av Norsk Standard, men har gjort det mulig å få kunne endre både på lastfaktorer og materialegenskaper i henhold til Norsk Standard. Calculatis baserer seg på å dimensjonere forskjellige varianter av tre og stål med hovedfelt i massivtre. Programmet er brukervennlig, og gir ut forståelige rapporter fra beregningene. I dimensjoneringen kan en også ta hensyn til brannklassene, både med og uten beskyttelseskledning. Vi har benyttet programmet for å dimensjonere massivtredekkker for etasjeskiller og tak.

3.3.6 One Click LCA

Bionova Ltd er verdensledende innen livssyklusvurdering og karbonmåling. Det er Bionova som er utviklerne av One Click LCA, som er en programvare som gir mulighet for livssyklusvurderinger og beregning av livssyklus kostnader og andre miljøpåvirkninger på en enkel måte.

Klimagassanalyser er obligatorisk for alle Statsbygg sine nybyggprosjekter, og Statsbygg har vært en stor bidragsyter til utviklingen av programmet. Statsbygg benyttet tidligere et program kalt Klimagassregnskap.no, som var den mest benyttede modellen for klimagassregnskap i byggeprosjekter. (Statsbygg, udatert)

One Click LCA gir vesentlige forbedringer på teknisk plattform, datagrunnlag, brukerstøtte og brukervennlighet, porteføljefunksjonalitet, mer automatiserte inndata, oppdatert datagrunnlag med mer. Programmet er kompatibelt med norske standarder og BREEAM-NOR. (Statsbygg, udatert)

3.4 Fremgangsmåte

Vi vil her beskrive hvilken fremgangsmåte vi har benyttet for å komme frem til resultatene gitt i kapittel 4 og Kapittel 5

3.4.1 Modellering

For å ha et grunnlag for dimensjonering og mengdeberegning av materialer for bygget har vi ut fra tegninger på papir utgitt av PEAB (Vedlegg 1), modellert bygget i Revit. Vi har modellert to forskjellige hovedløsninger for utførelse der løsning 1 baserer seg på mest mulig bruk av massivtre (Vedlegg 2), og løsning 2 baserer seg på en løsning i betong som skal være mest mulig lik den prosjekterte løsningen fra PEAB (Vedlegg 3).

3.4.2 Valg av materialer

Vi har for de to hovedløsningene valgt materialer ut fra et mål om å få et minst mulig klimagassutslipp, men samtidig benytte materialer som er mye brukt og allment akseptert i byggebransjen. For å best mulig kunne vurdere de forskjellige løsningene opp mot hverandre har vi benyttet de samme materialene for vinduer og glassfasade, varmeisolasjon, plate på mark og innervegger. I tillegg er det noen mindre elementer vi har valgt å se bort fra i beregningen for å forenkle oppgaven, dette er blant annet overlys og opphengte grupperom over vrimletorget.

I løsning 1 med bruk av massivtreelementer i etasjeskiller, takkonstruksjon og vegger har vi valgt å beregne en løsning med bruk av søyler og bjelker i stål, og en løsning med søyler og bjelker i limtre.

I løsning 2 med bruk av betong i etasjeskiller, takkonstruksjon og vegger har vi sett på løsninger med to forskjellige typer betong. Den ene betongen er den typen som vanligvis blir brukt av PEAB i deres prosjekter, den andre betongen er en lavkarbonbetong som skal ha mindre klimagassutslipp enn de tradisjonelle betongene.

3.4.3 Lastgrunnlag

Snølasten i dimensjoneringen er beregnet etter Formel 2-18 ut fra karakteristisk snølast på mark i Volda kommune. Lasten har også en formfaktor gitt i Tabell 2-27 for flatt tak.

Nyttelast er bestemt ut fra Tabell 2-26 og gir en nyttelast i kategori C1. Denne vil gjelde for skoler, kafeer, leserom osv. Nyttelasten har også en arealreduksjon beregnet etter Formel 2-19. Vi har valgt å bruke arealreduksjon på alle konstruksjonsdelene utenom dekkene.

Tabell 2-29 gir bygningen pålitelighetsklasse 2. Dette vil fra Tabell 2-30 gi en faktor på nyttelastene til 1.

Egenlast er gitt av volum multiplisert med tyngdetettheten til materialet.

Alle lastene er utregnet i bruddgrensetilstand ved bruk av lastfaktorer fra Tabell 2-25.

All nedbøying er gitt i bruksgrensetilstand og er utregnet i en karakteristisk tilstand fra Tabell 2-23

3.4.4 Dimensjonering

Dimensjoneringen av bygget er gjort ut fra egenlast, nyttelast og snølast. For å forenkle oppgaven noe har vi valgt å ikke analysere konstruksjonen for ulykkeslaster og vindlaster. Dette valget har vi gjort da dimensjoneringen kun er gjort for å angi materialmengder i forhold til klimagassutslipp, og vi anslår at ulykkeslaster og vindlaster vil ha ingen eller lite bidrag til mengden materialer. Vi har allikevel beskrevet teorien rundt disse lastene i henholdsvis kapittel 2.7.4 og 0 da det er laster som må tas hensyn til i videre detaljprosjektering av bygget.

Massivtreelementene har vi dimensjonert ved hjelp av Calculatis, vi har påsatt nyttelast og snølast på elementet og funnet dimensjonen ut fra dette.

Bjelker og søyler i stål har vi dimensjonert ved hjelp av håndberegninger utført etter læreboka *Dimensjonering av Stålkonstruksjoner* av Per Kr. Larsen. I tillegg har vi benyttet kompendier gitt i undervisningen. Elementene har vi så kontrollert i EurocodeExpress med de samme lastene påsatt.

Bjelker og søyler i limtre har vi dimensjonert ved hjelp av håndberegninger utført etter eksempler i boka *Trehus* utgitt av Sintef byggforsk og boka *Trekonstruksjoner – Beregning og dimensjonering* av John Eie. Beregningene har vi så kontrollert ved hjelp av EurocodeExpress

Betongsøyler har vi dimensjonert ved hjelp av håndberegninger utført etter fremgangsmåte gitt i læreboka *betongkonstruksjoner* av Svein Ivar Sørensen. Da søylene vil ha et moment om 2 akser har vi ikke kunnet kontrollert disse i EurocodeExpress.

Vi har ikke dimensjonert de etterspente flatdekkene i betong da dette ligger utenfor vårt kunnskapsområde. For mengdeberegning av disse har vi benyttet oss av dekketykkelser oppgitt på tegninger mottatt av PEAB og brukt en gjennomsnittlig armeringsmengde per kubikk med betong oppgitt av PEAB.

3.4.5 Referansebygg i Carbon-designer

Vi har generert et norsk referansebygg, versjon 2019.1 i Carbon-designer fra OneClick LCA ut fra følgende byggparametere:

- Fundament

- Gulv på grunn
- Stenderverk
- Klimaskall
- Interiørmaterialer

Bygningstypen som er valgt er høyskole/universitet med et bruttoareal (BTA) på 3778m² og 2 etasjer over bakken, med energiprofil passivhus.

For dimensjonerende utetemperatur sommer (DUTs) og årsmiddeltemperatur har vi valgt verdier for lokalklima Oslo, dette er samme verdier som PEAB har valgt i sin analyse (Vedlegg 46).

Programmet har ut fra dette generert et referansebygg til vårt prosjekt som vi har brukt for å oppnå en reduksjon i klimagassutslippet til bygget. (Vedlegg 6)

3.4.6 Analyse i OneClick LCA

Vi har analysert klimagassutslippet til de to løsningene vi har valgt, og alternativene til de to løsningene i OneClick LCA fra bionova. Vi har analysert alle alternativene opp mot et referansebygg generert av programmet og opp mot hverandre. Ut fra resultatene har vi kommet frem til hvor stort klimagassutslippet til de forskjellige løsningene er og vi har til slutt vurdert løsningene opp mot hverandre i forhold til fordeler og ulemper.

3.4.7 Passivhusstandard

Statsbygg har satt krav til at bygget skal oppføres som passivhus, for å påse at vi har valgt løsninger som oppfyller kravene til dette har vi utført en beregning av varmetapstallet til bygget for de to løsningene. For å utføre en komplett attestering av oppnådd passivhusstandard er det flere elementer enn varmetapstallet som må oppnås. Vi har valgt å se bort fra disse da vi har vurdert de som tidkrevende og lite relevant for oppgaven. Dette vil ikke ha betydning for materialvalgene vi har gjort, og vil ha samme resultat for begge løsningene.

3.4.7.1 Beregning av U-verdi

Vi har beregnet U-verdien til de ulike bygningsdelene etter fremgangsmåte beskrevet i kapittel 2.6.5. For gulv på grunn og yttervegg mot terreng har vi benyttet en ekvivalent U-verdi, beskrevet i kapittel 2.6.5.3, der bidraget fra terrenget er medberegnet. For vinduer og glassfasade har vi utført en forenklet beregning der vi har beregnet den midlere U-verdien til vinduet/glassfasaden ut fra U-verdien og arealet til de forskjellige

bestanddelene. U-verdi beregningen for massivtreløsningen er vist i vedlegg 4 og beregningen for betongløsningen i vedlegg 5.

I ytterveggene mot sør og nordvest er det i fasaden designet innhuk i isolasjonen enkelte steder. For å ta hensyn til disse innhukene i beregningen av varmemotstanden til veggen har vi valgt å ikke regne med bidrag til varmemotstand for volumet disse feltene utgjør. Dette i tillegg til innvendig påføring gjør at veggen ikke består av kun homogene sjikt, og vi har da beregnet en øvre- og en nedre grenseverdi for varmemotstanden. Deretter har vi beregnet den totale varmemotstanden og U-verdien til fasaden mot sør og fasaden mot nordvest. Resultatet var tilnærmet likt for begge fasadene og vi har brukt U-verdien vi kom frem til her også for ytterveggene uten innhuk men med samme oppbygging.

3.4.7.2 Estimering av kuldebroverdi

Vi har i kapittel 2.6.4 beskrevet forskjellige måter å estimere kuldebroverdi på ut fra Sintef byggforsk. I vår beregning har vi benyttet grovestimering for å finne kuldebroverdien til hjørner, overgang tak – vegg, og overgang vegg – gulv mot friluft.

Grovestimering har blitt benyttet da kuldebroatlasen til Sintef byggforsk er utgått, manuelle beregninger har vi vurdert som for omfattende i forhold til målet for oppgaven og numeriske beregninger er avhengige av kostbare dataprogrammer.

3.4.7.3 Beregning av varmetapstall

Varmetapstallet til de to løsningene er beregnet etter fremgangsmåte kapittel 2.6.6. Vi har her brukt resultatene fra kuldebro- og U-verdiberegningen. Beregningen vi har utført vil ikke være helt nøyaktig, da enkelte verdier baserer seg på grovestimater og forenklinger. Vi mener allikevel vi har lagt oss tilstrekkelig til sikker side på estimater til at vi kan si at vi er innenfor kravet for varmetapstallet med begge løsningene.

4 RESULTATER MASSIVTRE

Dette kapitlet tar for seg resultater for dimensjonering, U-verdi beregning, klimagassberegning, passivhusbestemmelser og oppnådd lydreduksjon for vår prosjekterte løsning. Løsningen vår består av massivtre elementer som dekker og yttervegger, med noen få unntak. Vi bruker også to forskjellige bæresystem for løsningen.

4.1 Bæresystem

Til bæresystem har vi valgt å se på to forskjellige løsninger. Den første løsningen vil bestå av søyler og bjelker i stål som bæresystem. Den andre løsningen vil benytte limtre som søyler og bjelker.

4.1.1 Dimensjonering stål

Vi har valgt å bruke bæresystem i stål for både bjelker og søyler. Dette vil gjøre det mulig å oppnå de samme spennviddene som den prosjekterte løsningen til PEAB. Vi har brukt stålkvaliteten S355 for både bjelkene og søylene. Konstruksjonen er tenkt som hele gjennomgående søyler fra fundament til tak. Bjelkene er tenkt sveist til søylene.

4.1.1.1 Laster

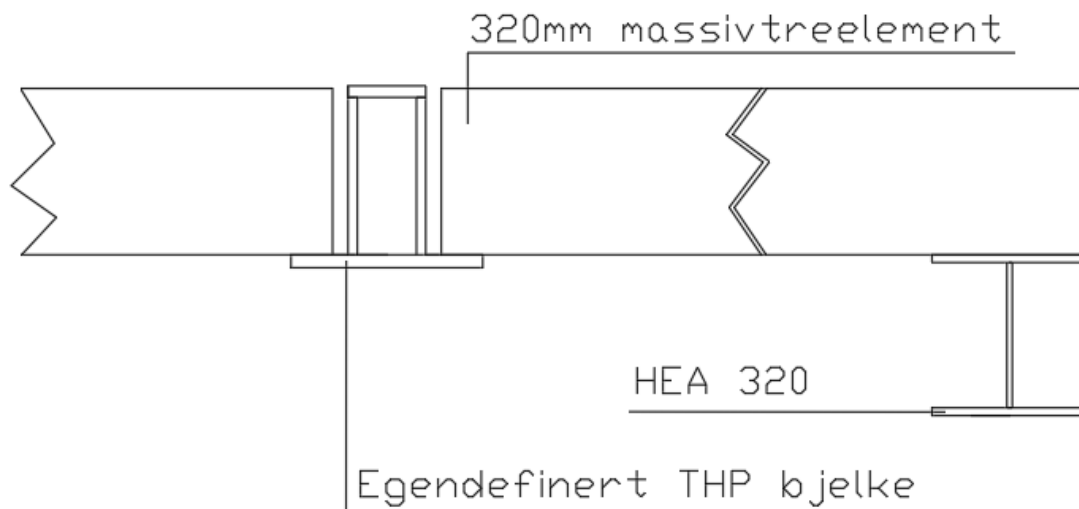
Laster som virker på konstruksjonen og egenlaster er presentert i Tabell 4-1 og beregnet i vedlegg 11.

Fungerende laster	
Egenlaster	
Egenvekt tak	2.0 kN/m ²
Egenvekt etasjeskiller	3.64 kN/m ²
Egenvekt HEA 320	0.98 kN/m
Egenvekt THP	1.82 kN/m
Egenvekt HUP 150x150x10	0.43 kN/m
Egenvekt innervegg	1.1 kN/m
Variable laster	
Snølast - Volda	3.2 kN/m ² (inkludert lastfaktor for flatt tak)
Nyttelast C1	3.0 kN/m ² (arealreduksjon forekommer ved noen konstruksjonsdeler)

Tabell 4-1 Fungerende laster på konstruksjonen

4.1.1.2 Stålbjelke

Vi har valgt å bruke forskjellige dimensjoner på stålbjerkene for å kunne redusere materialmengden i bygget. For å kunne spare plass til tekniske installasjoner og for å kunne forenkle monteringen har vi valgt å bruke tilpassede THP bjelker i midten av bygget. Midtbjelkene vil innfelles i dekkeelementene. Ved ytterveggene er det brukt HEA 320 bjelker. Bjelkene ved ytterveggene skal ligge under dekkeelementene. Figur 4-1 viser plassering av både midtbjelken og bjelken ved yttervegg.

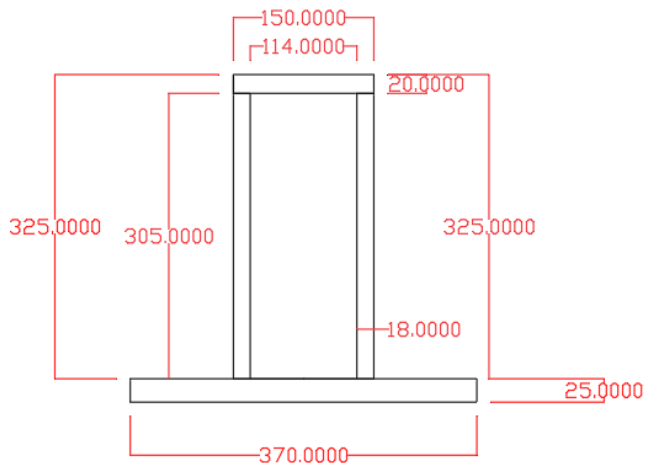


Figur 4-1 Skisse av opplegg av massivtre på stålbjelker

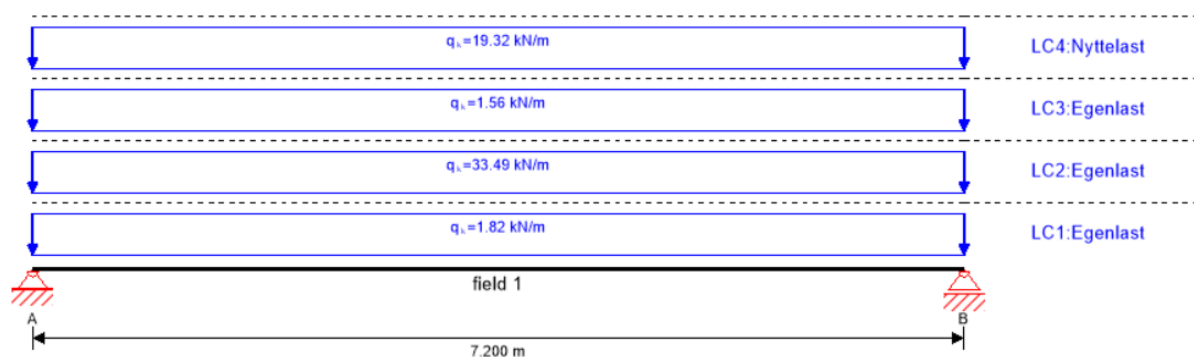
Bjelkene er regnet som fritt opplagt. Oppgitte krav til nedbøying er ikke fastgitt, og er antatte krav. Spesifikke krav må bli satt for hvert prosjekt som Tabell 2-24 viser. Ved sveising til søylen vil bjelken kunne betraktes som delvis/helt innspent. Dette vil kunne gi en mindre nedbøying enn oppgitt i håndberegningene. Rapportene fra EurocodeExpress gir resultater på nedbøying både for fritt opplagt og fast innspent. Beregningene er vist i vedlegg for hver bjelke.

Bjelke i etasjeskiller - Akse I

Vi har kontrollert bjelken i akse I,13-14, da denne vil være mest belastet. Bjelken vi har valgt er en egendefinert THP bjelke som vist Figur 4-2. Bjelken er dimensjonert etter egenvekt på etasjeskiller, samt fungerende nyttelast virkende på bjelken (Figur 4-3). Bjelken er benyttet for alle bjelker som har opplegg for etasjeskiller i massivtre fra to sider.



Figur 4-2 Skisse THP-bjelke etasjeskiller



Figur 4-3 Fungerende laster på bjelke

Bjelken har en utnyttelse på:

$$\sigma_{over} = 288.79 \text{ MPa} < 338.1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{under} = 176.54 \text{ MPa} < 338.1 \text{ MPa}$$

$$\text{Utnyttelse} = \frac{288.79 \text{ MPa}}{338.1 \text{ MPa}} * 100 = 85.4\%$$

Maks nedbøying vil forekomme midt på bjelken og er regnet som karakteristisk:

$$y_{max} = 26.24 \text{ mm}$$

Antatte nedbøyingsskrav vil være:

$$y_{krav} = \frac{L}{250} = 28.8 \text{ mm}$$

$$y_{krav} = \frac{L}{300} = 24 \text{ mm}$$

Bjelken vil ligge midt mellom de to oppgitte kravene. Da bjelken vil kunne regnes som delvis/helt innspent vil vi kunne si nedbøyingen er akseptabel. Bjelkens nedre flens er også kontrollert for skjærkraft. Fullstendige utregninger finnes i vedlegg:

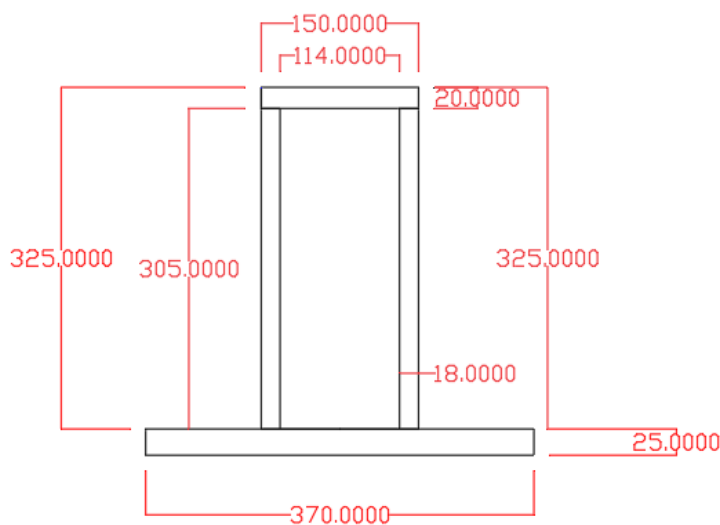
Vedlegg 18 – Håndberegning

Vedlegg 34 – Rapport fra EurocodeExpress, fast innspent bjelke

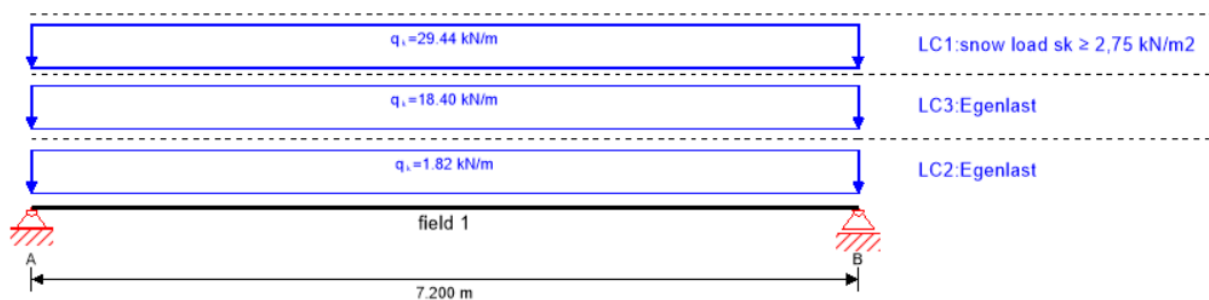
Vedlegg 35 – Rapport fra EurocodeExpress, fritt opplagt bjelke

Bjelke i tak - Akse I

Vi har kontrollert bjelken i akse I,13-14, da denne vil være mest belastet. Bjelken vi har valgt er en egendefinert THP bjelke som vist i Figur 4-4. Bjelken er dimensjonert etter egenvekt av takkonstruksjon, samt fungerende snølast virkende på bjelken (Figur 4-5). Bjelken er benyttet for alle bjelker som har opplegg for takkonstruksjon i massivtre fra to sider.



Figur 4-4 Skisse THP-bjelke tak



Figur 4-5 Fungerende laster på bjelke

Bjelken har en utnyttelse på:

$$\sigma_{over} = 269.87 \text{ MPa} < 338.1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{under} = 164.97 \text{ MPa} < 338.1 \text{ MPa}$$

$$Utnyttelse = \frac{269.87 \text{ MPa}}{338.1 \text{ MPa}} * 100 = 79.8\%$$

Maks nedbøying vil forekomme midt på bjelken og er regnet som karakteristisk:

$$y_{max} = 23.19mm$$

Antatte nedbøyingsskrav vil være:

$$y_{krav} = \frac{L}{250} = 28.8mm$$

$$y_{krav} = \frac{L}{300} = 24mm$$

Bjelken vil kunne opprettholde det strengeste kravet. Siden bjelken også vil kunne regnes som delvis/helt innspent vil dette gi enda mindre nedbøying. Bjelkens nedre flens er også kontrollert for skjærkraft. Fullstendige utregninger finnes i vedlegg:

Vedlegg 20 – Håndberegning

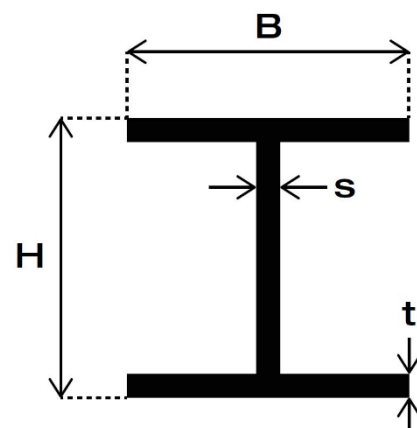
Vedlegg 34 – Rapport fra EurocodeExpress – fast innspent bjelke

Vedlegg 35 – Rapport fra EurocodeExpress – fritt opplagt bjelke

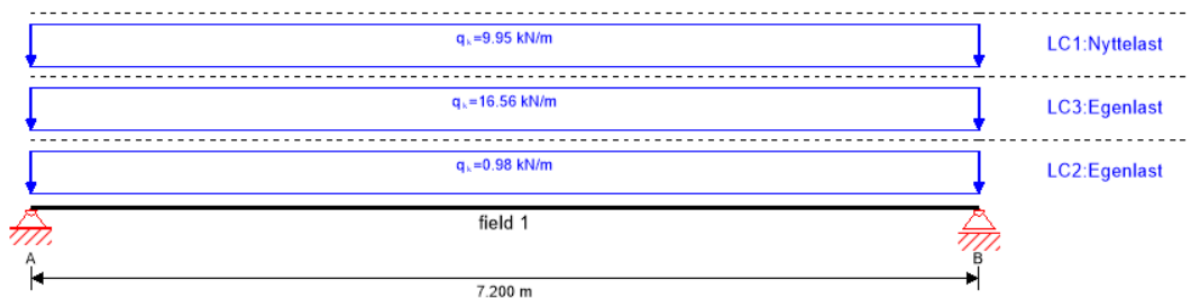
Bjelke i etasjeskiller - Akse J

Vi har kontrollert bjelken i akse j,13-14, da denne vil være mest belastet. Vi har valgt en HEA-320 bjelke vist i Figur 4-6. Bjelken er dimensjonert etter egenvekt på etasjeskiller, samt fungerende nyttelast virkende på bjelken (Figur 4-7).

Bjelken er benyttet for alle bjelker som har opplegg for etasjeskiller i massivtre fra en side.



Figur 4-6 HEA-bjelke



Figur 4-7 Fungerende laster på bjelke

Bjelken har en utnyttelse på

$$\sigma = 157.51 \text{ MPa} < 338.1 \text{ MPa}$$

$$\text{Utnyttelse} = \frac{157.51 \text{ MPa}}{338.1 \text{ MPa}} * 100 = 46.6\%$$

Maks nedbøying vil forekomme midt på bjelken og er regnet som karakteristisk:

$$y_{max} = 19.95 \text{ mm}$$

Antatte nedbøyingkrav vil være:

$$y_{krav} = \frac{L}{250} = 28.8 \text{ mm}$$

$$y_{krav} = \frac{L}{300} = 24 \text{ mm}$$

Bjelken vil ha en nedbøying innenfor begge kravene. Ved delvis/helt innspent vil nedbøyingen bli enda mindre. Fullstendige utregninger finnes i vedlegg:

Vedlegg 19 – Håndberegning

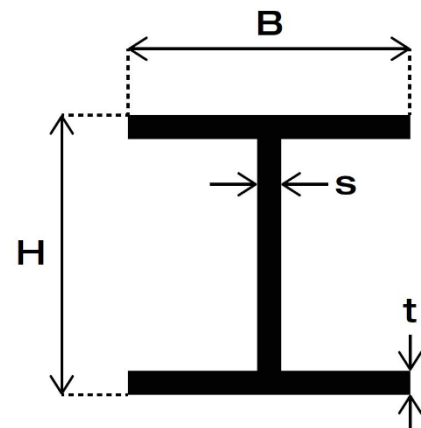
Vedlegg 36 – Rapport fra EurocodeExpress – fast innspent bjelke

Vedlegg 37 – Rapport fra EurocodeExpress – fritt opplagt bjelke

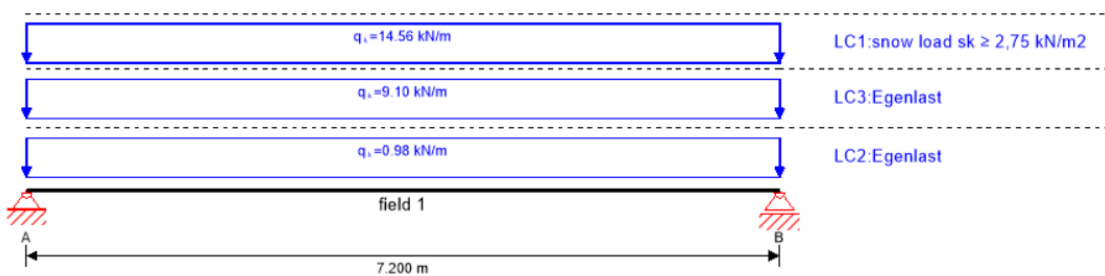
Bjelke i tak - Akse J

Vi har kontrollert bjelken i akse j,13-14, da denne vil være mest belastet. Vi har valgt en HEA-320 bjelke vist i Figur 4-8. Bjelken er dimensjonert etter egenvekt av takkonstruksjon, samt fungerende snølast virkende på bjelken (Figur 4-9).

Bjelken er benyttet for alle bjelker som har opplegg for takkonstruksjon i massivtre fra en side.



Figur 4-8 HEA-bjelke



Figur 4-9 Fungerende laster på bjelke

Bjelken har en utnyttelse på:

$$\sigma = 148.58 \text{ MPa} < 338.1 \text{ MPa}$$

$$\text{Utnyttelse} = \frac{148.58 \text{ MPa}}{338.1 \text{ MPa}} * 100 = 43.9\%$$

Maks nedbøying vil forekomme midt på bjelken og er regnet som karakteristisk:

$$y_{max} = 17.88 \text{ mm}$$

Antatte nedbøyingsskrav vil være:

$$y_{krav} = \frac{L}{250} = 28.8 \text{ mm}$$

$$y_{krav} = \frac{L}{300} = 24 \text{ mm}$$

Tenkt bjelke vil kunne opprettholde det strengeste kravet. Siden bjelken også vil kunne regnes som delvis/helt innspent vil dette kunne gi enda mindre nedbøying. Fullstendige utregninger finnes i vedlegg:

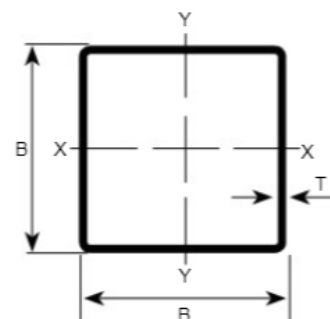
Vedlegg 21 – Håndberegning

Vedlegg 36 – Rapport fra EurocodeExpress – fast innspent bjelke

Vedlegg 37 – Rapport fra EurocodeExpress – fritt opplagt bjelke

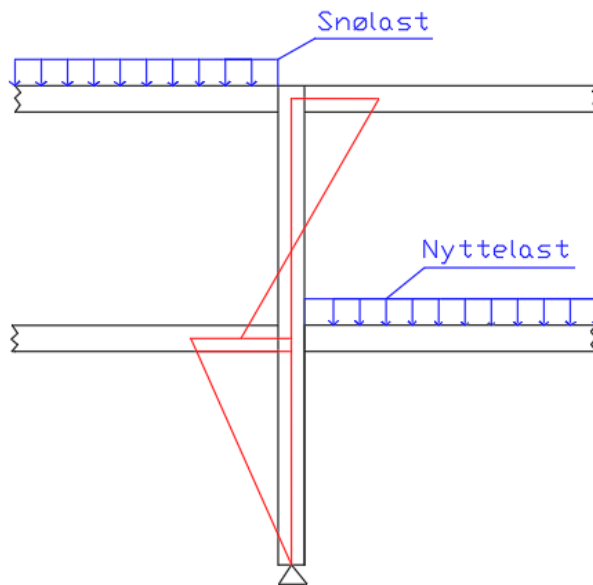
4.1.1.3 Stålsøyle

Vi har valgt å bruke stålsøyler av typen HUP 150x150x10 varmvalset til hele bygget (Figur 4-10). Vi velger å bruke samme størrelse på alle søylene da dette gir grunnlag for å kunne sveise bjelkene inn til søylene. Momentet på søylen er regnet ut ifra opplagerkraften til bjelkeopplegget multiplisert med eksentrisiteten til søylen.



Figur 4-10 HUP-søyle

Det vil kun være nyttelasten fra etasjeskilleren som gir moment på søylen, da egenlasten på hver side av søylen vil utligne hverandre. Vi har derfor kun tatt med full nyttelast på den ene siden av søylen. Da søylen blir regnet fast innspent i opplegget vil momentet fra snølasten kunne bidra. Halve momentet fra snølasten gir bidrag til momentet ved etasjeskilleren som vist i Figur 4-11. Dette vil være en høyst usannsynlig hendelse.



Figur 4-11 Momentdiagram søyle

Stålsøyle

Vi har kontrollert søylene i akse I,13 og J,13, da dette vil være de potensielt mest belastede. Søylene er dimensjonert etter fungerende aksialkraft og moment virkende på søylen.

Akse I,13

Momentet virkende på søylen blir: $M_{max} = 17.14 \text{ kNm}$

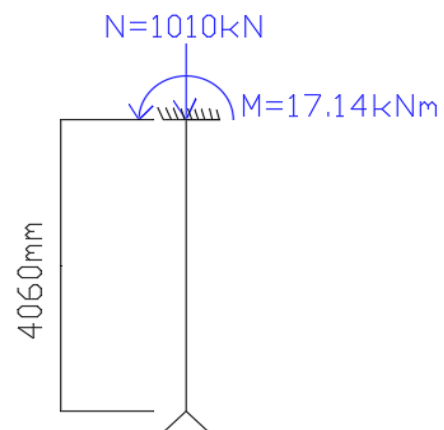
Aksialkraften virkende på søylen blir: $N = 1010 \text{ kN}$

Interaksjonsformelen for moment og aksialkraft gir søylen en utnyttelse på 90%.

Fullstendige utregninger finnes i vedlegg:

Vedlegg 22 – Håndberegning

Vedlegg 38 – Rapport EurocodeExpress



Figur 4-12 Fungerende moment og aksialkraft på søyle

Akse J,13

Momentet virkende på søylen blir: $M_{max} = 8.48 \text{ kNm}$

Aksialkraften virkende på søylen blir: $N = 470.8 \text{ kN}$

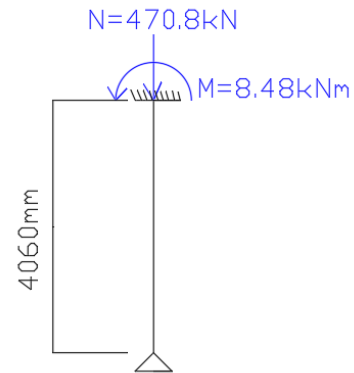
Interaksjonsformelen for moment og aksialkraft gir søylen en utnyttelse på 41%.

Vedlegg 23 – Håndberegning

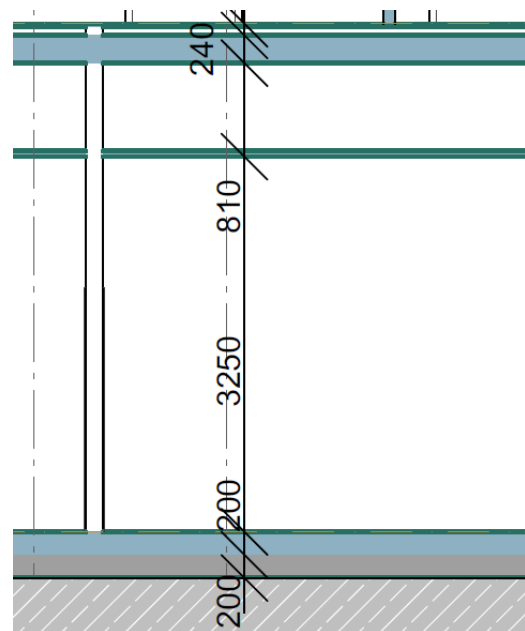
Vedlegg 39 – Rapport EurocodeExpress

4.1.2 Dimensjonering tre

For å kunne fullføre bæresystemet i tre har vi sett på løsninger for søyler og bjelker ved bruk av limtre. For å ikke forandre for mye på høyden til bygget har vi maksimalt 810mm til rådighet for både å få plass til både bjelker og tekniske installasjoner som vist i Figur 4-14.



Figur 4-13 Fungerende moment og aksialkraft på søyle



Figur 4-14 Etasjehøyde

4.1.2.1 Laster

Laster som virker på konstruksjonen og egenlaster er presentert i Tabell 4-2 og beregnet i vedlegg 11.

Fungerende laster	
Egenlaster	
Egenvekt tak	2.0 kN/m ²
Egenvekt etasjeskiller	3.64 kN/m ²
Egenvekt innervegg	1.1 kN/m
Egenvekt av bjelker	
200x505mm	0.47 kN/m
200x435mm	0.41 kN/m
150x360mm	0.25 kN/m
150x435mm	0.30 kN/m
Egenvekt av søyler	
210x200mm	0.20 kN/m
170x150mm	0.12 kN/m
Variable laster	
Snølast - Volda	3.2 kN/m ² (Inkludert lastfaktor for flatt tak)
Nyttelast C1	3.0 kN/m ²

Tabell 4-2 Laster virkende på konstruksjonen

4.1.2.2 Limtrebjelker

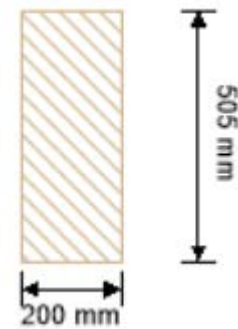
Vi har valgt å bruke forskjellige dimensjoner på limtrebjelkene for å kunne redusere materialmengden i bygget. Vi har brukt limtreklassen GL 36h. For å kunne få plass til både ventilasjon og bjelker har vi valgt å ikke bruke bjelker høyere enn 505mm.

Bjelke i etasjeskiller – Akse I

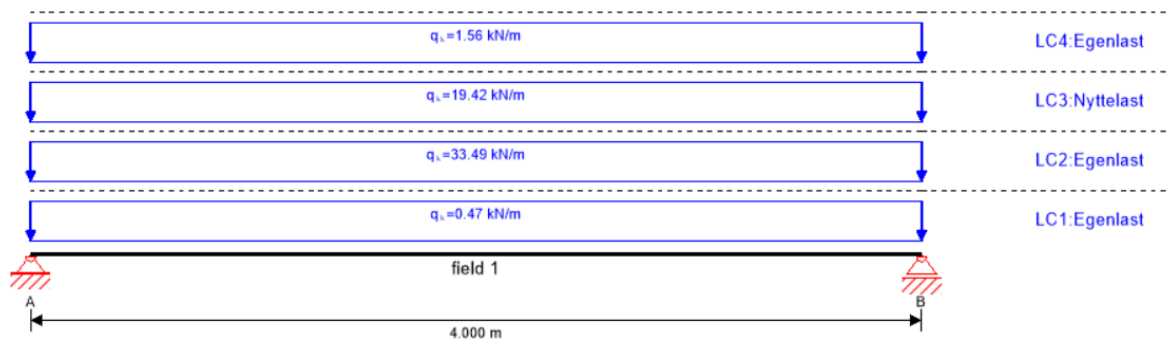
Vi har kontrollert bjelken i akse I, 13-14, da denne vil være mest belastet.

Bjelken vil ha en dimensjon på 200mm x 505mm vist i Figur 4-15. Bjelken er dimensjonert etter egenvekt på etasjeskiller, samt fungerende nyttelast virkende på bjelken (Figur 4-16).

Bjelken er benyttet for alle bjelker som har opplegg for etasjeskiller i massivtre fra to sider.



Figur 4-15 Tverrsnitt bjelke



Figur 4-16 Fungerende laster på bjelke

Bjelken har en utnyttelse på:

$$\sigma = 16.88 \text{ MPa} < 22.52 \text{ MPa}$$

$$\text{Utnyttelse} = \frac{16.88 \text{ MPa}}{22.52 \text{ MPa}} * 100 = 75\%$$

Maks nedbøying vil forekomme på midt på bjelken og er regnet som karakteristisk:

$$y_{\max} = 8.79 \text{ mm}$$

Antatte krav til nedbøying vil være:

$$y_{\text{krav}} = \frac{L}{250} = 16 \text{ mm}$$

$$y_{\text{krav}} = \frac{L}{300} = 13.3 \text{ mm}$$

$$y_{\max} < y_{\text{krav}}$$

Bjelken vil ligge godt under de to oppgitte kravene. Fullstendige utregninger finnes i vedlegg:

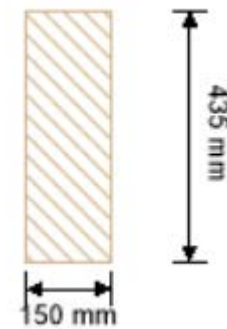
Vedlegg 24 – Håndberegning

Vedlegg 40 – EurocodeExpress rapport

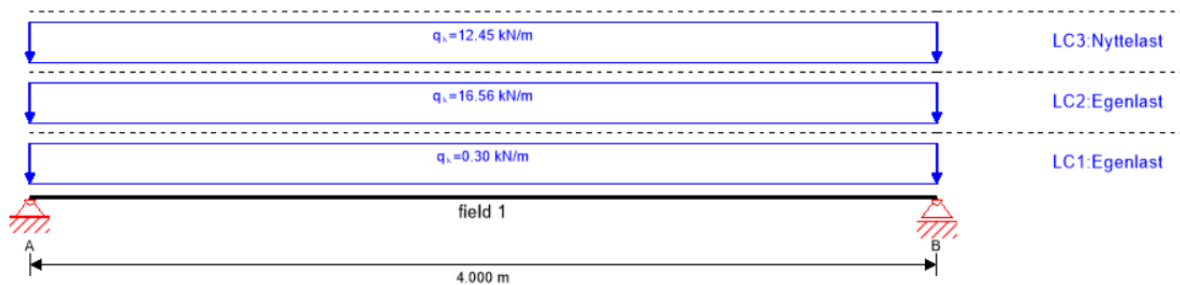
Bjelke i etasjeskiller – Akse J

Vi har kontrollert bjelken i akse j, 13-14, da denne vil være mest belastet. Bjelken vil ha en dimensjon på 150mm x 435mm vist i Figur 4-17. Bjelken er dimensjonert etter egenvekt på etasjeskiller, samt fungerende nyttelast virkende på bjelken (Figur 4-18).

Bjelken er benyttet for alle bjelker som har opplegg for etasjeskiller i massivtre fra en side.



Figur 4-17 Tverrsnitt bjelke



Figur 4-18 Fungerende laster på bjelke

Bjelken har en utnyttelse på:

$$\sigma = 16.45 \text{ MPa} < 22.52 \text{ MPa}$$

$$\text{Utnyttelse} = \frac{16.45 \text{ MPa}}{22.52 \text{ MPa}} * 100 = 73\%$$

Maks nedbøying vil forekomme på midt på bjelken og er regnet som karakteristisk:

$$y_{\max} = 9.68 \text{ mm}$$

Antatte krav til nedbøying vil være:

$$y_{\text{krav}} = \frac{L}{250} = 16 \text{ mm}$$

$$y_{\text{krav}} = \frac{L}{300} = 13.3 \text{ mm}$$

$$y_{\max} < y_{\text{krav}}$$

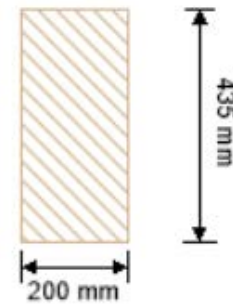
Bjelken vil ligge under de to oppgitte kravene. Fullstendige utregninger finnes i vedlegg:

Vedlegg 25 – Håndberegning

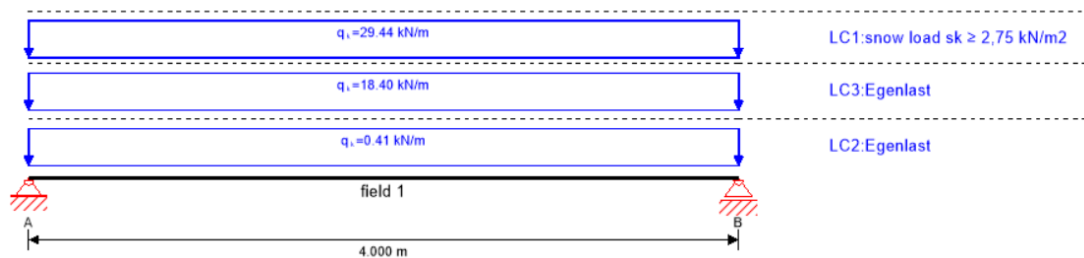
Vedlegg 41 – EurocodeExpress rapport

Bjelke i tak – Akse I

Vi har kontrollert bjelken i akse I, 13-14, da denne vil være mest belastet. Bjelken vil ha en dimensjon på 200mm x 435mm vist i Figur 4-19. Bjelken er dimensjonert etter egenvekt av takkonstruksjon, samt fungerende snølast virkende på bjelken (Figur 4-20). Bjelken er benyttet for alle bjelker som har opplegg for takkonstruksjon i massivtre fra to sider.



Figur 4-19 Tverrsnitt bjelke



Figur 4-20 Fungerende laster på bjelke

Bjelken har en utnyttelse på:

$$\sigma = 21.16 \text{ MPa} < 22.52 \text{ MPa}$$

$$\text{Utnyttelse} = \frac{21.16 \text{ MPa}}{22.52 \text{ MPa}} * 100 = 94\%$$

Maks nedbøying vil forekomme på midt på bjelken og er regnet som karakteristisk:

$$y_{\max} = 10.42 \text{ mm}$$

Antatte krav til nedbøying vil være:

$$y_{\text{krav}} = \frac{L}{250} = 16 \text{ mm}$$

$$y_{\text{krav}} = \frac{L}{300} = 13.3 \text{ mm}$$

$$y_{\max} < y_{\text{krav}}$$

Bjelken vil ligge under de to oppgitte kravene. Fullstendige utregninger finnes i vedlegg:

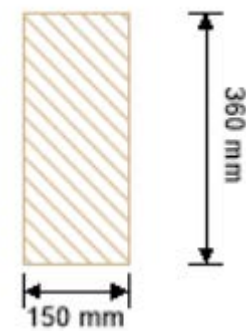
Vedlegg 26 – Håndberegning

Vedlegg 40 – Eurocodeexpress rapport

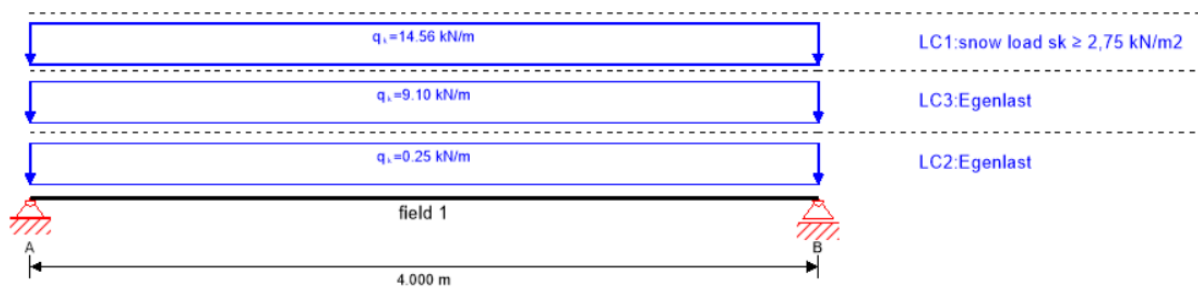
Bjelke i tak – Akse J

Vi har kontrollert bjelken i akse J,13-14, da denne vil være mest belastet.

Bjelken vil ha en dimensjon på 150mm x 360mm vist i Figur 4-21. Bjelken er dimensjonert etter egenvekt av takkonstruksjon, samt fungerende snølast virkende på bjelken (Figur 4-22). Bjelken er benyttet for alle bjelker som har opplegg for takkonstruksjon i massivtre fra en side.



Figur 4-21 Tverrsnitt bjelke



Figur 4-22 Fungerende laster på bjelke

Bjelken har en utnyttelse på:

$$\sigma = 20.41 \text{ MPa} < 22.52 \text{ MPa}$$

$$\text{Utnyttelse} = \frac{20.41 \text{ MPa}}{22.52 \text{ MPa}} * 100 = 90.6\%$$

Maks nedbøying vil forekomme på midt på bjelken og er regnet som karakteristisk:

$$y_{\max} = 12.16 \text{ mm}$$

Antatte krav til nedbøying vil være:

$$y_{\text{krav}} = \frac{L}{250} = 16 \text{ mm}$$

$$y_{\text{krav}} = \frac{L}{300} = 13.3 \text{ mm}$$

$$y_{\max} < y_{\text{krav}}$$

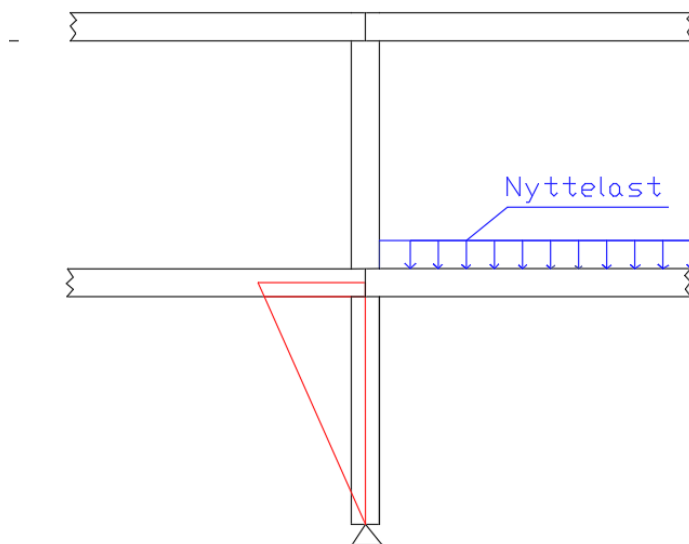
Bjelken vil ligge under de to oppgitte kravene. Fullstendige utregninger finnes i vedlegg:

Vedlegg 27 – Håndberegning

Vedlegg 41 – EurocodeExpress rapport

4.1.2.3 Limtresøyler

Det vil kun være nyttelasten fra etasjeskilleren som gir moment på søylen, da egenlasten på hver side av søylen utligner hverandre. Vi har derfor kun tatt med full nyttelast på den ene siden av søylen. Som vist i Figur 4-23. Begge søylene er kontrollert med full aksialkraft ved etasjeskilleren



Figur 4-23 Momentdiagram limtresøyle

Akse I,13

Vi har kontrollert søylene i akse I,13, da dette vil være den mest belastede. Søylen er dimensjonert etter fungerende aksialkraft og moment virkende på søylen.

Søylene vil ha en dimensjon på 210mm x 200mm vist i Figur 4-24 og vil gjelde for søyler i akse I og G, samt for søyler under overbygget mot nordvest.

Momentet virkende på søylen blir: $M_{max} = 6.09 \text{ kNm}$

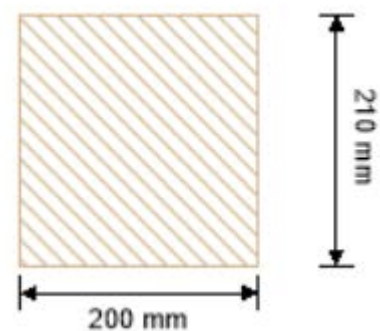
Aksialkraften virkende på søylen blir: $N_{ed} = 519.62 \text{ kN}$

Interaksjonsformelen for moment og aksialkraft gir limtresøylen 91% utnyttelse.

Fullstendige utregninger finnes i vedlegg:

Vedlegg 28 – Håndberegning

Vedlegg 42 – EurocodeExpress rapport



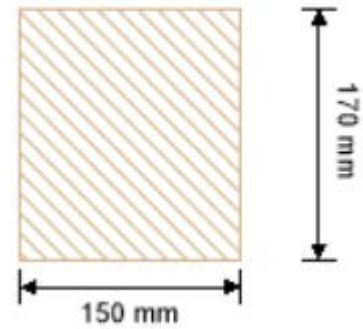
Figur 4-24 Tverrsnitt søyle

Akse J,13

Søylene ved ytterveggene grid J og E vil kunne ha en reduksjon av tverrsnittet til 170x150mm.

Momentet virkende på søylen blir: $M_{max} = 2.46 \text{ kNm}$

Aksialkraften virkende på søylen blir: $N_{ed} = 254.34 \text{ kN}$



Figur 4-25 Tverrsnitt søyle

Interaksjonsformelen for moment og aksialkraft gir limtresøylen 87% utnyttelse.

Fullstendige utregninger finnes i vedlegg:

Vedlegg 29 – Håndberegning

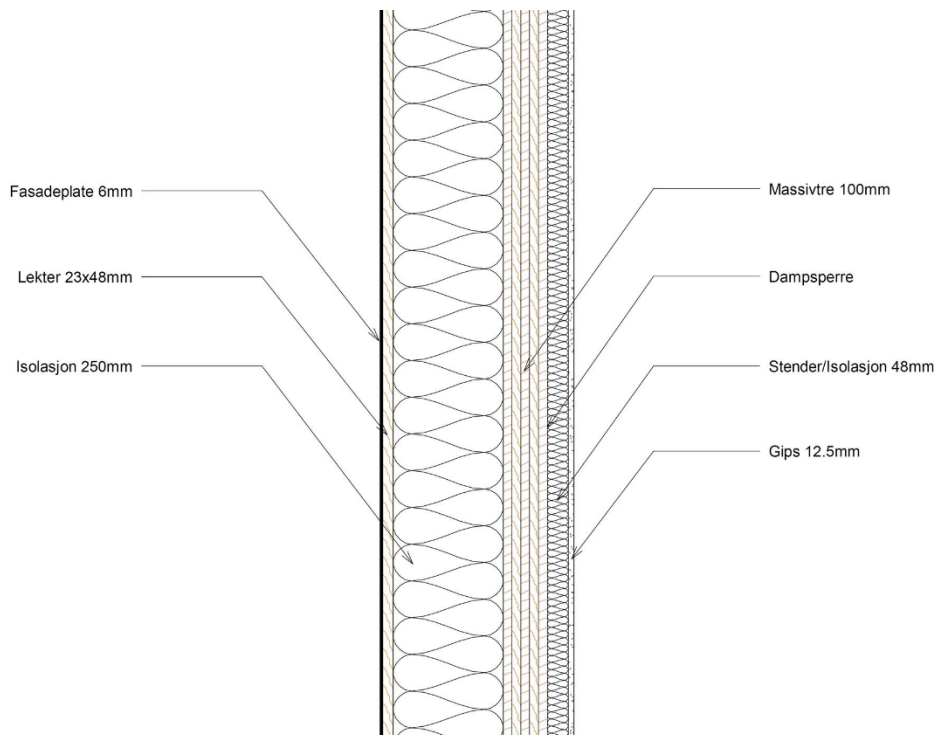
Vedlegg 43– EurocodeExpress rapport

4.2 Yttervegger

4.2.1 Oppbygging

I ytterveggene har vi valgt en oppbygging bestående av 100mm massivtre isolert med 250mm Rockwool RedAir på utsiden. Videre er det lektet ut med 23mm og brukt 6mm fasadeplater. Innvendig er det dampsperre og en påforing med 48mm isolasjon.

Kledningen innvendig er utført i malte gipsplater (Figur 4-26).



Figur 4-26 Oppbygging yttervegg

For å kunne lage en mer estetisk fasade har det blitt prosjektert innhuk i isolasjonen på fasadene vendt sør og nordvest. Dette blir gjort for å kunne bryte de lange veggene, samt å kunne få lys i fasaden.

Vi valgte Rockwool RedAir, da isolasjonen kan monteres direkte på massivtreet og gir en fasade med et minimum av kuldebroer.

Den innvendige påforingen vil gi mulighet til å legge det elektriske anlegget skjult i veggene, uten å bryte dampsperran i veggen.

Ytterveggene har ikke blitt dimensjonert i denne oppgaven, da de vil få minimalt med vertikallaster. Veggene må derimot dimensjoneres for å kunne føre horisontale laster ned fra bygget.

4.2.2 U-verdi

U-verdien til yttervegger er beregnet etter fremgangsmåte beskrevet i kapittel 2.6.5 der den totale varmemotstanden gjennom elementet inkludert innvendig og utvendig varmeovergangsmotstand er beregnet i vedlegg 4. Elementene består ikke av kun homogene sjikt og vi har derfor beregnet en øvre og nedre grenseverdi for varmemotstanden. Yttervegg mot sør og nordvest har designet innhuk i isolasjonen som vil påvirke U-verdien, vi har derfor valgt å beregne U-verdien til hver av disse veggene for å best kunne anslå riktig verdi. For yttervegg mot sør er den totale varmemotstanden beregnet til $R_{tot} = 9,54 \frac{m^2K}{W}$, og for yttervegg mot nordvest er den totale varmemotstanden beregnet til $R_{tot} = 9,575 \frac{m^2K}{W}$.

Dette gir da en U-verdi etter Formel 2-3 for ytterveggene til:

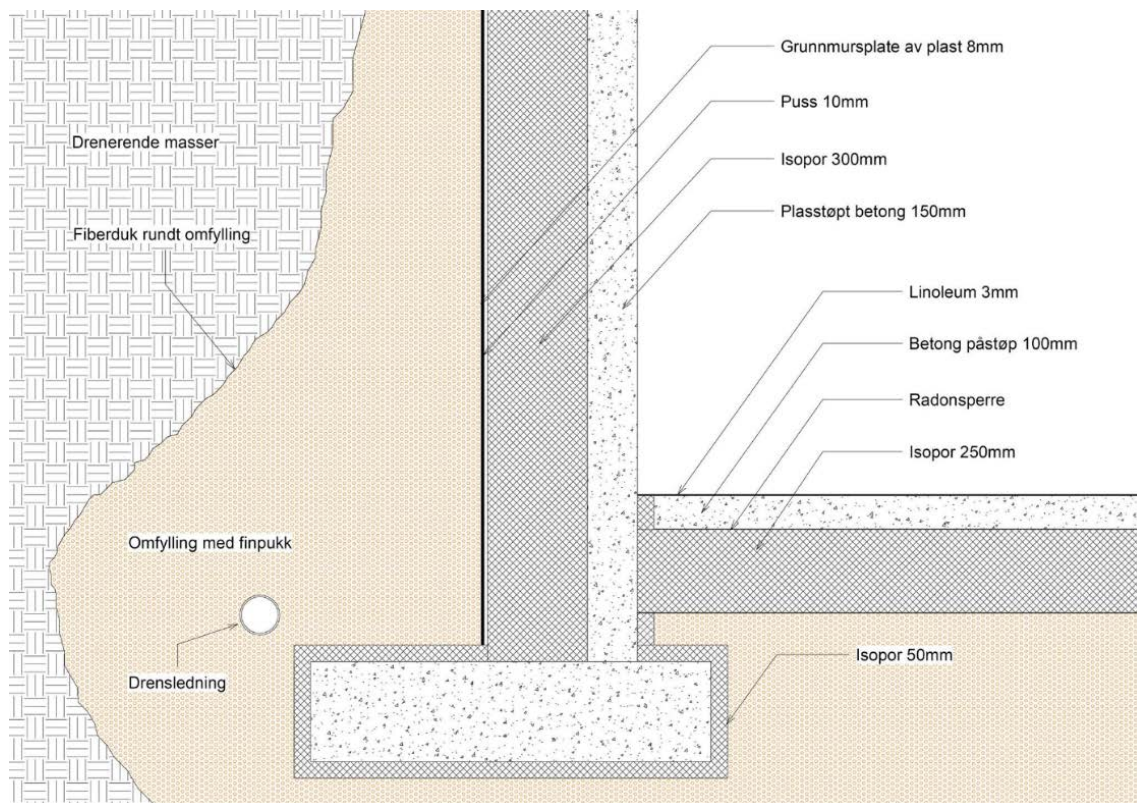
$$U_{vegg, massivtre} = \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U = 0,10 \frac{W}{m^2K}$$

Dette resultatet er også benyttet for ytterveggene med samme oppbygging, men uten innhuk.

4.3 Yttervegger mot terreng

4.3.1 Oppbygging

For ytterveggene under bakkenivå har vi valgt en løsning bestående av 150mm armert betong med 300mm pusset EPS isolasjon festet på utsiden. Innsiden er tenkt malt/pusset betong (Figur 4-27).



Figur 4-27 Oppbygging yttervegg mot terreng

Veggene er ikke dimensjonert, og vi har gjort en antakelse ut fra erfaringer. Her må veggene kontrolleres både for trykk ovenfra i tillegg til jordtrykk.

4.3.2 U-verdi

U-verdien til yttervegger mot terreng er beregnet etter fremgangsmåte beskrevet i kapittel 2.6.5. Elementet består av kun homogene sjikt og vi har beregnet den totale varmemotstanden gjennom elementet, inkludert innvendig og utvendig

varmeovergangsmotstand i vedlegg 4 til: $R_{tot} = 8,138 \frac{m^2K}{W}$

Dette gir da en U-verdi etter Formel 2-3 for ytterveggene til:

$$U_{vegg,betong,friluft} = \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U = 0,123 \frac{W}{m^2K}$$

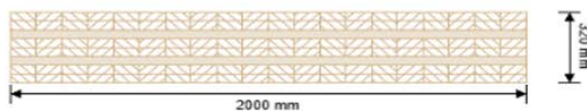
For yttervegger mot terreng vil terrenget også bidra til å redusere varmegjennomgangen til elementet. Vi har ut fra dette beregnet en ekvivalent U-verdi i vedlegg 4, der terrengbidraget er inkludert. Den totale U-verdien for elementet er interpolert ut fra Tabell 2-20 til:

$$U_{vegg,betong,terreng} = 0,10 \frac{W}{m^2K}$$

4.4 Tak

4.4.1 Oppbygging

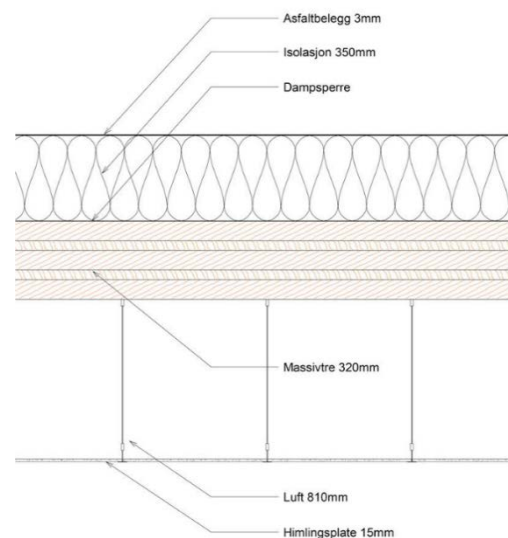
Til takkonstruksjon har vi valgt å bruke 320mm tykt massivtreelement. Tykkelsen på lamellene er 40mm og fordeler over åtte lag. Seks av lamellene ligger i elementets lengderetning. De to resterende ligger på tvers av lengderetningen (Figur 4-28).



layer	thickness	type
1	40.0 mm	L
2	40.0 mm	L
3	40.0 mm	C
4	40.0 mm	L
5	40.0 mm	L
6	40.0 mm	C
7	40.0 mm	L
8	40.0 mm	L

Figur 4-28 Oppbygging massivtreelement

Som Figur 4-29 viser vil de bærende massivtre elementene bli belastet med dampsperre, 350mm Rockwool Energy og 3mm asfalttakbelegg på toppen. På innsiden vil elementene bli belastet med en nedsenket akustisk himling for å kunne skjule tekniske installasjoner.



Figur 4-29 Oppbygging takkonstruksjon

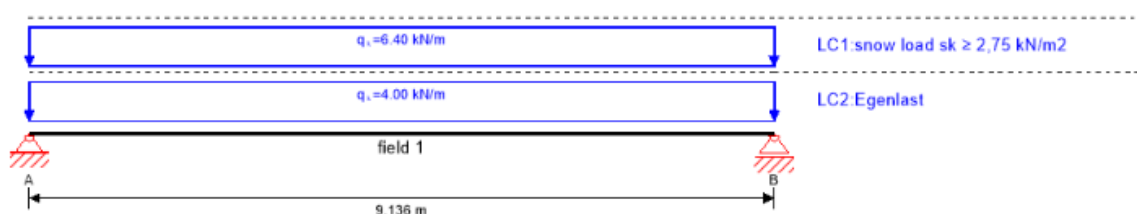
4.4.2 Dimensjonering

4.4.2.1 Laster

Fungerende laster for beregning av massivtreelementet er oppgitt i Tabell 4-3 og vist i Figur 4-30

Fungerende laster på konstruksjonen	
Egenlast	2 kN/m ²
Snølast - Volda	3.2 kN/m ² (inkludert lastfaktor for flatt tak)

Tabell 4-3 Fungerende laster på konstruksjonen



Figur 4-30 Fungerende laster på element

Vi har benyttet elementer med en tykkelse på 320mm og en bredde på 2000mm. Beregningen har tatt hensyn til at elementet skal ha en brannmotstand på R30 uten beskyttelseskleddning.

Det kritiske punktet for elementet vil være nedbøyingen som er beregnet i bruksgrensetilstanden. Calculatis oppgir tre forskjellige nedbøyinger, men den største utnyttelsen på 73% som oppgitt i Tabell 4-4

$w_{inst} = w[char]$						$w_{fin} = w[char] + w[q.p.] * k_{def}$					
field	K_{def}	L_{ref}	limit	$w_{calc.}$	utilization	field	K_{def}	L_{ref}	limit	$w_{calc.}$	utilization
		[m]	[mm]	[mm]				[m]	[mm]	[mm]	
1	0.6	9.1	$L/400 = 22.8$	16.7	73 %	1	0.6	9.1	$L/200 = 45.7$	21.8	48 %
$w_{net,fin} = w[q.p.] + w[q.p.] * k_{def}$											
field	K_{def}	L_{ref}	limit	$w_{calc.}$	utilization						
		[m]	[mm]	[mm]							
1	0.6	9.1	$L/300 = 30.5$	13.6	45 %						

Tabell 4-4 Nedbøyning av element

Der:

- W_{ins} utgjør den umiddelbare nedbøyingen

- $W_{net,fin}$ utgjør den umiddelbare nedbøyingen i tillegg til krypnedbøyingen

- W_{fin} utgjør den totale nedbøyingen inkludert forspenningen av elementet

Bæreevnen til elementet er utregnet i bruddgrensetilstand og har bakgrunn i lastkombinasjonen B2. Både moment, skjærkraft og rulleskjær er innenfor kravene som vist i Tabell 4-5

flexural design

field	$f_{m,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{sys,y}$	$f_{m,y,d}$	$M_{y,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	utilization
	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kNm]	[N/mm ²]	
1	28.00	2.00	0.80	1.10	12.32	142.73	-4.69	38 %

shear analysis

field	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{v,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	utilization
	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
1	4.00	2.00	0.80	1.60	-62.49	0.13	8 %

rolling shear

field	$f_{r,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{r,d}$	V_d	$\tau_{r,d}$	utilization
	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
1	1.05	2.00	0.80	0.42	-62.49	0.12	29 %

Tabell 4-5 Utnyttelse element

Vedlegg 33 gir fullstendig rapport for takelementene.

4.4.3 U-verdi

U-verdien til taket er beregnet etter fremgangsmåte beskrevet i kapittel 2.6.5. Elementet består av kun homogene sjikt og vi har beregnet den totale varmemotstanden gjennom elementet, inkludert innvendig og utvendig varmeovergangsmotstand i vedlegg 4 til:

$$R_{tot} = 12,384 \frac{m^2 K}{W}$$

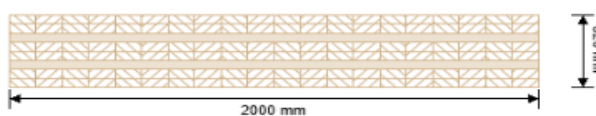
Dette gir da en U-verdi etter Formel 2-3 for taket til:

$$U_{tak} = \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U = 0,081 \frac{W}{m^2 K}$$

4.5 Etasjeskiller

4.5.1 Oppbygging

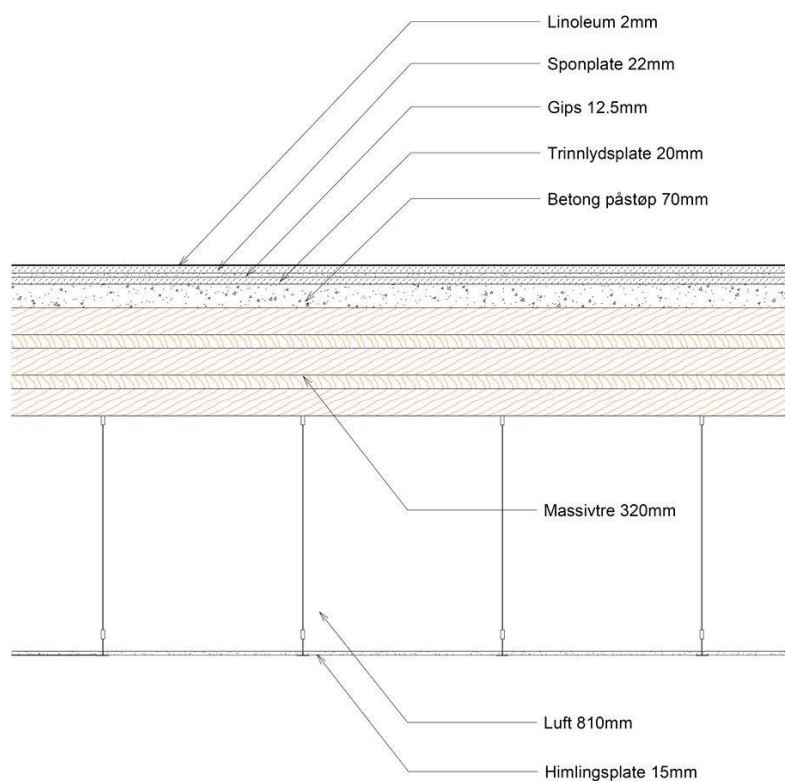
Vi har valgt en etasjeskiller som har en 320mm tykk bærende konstruksjon av massivtre. Lamellene i massivtreelementet er fordelt over åtte lag på 40mm hver, der seks av lamellene vil ligge i lengderetningen til elementet (Figur 4-31).



layer	thickness	type
1	40.0 mm	L
2	40.0 mm	L
3	40.0 mm	C
4	40.0 mm	L
5	40.0 mm	L
6	40.0 mm	C
7	40.0 mm	L
8	40.0 mm	L

Figur 4-31 Oppbygging massivtreelement

Den bærende konstruksjonen vil bli belastet med 70mm påstøp, 20mm trinnlydsplate, 13mm gipsplate og 22mm sponplate. Til slitelag blir det lagt linoleum eller teppefliser. Vi har gjort et anslag på 20% linoleum og 80% teppefliser. Under den bærende konstruksjonen vil det være nedforet akustiske himlingsplater, som vil kunne skjule ventilasjonsrør og andre tekniske installasjoner (Figur 4-32).



Figur 4-32 Oppbygging etasjeskiller

Vi har valgt påstøp av betong for å kunne redusere trinnlyden og vibrasjonen i etasjeskilleren. Dette for at brukerne av bygget skal kunne oppleve en bedre komfort. Betongen vil også få en funksjon som en stiv skive. Den gjør det mulig å kunne føre horisontallastene over til veggskivene. Horisontal lastene er i denne oppgaven tatt hensyn til, men ikke tatt med i beregningene.

4.5.2 Dimensjonering

Vi har kontrollert etasjeskilleren som både er utsatt for mest krefter og har lengst spennvidde. Etasjeskilleren som er kontrollert ligger mellom akse G-I, 13-14. Bredden på elementene er to meter for å kunne begrenset arbeidsomfanget med sammenføyningene mellom elementene. Bredden er fortsatt håndterlig både med tanke på montering og transport.

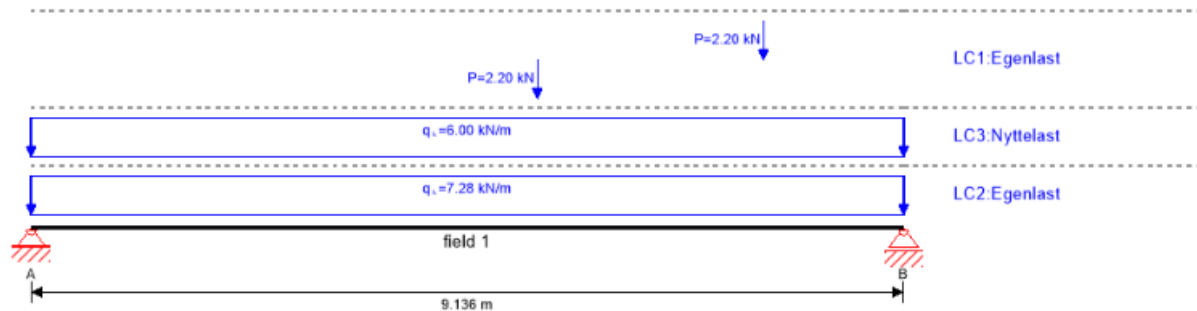
I lastberegningen har vi tatt for oss to forskjellige lasttilfeller for nyttelasten. Både en jevnt fordelt last og en punktlast.

4.5.2.1 Lasttilfelle 1

Lasttilfelle 1 vil være belastet med lastene vist i Tabell 4-6. Lastene påført det statiske systemet i Figur 4-33 er beregnet for et to meter bredt element.

Fungerende laster på etasjeskiller, lasttilfelle 1	
Egenlast - element/med oppbygging	3.64 kN/m ²
Variabel last – Nyttelast C1	3.0 kN/m ²
Egenlast – Ikke bærende innervegger	1.1 kN/m

Tabell 4-6 Fungerende laster på konstruksjonen



Figur 4-33 Fungerende laster på element

Både moment, skjærkraft og rulleskjær er innenfor kravene som vist i Tabell 4-7

flexural design								
field	$f_{m,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{sys,y}$	$f_{m,y,d}$	$M_{y,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	utilization
	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kNm]	[N/mm ²]	
1	28.00	2.00	0.80	1.10	12.32	177.32	-5.83	47 %

shear analysis							
field	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{v,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	utilization
	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
1	4.00	2.00	0.80	1.60	-78.22	0.17	10 %

rolling shear							
field	$f_{r,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{r,d}$	V_d	$\tau_{r,d}$	utilization
	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
1	1.05	2.00	0.80	0.42	-78.22	0.15	37 %

Tabell 4-7 Utnyttelse element

Det mest kritiske ved elementet vil være nedbøyningen. Tabell 4-8 oppgir nedbøyningen i tre forskjellige situasjoner.

$w_{inst} = w[char]$						$w_{fin} = w[char] + w[q.p.]*k_{def}$					
field	K_{def}	L_{ref}	limit	$w_{calc.}$	utilization	field	K_{def}	L_{ref}	limit	$w_{calc.}$	utilization
		[m]	[mm]	[mm]				[m]	[mm]	[mm]	
1	0.6	9.1	$L/400 = 22.8$	22.2	97 %	1	0.6	9.1	$L/200 = 45.7$	33.3	73 %

$w_{net,fin} = w[q.p.] + w[q.p.]*k_{def}$					
field	K_{def}	L_{ref}	limit	$w_{calc.}$	utilization
		[m]	[mm]	[mm]	
1	0.6	9.1	$L/300 = 30.5$	29.4	97 %

Tabell 4-8 Nedbøying element

Der:

- w_{inst} utgjør den umiddelbare nedbøyingen
- $w_{net,fin}$ utgjør den umiddelbare nedbøyingen i tillegg til krypnedbøyingen
- w_{fin} utgjør den totale nedbøyingen inkludert forspenningen av elementet

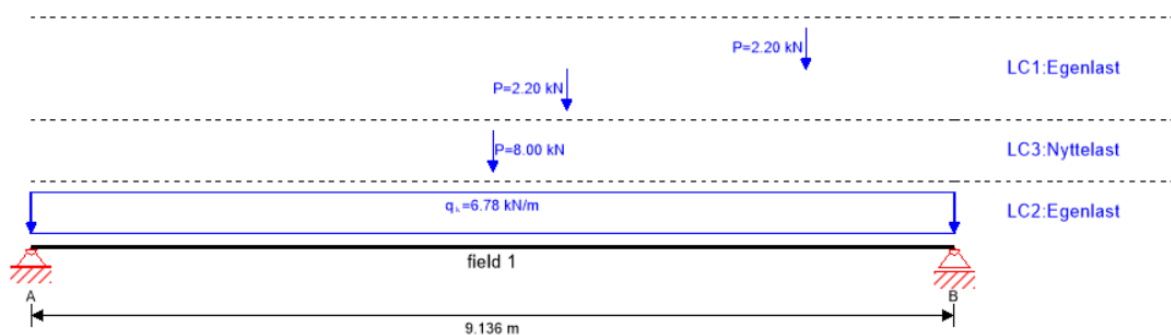
Vedlegg 31 gir fullstendig rapport for lasttilfelle 1.

4.5.2.2 Lasttilfelle 2

Lasttilfelle 2 vil være belastet med lastene vist i Tabell 4-9. Lastene påført det statiske systemet i Figur 4-34 er beregnet for et to meter bredt element.

Fungerende laster på etasjeskiller, lasttilfelle 2	
Egenlast – element/med oppbygging	3.64 kN/m ²
Variabel last – nyttelast C1 punkt	4.0 kN
Egenlast – Ikke bærende innervegg	1.1 kN/m ²

Tabell 4-9 Fungerende laster på konstruksjonen



Figur 4-34 Fungerende laster på element

Både moment, skjærkraft og rulleskjær er innenfor kravene som vist i Tabell 4-10

flexural design								
field	$f_{m,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{sys,y}$	$f_{m,y,d}$	$M_{y,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	utilization
	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kNm]	[N/mm ²]	
1	28.00	2.00	0.60	1.10	9.24	91.88	-3.02	33 %

shear analysis							
field	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{v,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	utilization
	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
1	4.00	2.00	0.60	1.20	-40.91	0.09	7 %

rolling shear							
field	$f_{r,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{r,d}$	V_d	$\tau_{r,d}$	utilization
	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
1	1.05	2.00	0.60	0.32	-40.91	0.08	26 %

Tabell 4-10 Utnyttelse element

Det mest kritiske ved elementet vil være nedbøyningen. Tabell 4-11 oppgir nedbøyningen i tre forskjellige situasjoner.

$w_{inst} = w[char]$						$w_{fin} = w[char] + w[q.p.]*k_{def}$					
field	K_{def}	L_{ref}	limit	$w_{calc.}$	utilization	field	K_{def}	L_{ref}	limit	$w_{calc.}$	utilization
		[m]	[mm]	[mm]				[m]	[mm]	[mm]	
1	0.6	9.1	L/400 = 22.8	14.0	61 %	1	0.6	9.1	L/200 = 45.7	21.9	48 %

$w_{net,fin} = w[q.p.] + w[q.p.]*k_{def}$					
field	K_{def}	L_{ref}	limit	$w_{calc.}$	utilization
		[m]	[mm]	[mm]	
1	0.6	9.1	L/300 = 30.5	21.0	69 %

Tabell 4-11 Nedbøyning element

Der:

- W_{inst} utgjør den umiddelbare nedbøyningen

- $W_{net,fin}$ utgjør den umiddelbare nedbøyningen i tillegg til krypnedbøyningen

- W_{fin} utgjør den totale nedbøyningen inkludert forspenningen av elementet

Vedlegg 32 gir fullstendig rapport for lasttilfelle 2.

4.5.3 Lyd

Luftlydreduksjon(R_w) og trinnlyd($L_{n,w}$) er oppgitt i Tabell 2-4 Tabellen bruker en løsning med 160mm massivtre, 60-80mm betong, 20mm trinnlydsplate, 13mm gulvgips og 22 mm sponplate med parkett på toppen.

Trinnlyden er oppgitt til å ligge mellom 53-50 dB. Løsningen vår har en dobling av tykkelsen på massivtreet så dette vil kunne redusere lydgjennomgangen i konstruksjonen ytterligere. Selv om massivtreet i seg selv gir en høy trinnlyd vil den ut fra Tabell 2-3 gi noe reduksjon med en økning av elementet på 160mm.

Tabellen oppgir også en luftlydreduksjon mellom 55-58 dB. Også her vil økningen av massivtreet redusere noe av luftlyden. Tabell 2-3 viser en reduksjon av luftlyd ved økning av tykkelsen. Dette gjør at løsningen vår vil antakelig kunne oppnå en ytterligere reduksjon enn tallene oppgitt.

For å kunne få en god akustikk i et slikt mediebygg har vi prosjektert bygget med Glava sine akustiske himlingsplater. Platene er lydabsorberende og vil kunne dempe lyden og redusere etterklang. Dette gir riktig akustikk og god taledyktighet.

Statsbygg har også lagt inn krav om bruk av teppefliser i enkelte rom for å få riktig akustikk.

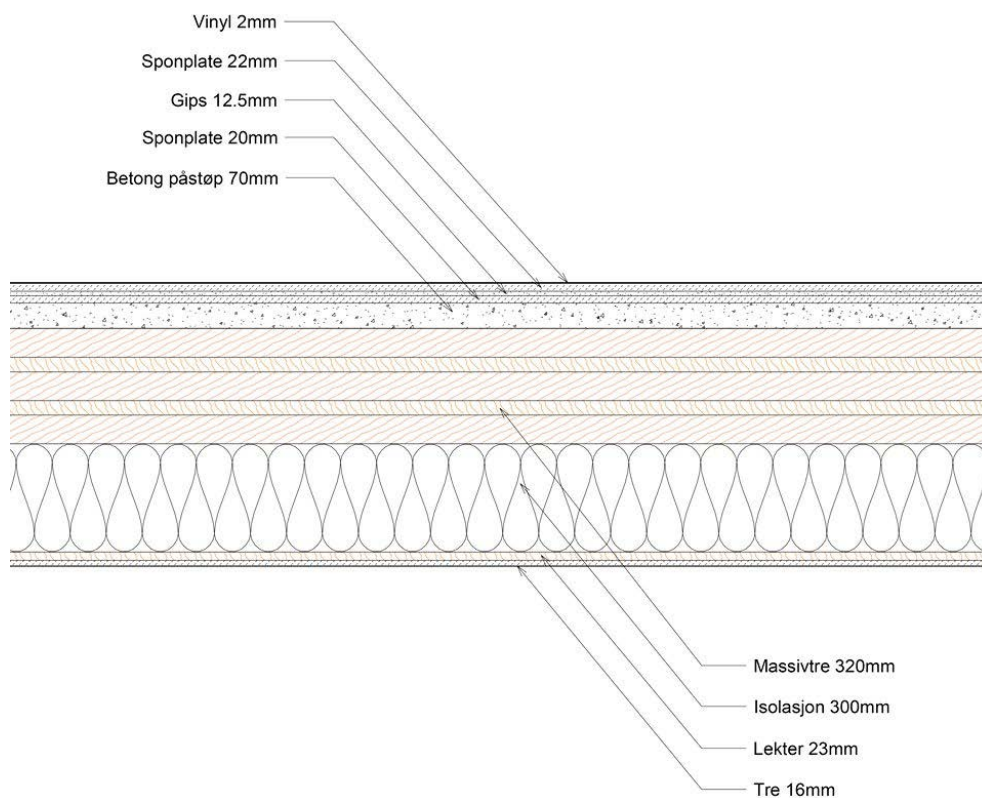
4.6 Gulv mot friluft

Den nordvestlige fløyen vil danne et overbygg over hovedinngangen til bygget.

Overbygget blir plassert på søyler og vi vil dermed få et gulv mot friluft.

4.6.1 Oppbygging

For å få en kontinuerlig etasjeskiller i bygget har vi brukt samme dimensjon på massivtreelementene og oppbyggingen innvendig som for etasjeskilleren. På utsiden har vi valgt å bruke 300mm Rockwool RedAir. Vi er usikre på om denne typen isolasjon kan benyttes for montering i himling, men for å forenkle beregninger har vi allikevel benyttet denne, da det ikke vil påvirke resultatene i stor grad. Oppbyggingen er vist i Figur 4-35



Figur 4-35 Oppbygging gulv mot friluft

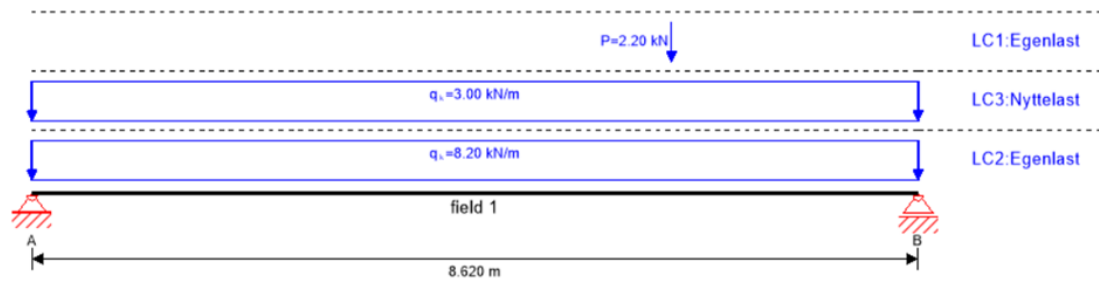
4.6.2 Dimensjonering

Vi har kontrollert etasjeskilleren for lasttilfelle med jevnt fordelt last, da denne vil være mest utsatt gitt fra dimensjoneringen av etasjeskiller i kapittel 4.5

Lasttilfelle vil være belastet med lastene vist i Tabell 4-12. Lastene påført det statiske systemet i Figur 4-36 er beregnet for et to meter bredt element.

Fungerende laster på etasjeskiller	
Egenlast - element/med oppbygging	4.1 kN/m ²
Variabel last – Nyttelast C1	3.0 kN/m ²
Egenlast – Ikke bærende innervegger	1.1 kN/m

Tabell 4-12 Fungerende laster på konstruksjon



Figur 4-36 Fungerende laster på element

Dimensjoneringen av massivtreelementet viser at bruddgrensetilstanden til elementet har god sikkerhet. Elementet vil maksimalt ha en 34% utnyttelse i bruddgrensetilstanden (Tabell 4-13). Tabell 4-14 viser nedbøyingen av elementet, som her vil være det mest kritiske punktet. Også nedbøyingen er godt innenfor kravet, og vil maksimalt ha en utnyttelse på 74% i bruksgrensetilstanden.

flexural design								shear analysis								
field	$f_{m,k}$	γ_m	K_{mod}	$K_{sys,y}$	$f_{m,y,d}$	$M_{y,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	utilization	field	$f_{v,k}$	γ_m	K_{mod}	$f_{v,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	utilization
	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kNm]	[N/mm ²]			[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
1	28.00	2.00	0.60	1.10	9.24	94.56	-3.11	34 %	1	4.00	2.00	0.60	1.20	-44.32	0.09	8 %

rolling shear							
field	$f_{r,k}$	γ_m	K_{mod}	$f_{r,d}$	V_d	$\tau_{r,d}$	utilization
	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
1	1.05	2.00	0.60	0.32	-44.32	0.09	28 %

Tabell 4-13 Utnyttelse element

$w_{inst} = w[char]$						$w_{fin} = w[char] + w[q,p]*k_{def}$					
field	K_{def}	L_{ref}	limit	$w_{calc.}$	utilization	field	K_{def}	L_{ref}	limit	$w_{calc.}$	utilization
		[m]	[mm]	[mm]				[m]	[mm]	[mm]	
1	0.6	8.6	$L/400 = 21.6$	14.9	69 %	1	0.6	8.6	$L/200 = 43.1$	22.8	53 %

$w_{net,fin} = w[q,p] + w[q,p]*k_{def}$					
field	K_{def}	L_{ref}	limit	$w_{calc.}$	utilization
		[m]	[mm]	[mm]	
1	0.6	8.6	$L/300 = 28.7$	21.3	74 %

Tabell 4-14 Nedbøying element

Vedlegg 30 gir fullstendig rapport for elementet.

4.6.3 U-verdi

U-verdien til gulv mot friluft er beregnet etter fremgangsmåte beskrevet i kapittel 2.6.5. Elementet består av kun homogene sjikt og vi har beregnet den totale varmemotstanden gjennom elementet, inkludert innvendig og utvendig varmeovergangsmotstand i vedlegg 4 til:

$$R_{tot} = 12,444 \frac{m^2 K}{W}$$

Dette gir da en U-verdi etter Formel 2-3 for gulv mot friluft til:

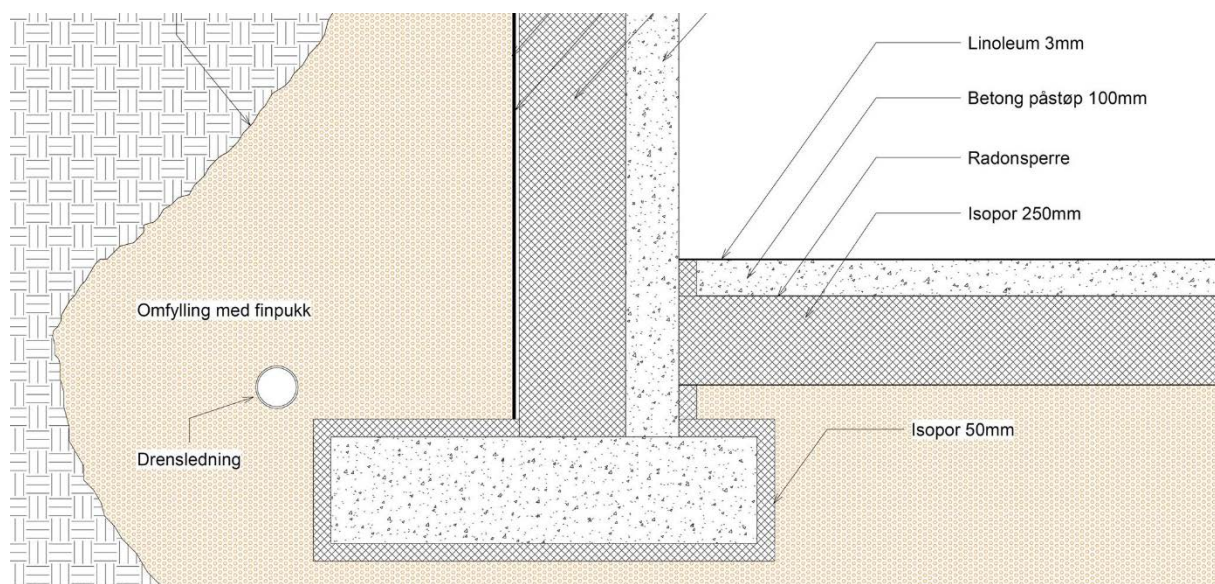
$$U_{gulv,friluft} = \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U = 0,080 \frac{W}{m^2 K}$$

4.7 Gulv på grunn

4.7.1 Oppbygging

For gulv på grunn har vi valgt å bruke 250mm EPS isolasjon etterfulgt av 100mm armert betong. Deretter vil vi bruke en variasjon av linoleum og teppefliser til gulvbelegg (Figur 4-37). I første etasjen har vi gjort et anslag på 40% linoleum og 60% teppefliser.

Platen på grunn er ikke dimensjonert, men ut fra egne erfaringer har vi besluttet at en slik plate vil være tilstrekkelig her.



Figur 4-37 Oppbygging gulv på grunn

4.7.2 U-verdi

U-verdien til gulv på grunn er beregnet etter fremgangsmåte beskrevet i kapittel 2.6.5. Elementet består av kun homogene sjikt og vi har beregnet den totale varmemotstanden gjennom elementet, inkludert innvendig og utvendig varmeovergangsmotstand i vedlegg 4 til:

$$R_{tot} = 6,891 \frac{m^2 K}{W}$$

Dette gir da en U-verdi etter Formel 2-3 for gulv på grunn til:

$$U_{gulv} = \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U = 0,15 \frac{W}{m^2 K}$$

For gulv på grunn vil også terrenget bidra til å redusere varmegjennomgangen til elementet. Vi har ut fra dette beregnet en ekvivalent U-verdi i vedlegg 4, der terrengbidraget er inkludert. Tabell 2-21 gir ekvivalente U-verdier for gulv på grunn ut fra karakteristisk bredde på bygget etter Formel 2-10 og oppfyllingshøyden.

Vi har beregnet karakteristisk bredde på bygget til $B = \frac{A}{0,5P} = \frac{3724m^2}{0,5 \times 183,76m} = 40,5m$

Med oppfyllingshøyde, 0m, har vi interpolert verdiene gitt i Tabell 2-21 og fått en ekvivalent U-verdi for gulv på grunn til:

$$U_{gulv,ekv} = 0,068 \frac{W}{m^2 K}$$

4.8 Vinduer og glassfasade

Det er store arealer med glassfasader og vinduer i bygget, noe som har en stor innvirkning på varmetapstallet. Vi har her grovestimert en middelvei for U-verdien til vinduene og glassfasaden. Beregningen må anses som et grovt anslag, og er kun utført for å kontrollere om vi har mulighet for å oppnå kravet til varmetapstallet for bygningen.

4.8.1 Materialvalg

For å oppnå en lavest mulig U-verdi for vinduene og glassfasade, har vi valgt et 3-lags glass fra Pilkington med en U-verdi på $0,5 \frac{W}{m^2 K}$ (Vedlegg 45). For tettfeltene har vi valgt en isolasjon med tykkelse 80mm fra Vikutherm, med en anslått U-verdi på $0,34 \frac{W}{m^2 K}$ (Vedlegg 44). For rammer og losholter har vi benyttet en U-verdi på $1,5 \frac{W}{m^2 K}$ beskrevet på leverandørens nettside.

4.8.2 U-verdi

U-verdien til vinduer og glassfasade er beregnet i (Vedlegg 4) ved å finne middelveirdien ut fra U-verdien og arealet til hvert element. Vi kom da frem til en U-verdi for vinduene og glassfasadene lik:

$$U_w = 0,52 \frac{W}{m^2 K}$$

4.9 Beregning og resultater for varmetapstall $H''_{tr,inf}$ for transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap.

NS 3701 gir krav til høyeste varmetapstall for passivhus, denne verdien skal ikke overstige $0,40 \frac{W}{m^2 K}$ for høgskolebygninger gitt i Tabell 2-11

Vi har beregnet varmetapstallet for løsningen med massivtre etter fremgangsmåte beskrevet i kapittel 2.8.6

4.9.1 Direkte varmetap

$$H_D = \sum_i U_i A_i + \sum_k \psi_k l_k + \sum_j X_j$$

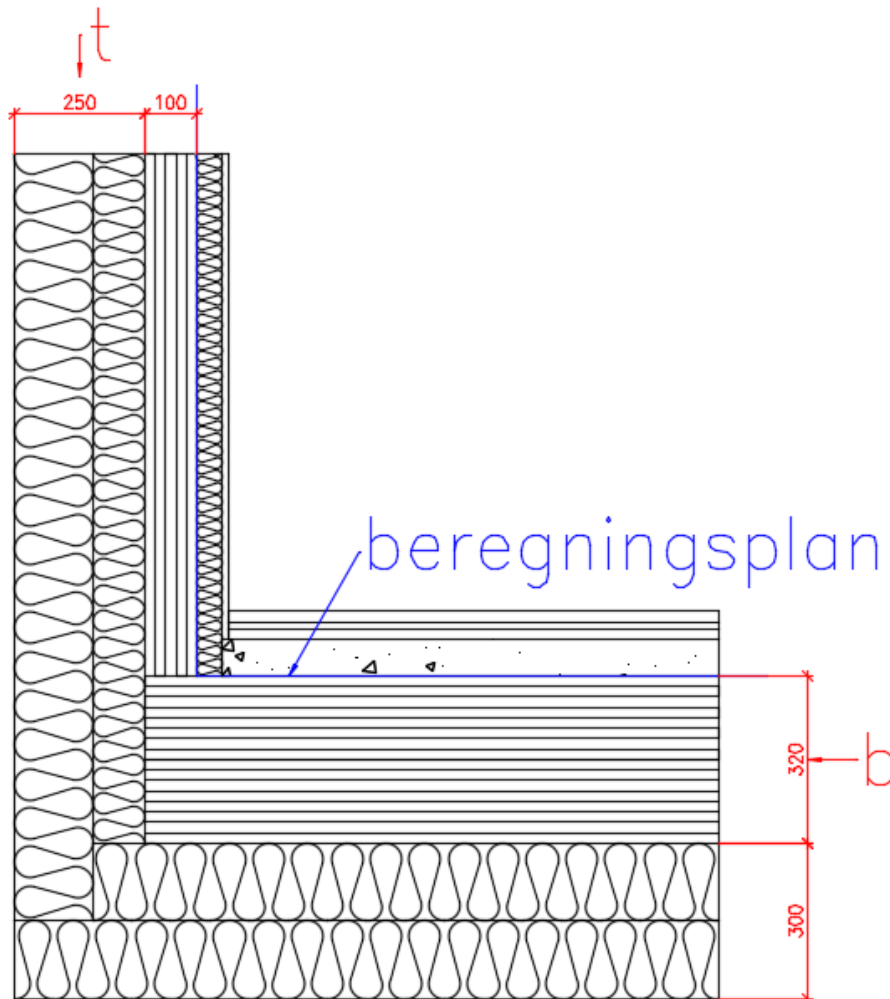
U-verdi (U_i)	Areal (A_i)	$U_i A_i$
$U_{tak} = 0,081 \frac{W}{m^2 K}$	$A_{tak} = 2054,00 m^2$	$166,37 \frac{W}{K}$
$U_{gulv,2etg} = 0,080 \frac{W}{m^2 K}$	$A_{gulv,2etg} = 515,00 m^2$	$41,20 \frac{W}{K}$
$U_{vegg,massivtre} = 0,10 \frac{W}{m^2 K}$	$A_{vegg,massivtre} = 637,90 m^2$	$63,79 \frac{W}{K}$
$U_{vegg,betong,terreng} = 0,10 \frac{W}{m^2 K}$	$A_{vegg,betong,terreng} = 82,90 m^2$	$8,29 \frac{W}{K}$
$U_{vindu,fasade} = 0,52 \frac{W}{m^2 K}$	$A_{vindu,fasade} = 1500,26 m^2$	$780,14 \frac{W}{K}$

Tabell 4-15 Direkte varmetap

$$\sum_i U_i A_i = 1059,79 \frac{W}{K}$$

4.9.1.1 Lineære Kuldebroer

Kuldebroverdi for overgang vegg – gulv mot friluft



Figur 4-38 Skisse overgang vegg - gulv mot friluft.

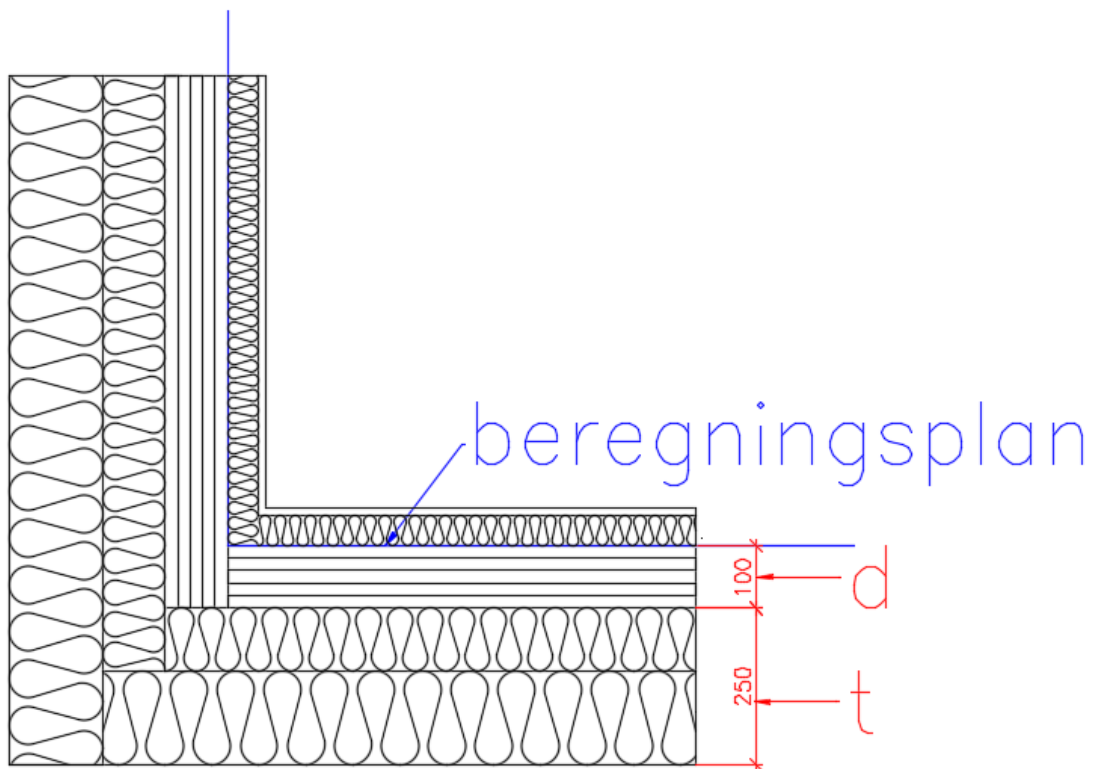
Kritisk isolasjonstykkel = $\frac{250\text{mm}}{300\text{mm}} \geq \frac{5}{6}$ av tykkelsen til isolasjonen i omgivende konstruksjon

Klassifiserer kuldebroen i gruppe 4 etter Tabell 2-18 Dette gir kuldebroverdi $\Psi_{vg} = \Psi_k$ ut fra Tabell 2-19. Ψ_k regnes etter Formel 2-2

$$\Psi_{vg} = \Psi_k = 0,6\lambda + 2d \frac{\lambda}{t} = 0,6 \times 0,033 \frac{W}{mK} + 2 \times 0,320m \frac{0,033 \frac{W}{mK}}{0,25m} = 0,104 \frac{W}{mK}$$

Lengde kuldebro: $L_{vg} = 77,21m$

Kuldebroverdi hjørner



Figur 4-39 Skisse hjørner.

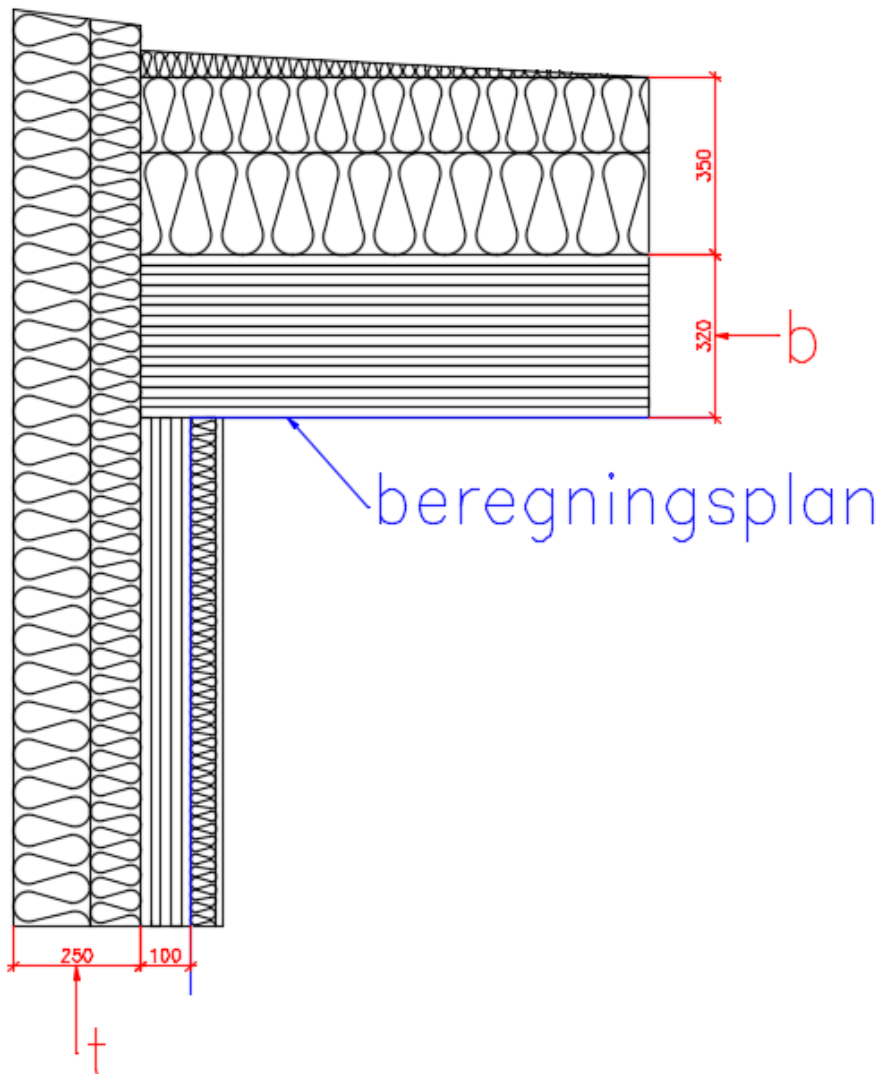
Kritisk isolasjonstykkel = $\frac{250\text{mm}}{250\text{mm}} \geq \frac{5}{6}$ av tykkelsen til isolasjonen i omgivende konstruksjon

Klassifiserer kuldebroen i gruppe 4 etter Tabell 2-18 Dette gir kuldebroverdi $\psi_h = \psi_k$ ut fra Tabell 2-19. ψ_k regnes etter Formel 2-2

$$\psi_h = \psi_k = 0,6\lambda + 2d \frac{\lambda}{t} = 0,6 \times 0,033 \frac{W}{mK} + 2 \times 0,1m \frac{0,033 \frac{W}{mK}}{0,25m} = 0,046 \frac{W}{mK}$$

Lengde kuldebro: $L_h = 43,01m$

Kuldebroverdi overgang vegg – tak



Figur 4-40 Skisse overgang vegg – tak.

Kritisk isolasjonstykkel = $\frac{250\text{mm}}{350\text{mm}} \leq \frac{5}{6}$ av tykkelsen til isolasjonen i omgivende konstruksjon

Klassifiserer kuldebroen i gruppe 3 etter Tabell 2-18 Dette gir

kuldebroverdi $\Psi_{vt} = 0,1 + \Psi_k$ ut fra Tabell 2-19. Ψ_k regnes etter Formel 2-2

$$\Psi_{vt} = 0,1 + \Psi_k = 0,1 + 0,6\lambda + 2d \frac{\lambda}{t} = 0,1 + 0,6 \times 0,033 \frac{W}{mK} + 2 \times 0,320m \frac{0,033 \frac{W}{mK}}{0,25m} = 0,204 \frac{W}{mK}$$

Lengde kuldebro: $L_{vt} = 226,584m$

Kuldebro vinduer og glassfasade

Her har vi ikke beregnet en egen kuldebroverdi, men hentet en verdi for anslått kuldebroverdi fra byggdetaljblad 472.801. Verdien gjelder for vinduer montert jevnt med vindsperre i bindingsverksvegger av tre

$$\psi_v = 0,015 \frac{W}{mK}$$

Lengde kuldebro: $L_v = 665,00m$

4.9.1.2 Resultat lineære kuldebroer

Summering av varmetapsbidraget til alle lineære kuldebroer gir:

$$\begin{aligned} \sum \psi l &= 0,104 \frac{W}{mK} \times 77,21m + 0,046 \frac{W}{mK} \times 43,01m + 0,204 \frac{W}{mK} \times 226,58m \\ &+ 0,015 \frac{W}{mK} \times 665,00m = 66,21 \frac{W}{K} \end{aligned}$$

4.9.1.3 Punktkuldebroer

Vi har valgt å neglisjere bidraget fra punktkuldebroer, da vi anser bidraget her som svært lite, og eventuelle bidrag vil bli dekket av at vi har gjort veldig konservative beregninger av lineære kuldebroer.

$$\sum_j X_j = 0 \frac{W}{K}$$

4.9.1.4 Resultat direkte varmetap

Det totale direkte varmetapet for løsningen er summert etter Formel 2-13 til:

$$H_D = \sum_i U_i A_i + \sum_k \psi_k l_k + \sum_j X_j = 1059,79 \frac{W}{K} + 66,21 \frac{W}{K} + 0 \frac{W}{K} = 1126,00 \frac{W}{K}$$

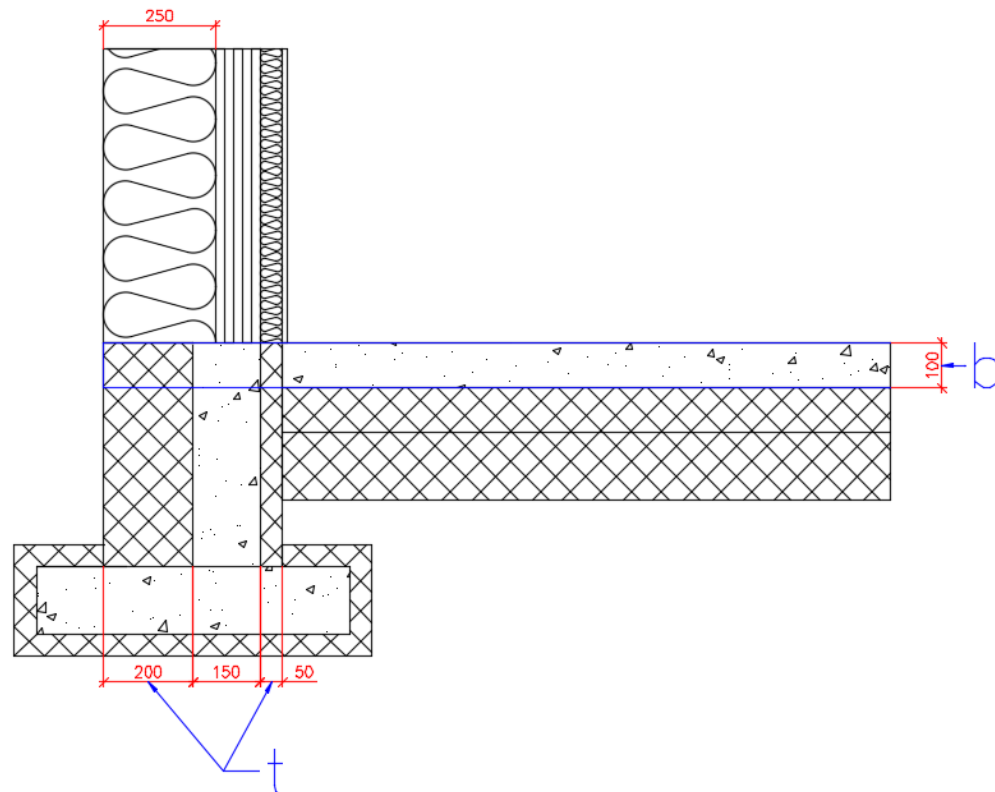
4.9.2 Varmetap til oppvarmede soner

Vi regner alle soner i bygget som oppvarmede soner og får dermed og får dermed etter Formel 2-14:

$$H_U = b \times H_{iu} = 0$$

4.9.3 Varmetap mot grunnen

Kuldebroverdi for overgang vegg – gulv på grunn



Figur 4-41 Skisse overgang vegg – gulv på grunn.

Kritisk isolasjonstykkel = $\frac{250\text{mm}}{250\text{mm}} \geq \frac{5}{6}$ av tykkelsen til isolasjonen i omgivende konstruksjon

Klassifiserer kuldebroen i gruppe 4 etter Tabell 2-18 Dette gir

kuldebroverdi $\Psi_{wf} = \Psi_F$ ut fra Tabell 2-19. Ψ_F regnes etter Formel 2-1

$$\Psi_{wf} = \Psi_F = \frac{b \times \lambda}{t} = \frac{0,1\text{m} \times 0,038 \frac{\text{W}}{\text{mK}}}{0,250\text{m}} = 0,0152 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

Det totale varmetapet mot grunnen beregnes deretter etter Formel 2-15

$$A_g = 1637,00\text{m}^2$$

$$U_g = 0,068 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

$$P = 183,76\text{m}$$

$$\Psi_{wf} = 0,0152 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

$$H_g = A_g U_g + P \Psi_{wf} = 1637,00\text{m}^2 \times 0,068 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} + 183,76\text{m} \times 0,0152 \frac{\text{W}}{\text{mK}} = 114,11 \frac{\text{W}}{\text{K}}$$

4.9.4 Infiltrasjonsvarmetap

$$e = 0,07$$

$$n_{50} = 0,6h^{-1}$$

$$V = 16992,60m^3$$

Luftskifte for infiltrasjonen har vi etter Formel 2-17 beregnet til:

$$n_{inf} = n_{50}e = 0,6 \times 0,07 = 0,042h^{-1}$$

Deretter har vi beregnet infiltrasjonsvarmetapet etter Formel 2-16 til:

$$H_{inf} = 0,33n_{inf}V = 0,33 \times 0,042h^{-1} \times 16992,60m^3 = 235,52 \frac{W}{K}$$

4.9.5 Resultat varmetapstall

Varmetransportkoeffisienten er beregnet etter Formel 2-12 til:

$$H_{tr,inf} = H_D + H_U + H_g + H_{inf} = 1126,00 \frac{W}{K} + 0 \frac{W}{K} + 114,11 \frac{W}{K} + 235,52 \frac{W}{K} = 1475,63 \frac{W}{K}$$

Det totale varmetapstallet for transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap er beregnet etter Formel 2-11 til:

$$H''_{tr,inf} = \frac{H_{tr,inf}}{A_{fl}} = \frac{1475,63 \frac{W}{K}}{3724,00m^2} = 0,40 \frac{W}{m^2K} \leq H''_{tr,inf,0} = 0,40 \frac{W}{m^2K}$$

Vi ser ut fra grovestimatet av varmetapstallet at vi er innenfor kravet til varmetapstall for bygningen gitt i NS 3701.

4.10 Klimagassregnskap

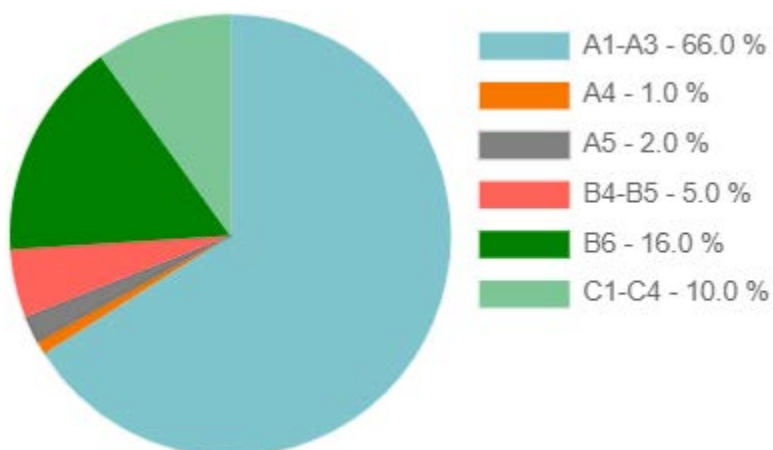
4.10.1 Alternativ 1

Vi har i det første alternativet benyttet oppbyggingen som beskrevet tidligere i kapittel 4, samt bruk av løsningen med stålbjelker og stålsøyler fra kapittel 4.1.1. Tabell 4-16 viser det totale klimaregnskapet for alternativet. Forklaringen på de forskjellige kategoriene er beskrevet i kapittel 2.1. Fullstendig rapport fra beregningene finnes i vedlegg 8.

Sektor	Klimagassutslipp kg CO ₂ e
A1-A3 Byggematerialer	648 055
A4 Transport til byggeplassen	9 583
+ A5 Byggeplass	22 687
+ B4-B5 Utskiftning og renovering	47 104
B6 Energibruk i drift	154 346
C1-C4 Livsløpets slutt	103 372
D Utover livsløp (ikke inkludert i totalen)	-593 545
Total	985 146
	Vis graf
Resultater per nevner	
Per år	16 419
Per m ² BTA	261
Per m ² BTA per år	4
Per bruker per år	16 419

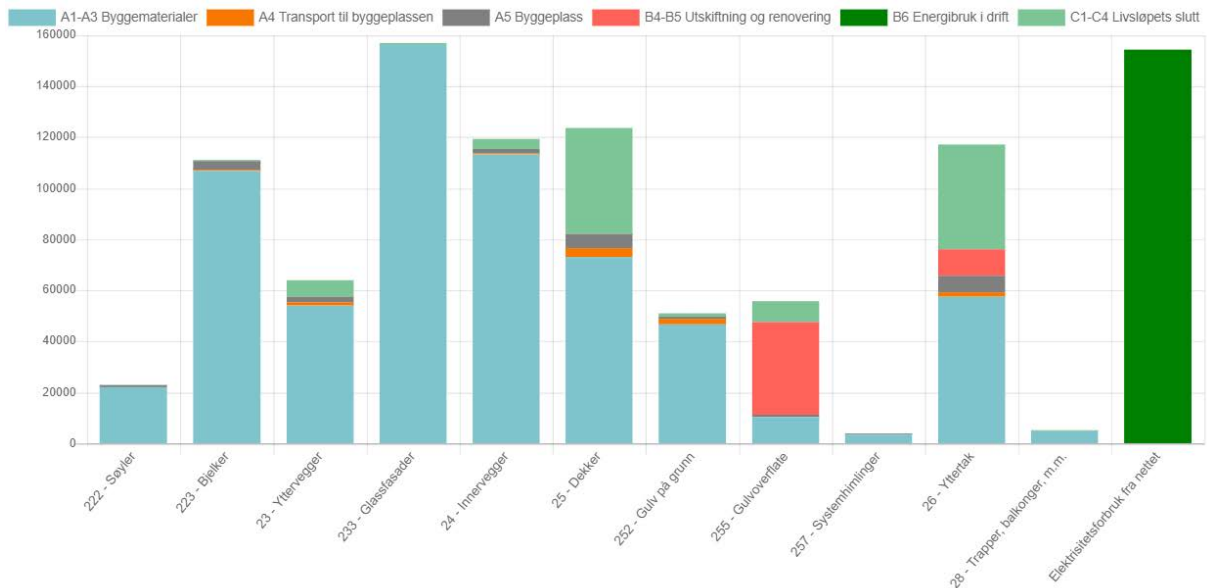
Tabell 4-16 Klimagassregnskap – Massivtreløsning med bruk av bjelker og søyler i stål

Figur 4-42 gir en prosentfordeling av det totale klimagassutslippet målt i CO₂e



Figur 4-42 Totalt klimagassregnskap fordelt på underkategorier

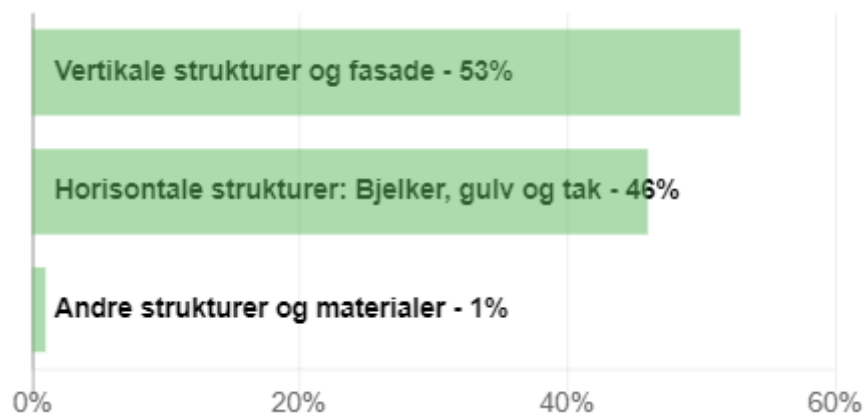
Figur 4-43 gir det totale CO₂e-utslippet for de ulike konstruksjonsdelene. Utslippet er også fordelt på de forskjellige kategoriene i klimaregnskapet.



Figur 4-43 Totalt klimagassregnskap fordelt på konstruksjonsdeler

4.10.1.1 Kategori A1-A3 - Byggematerialer

Som vist i Figur 4-42 er den største utslagsfaktoren for bygget kategorien A1-A3 som omhandler byggematerialene i bygget. Fordelingen av CO₂e vil bli 53% til horisontale strukturer, og 46% til vertikale strukturer(Figur 4-44).



Figur 4-44

Figur 4-45 gir de fem mest utslagsgivende materialene som er brukt i bygget for kategorien A1-A3. Vi ser at bæresystemet til løsningen kommer veldig høyt på listen. Selv om dette er stålprofiler med 80% resirkulert materiale vil de utgjøre 20% av det totale regnskapet. Dette vil ikke omfatte armeringsmengden brukt i betongen. Glassfasadene og glassveggene innvendig (partisjonssystemer) er den største bidragsyteren og vil ha en total prosentandel på 39%.



Figur 4-45 Fem mest medvirkende materialer i kategorien A1-A3

1. Glass façade  - **24.1 %** - Vis bærekraftige alternativer
2. Strukturelle stålprofiler, generisk  - **19.8 %** - Vis bærekraftige alternativer
3. Glassveggssystem  - **15.1 %** - Vis bærekraftige alternativer
4. Ferdigbetong, ekskludert armeringsstål  - **14.5 %** - Vis bærekraftige alternativer
5. Isolasjon/mineralull  - **10.1 %** - Vis bærekraftige alternativer
6. Forsterkning stål (armering), generisk  - **2.4 %** - Vis bærekraftige alternativer
7. Cross laminated timber (CLT), pine or spruce  - **2.3 %** - Vis bærekraftige alternativer
8. Fasadeplate i naturstein  - **2.0 %** - Vis bærekraftige alternativer
9. Gipsplate  - **1.3 %** - Vis bærekraftige alternativer
10. Forestia Sponplater  - **1.3 %** - Vis bærekraftige alternativer

Tabell 4-17 Mest medvirkende materialer i kategorien A1-A3

Tabell 4-17 er en utvidet tabell for de mest medvirkende materialene i bygget. Det som er verdt å merke seg er at elementene bestående av massivtre kun gir et bidrag til utslippet i kategorien A1-A3 på 2,3%.

4.10.1.2 Kategori A4 og A5 – Transport og byggeplass

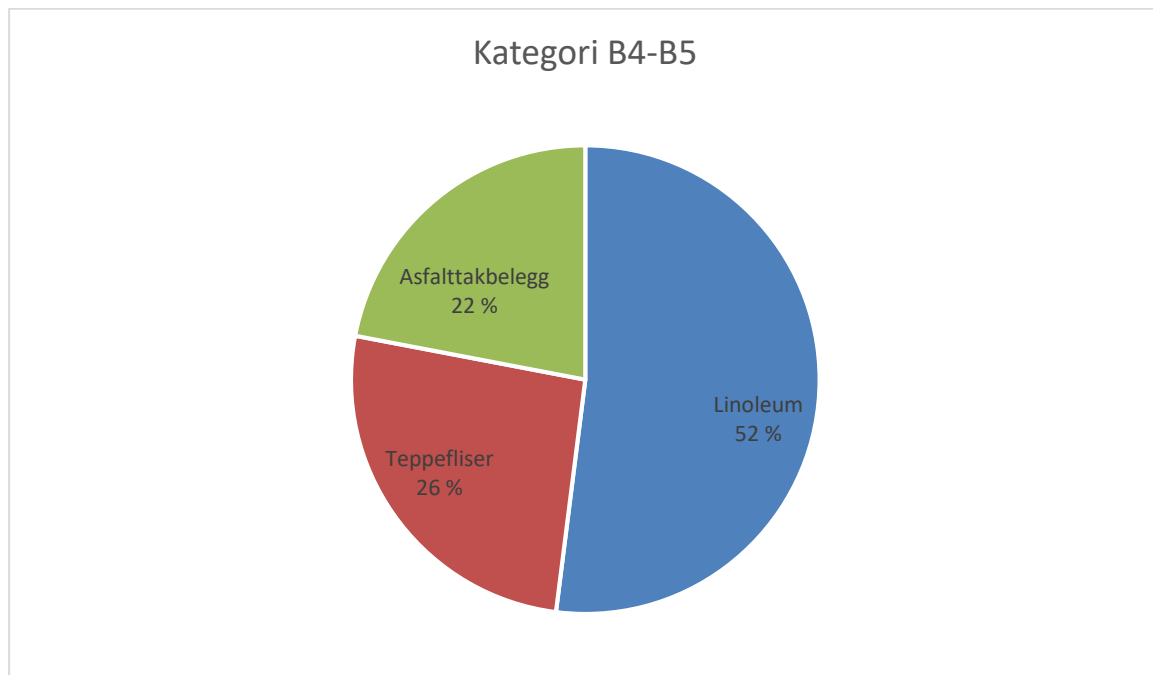
Kategori A4 omhandler transport av byggematerialene til byggeplassen. Kategorien gir et utslipp på 1% av totalutslippet til bygget. Vi har fulgt transportavstander oppgitt i miljødeklarasjonen for materialene i programmet og ikke kontrollert disse. Denne kategorien vil dermed være noe usikker.

Kategori A5 omhandler materialene på byggeplass. Dette vil gjelde monteringen, strømforbruket og avfallshåndteringen av materialet. Kategorien har et utslipp på 2,3% av det totale klimagassregnskapet til bygget. Utslippene er fordelt over de fleste materialene brukt på bygget.

4.10.1.3 Kategori B4-B5 – utskifting og renovering

Kategorien B4-B5 vil omhandle utskiftning og renovering. Bidragsgiverene til denne kategorien vil være gulvoverflatene og takbelegg, som vist i Figur 4-46. Gulvoverflatene har en levetid på 25 år, som gjør at de utgjør til sammen 78% av kategorien.

Takbelegget har en levetid på 20 år, og vil utgjøre 22%.



Figur 4-46 Fordeling av klimagassutslipp i kategorien B4-B5

4.10.1.4 Kategori B6 Energibruk i drift

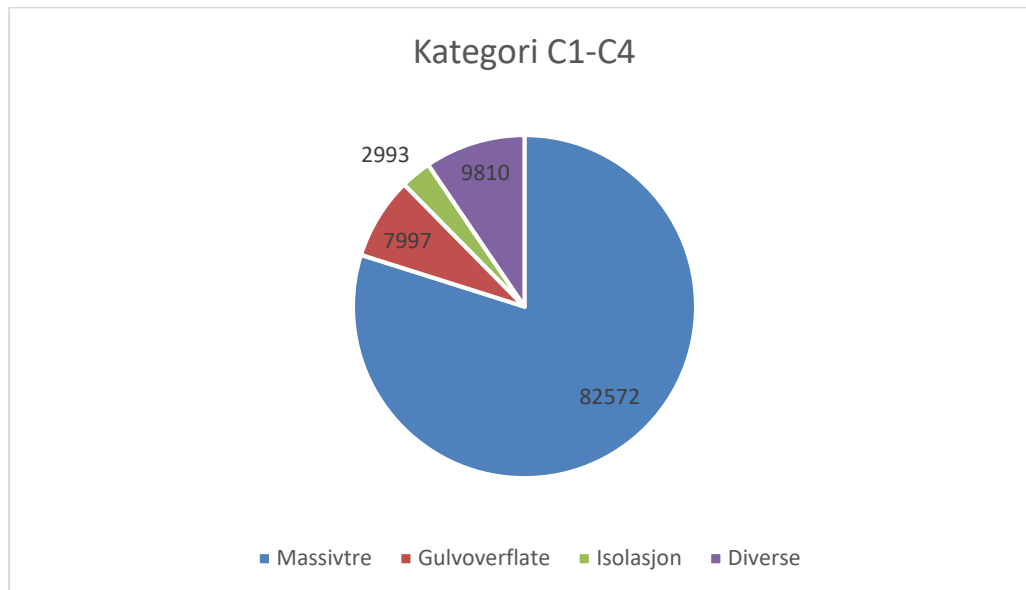
PEAB har gitt oss et prosjektert strømforbruk for bygget. Dette er satt til 207 682 kWh/år. De har også oppgitt en antatt verdi for støyproduksjonen til solcellene på 102 000 kWh/år.

Kategorien B6 tar for seg energien for bygget i bruk. Vi har valgt en energimiks fra Norge, som gir et forventet gjennomsnitt over de neste 60 årene (IEA-energimiks, fra 2015). Bygget må kjøpe totalt 105 682 kWh/år, noe som vil utgjøre 154,3 tonn CO₂e. Energibruken vil dermed utgjøre 15,7% av det totale klimagassutslippet.

4.10.1.5 Kategori C1-C4 – Livsløpets slutt

Kategorien omhandler materialene ved livsløpets slutt. Her inngår riving, transport og avfallshåndtering. Figur 4-47 viser at massivtreet utgjør store deler av utslippet ved denne kategorien. Materiale til gulvoverflate og isolasjon vil også være to kategorier som

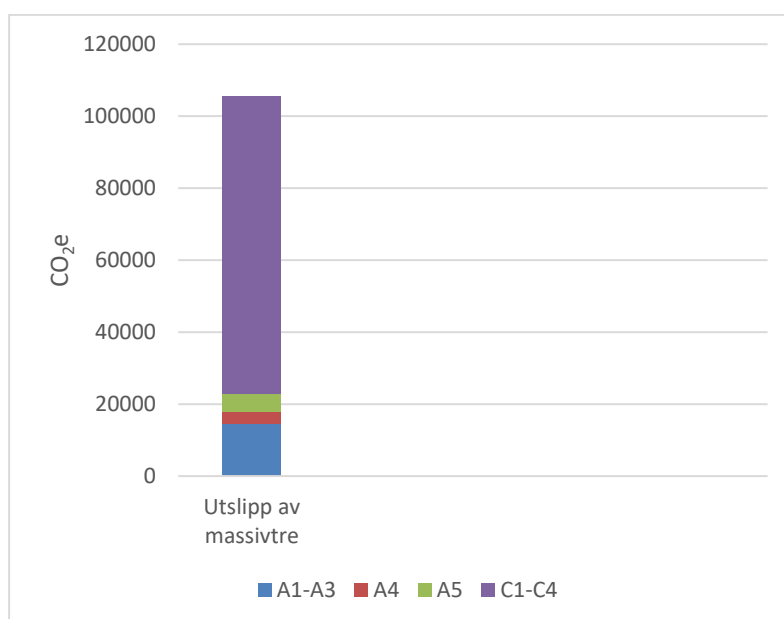
slipper ut mye CO₂e ved avfallshåndteringen. Resterende materialer for bygget er plassert i diverse.



Figur 4-47 Fordeling av klimagassutslipp i kategorien C1-C4

4.10.1.6 Totalt utslipp – Massivtre

Figur 4-48 gir en fordeling av det totale utslippet fra massivtreet. Massivtreet vil i det totale klimaregnskapet gi et bidrag på totalt 105,5 tonn CO₂e, noe som vil utgjøre 10,7% av det totale utslippet. Som vist i diagrammet vil massivtreet ikke gi et betydelig utslipp av CO₂e før bygget skal rives. Massivtreet binder store mengder CO₂e, som vil bli frigjort ved avfallshåndtering av materialet. CO₂e blir frigjort både ved at elementene råtner eller brennes.



Figur 4-48 Totalt utslipp fra massivtre

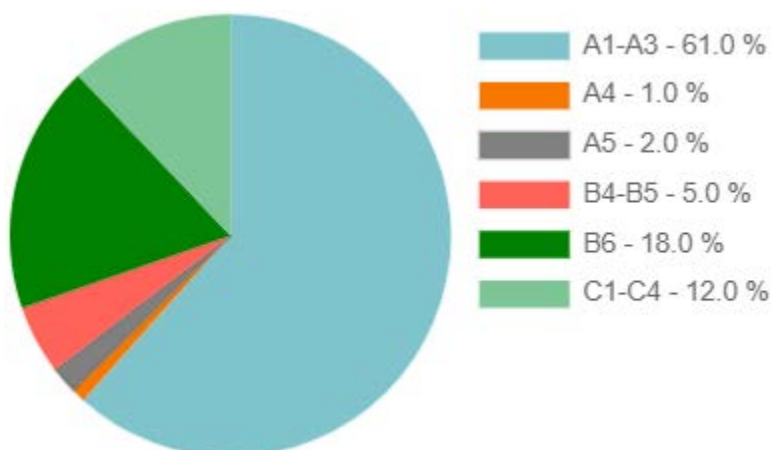
4.10.2 Alternativ 2

Vi har i dette alternativet brukt samme oppbygging og materialvalg om vist i løsning 1 og beskrevet i kapittel 4. Unntaket vil være bæresystemet til bygget der det er benyttet søyler og bjelker i limtre, dimensjonert i kapittel 4.1.2. Det totale klimaregnskapet for løsningen er gitt i Tabell 4-18. Fullstendig rapport fra beregningene finnes i vedlegg 7.

Sektor	Klimagassutslipp kg CO ₂ e
A1-A3 Byggematerialer	528 047
A4 Transport til byggeplassen	8 846
+ A5 Byggeplass	19 578
+ B4-B5 Utskiftning og renovering	47 104
B6 Energibruk i drift	154 346
C1-C4 Livsløpets slutt	106 654
D Utover livsløp (ikke inkludert i totalen)	-583 551
Total	864 574
	Vis graf
Resultater per nevner	
Per år	14 410
Per m ² BTA	229
Per m ² BTA per år	4
Per bruker per år	14 410

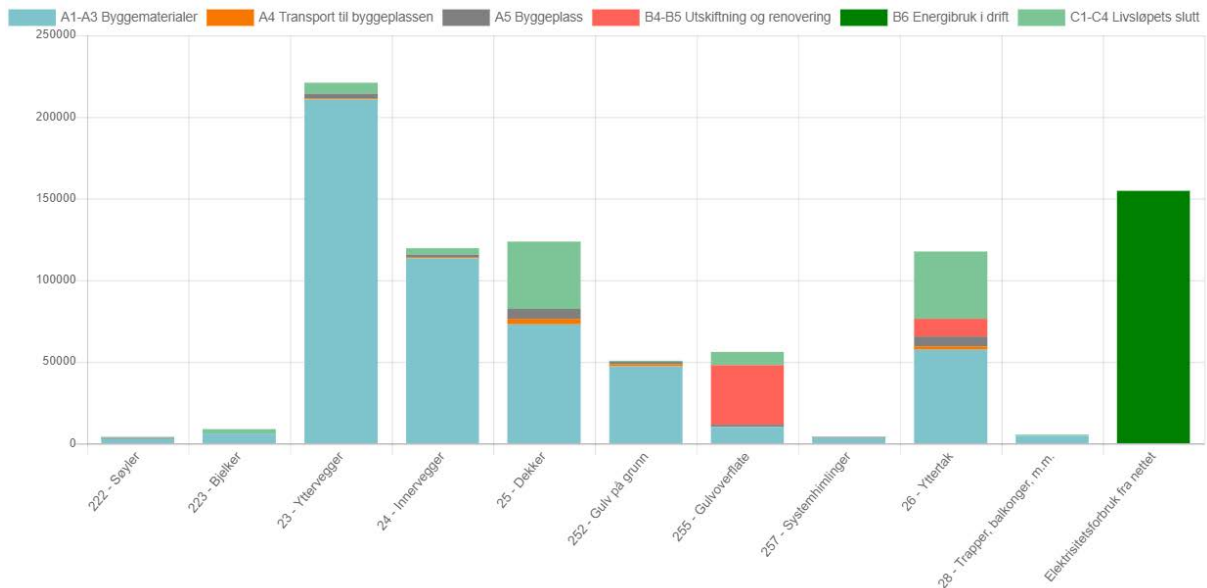
Tabell 4-18 Klimagassregnskap for massivtreløsning med bruk av søyler og bjelker i limtre

Figur 4-49 gir en prosentfordeling av det totale klimagassutslippet målt i CO₂e for de forskjellige kategoriene.



Figur 4-49 Totalt klimagassregnskap fordelt på underkategorier

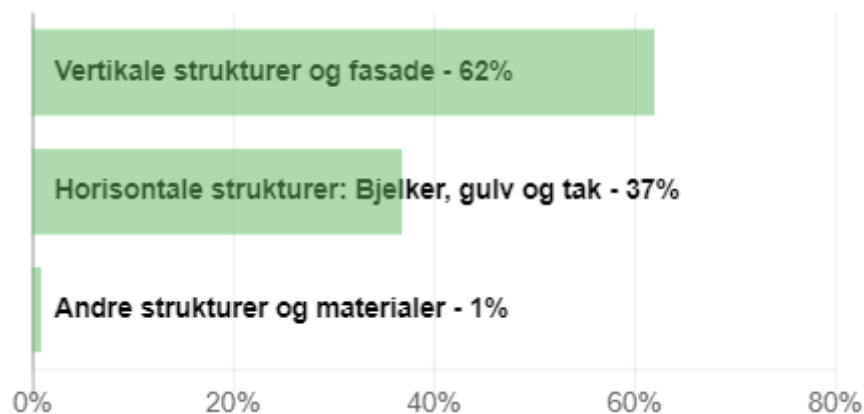
Figur 4-50 gir det totale CO₂e-utslippet for de ulike konstruksjonsdelene. Utslippet er også fordelt på de forskjellige kategoriene i klimaregnskapet.



Figur 4-50 Totalt klimagassregnskap fordelt på konstruksjonsdeler

4.10.2.1 Kategori A1-A3 – Byggematerialer

Som vist i Figur 4-49 er den største utslagsfaktoren for bygget kategorien A1-A3 som omhandler byggematerialene. Fordelingen av CO₂e i denne kategorien vil bli 62% til horisontale strukturer, og 37% til vertikale strukturer (Figur 4-51).

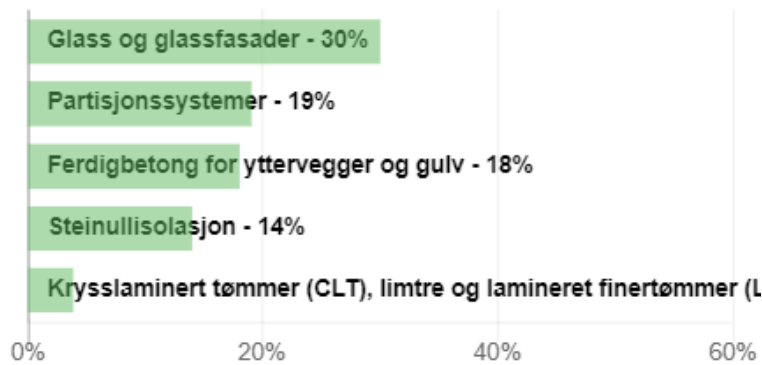


Figur 4-51 Fordeling av klimagassutslipp i kategori A1-A3

Figur 4-52 viser de fem materialene som vil påvirke CO₂e utslippet mest i kategorien A1-A3. Vi ser at glassfasadene og glassveggene innvendig (partisjonssystemer) vil ha en total prosentandel på 49%.

Bæresystemet i limtre og massivtreelementene i vegger, tak og etasjeskiller vil komme høyt opp på denne listen, men utgjør allikevel kun 3,7% av det totale utslippet i denne kategorien.

Steinullen som er brukt på både fasadene og på taket utgjør 14% av det totale CO₂e utslippet i denne kategorien.



Figur 4-52 Mest medvirkende materialer i kategorien A1-A3

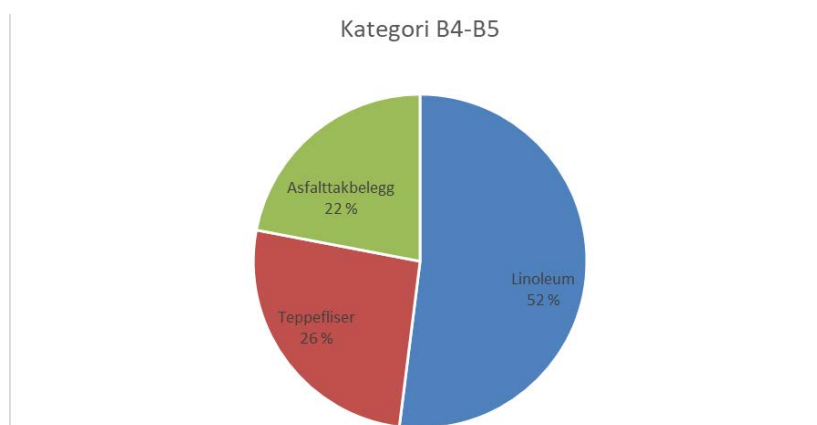
4.10.2.2 Kategori A4 og A5 – Transport og byggeplass

Kategori A4 omhandler transport av byggematerialene til byggeplassen. Kategorien gir et utslipp på 1% av totalutslippet til bygget. Vi har fulgt transportavstander oppgitt i miljødeklarasjonen for materialene i programmet og ikke kontrollert disse. Denne kategorien vil dermed være noe usikker.

Kategori A5 omhandler materialene på byggeplass. Dette vil gjelde monteringen, strømforbruket og avfallshåndteringen av materialet. Kategorien har et utslipp på 2,3% av det totale klimagassregnskapet til bygget. Utslippene er fordelt over de fleste materialene brukt på bygget.

4.10.2.3 Kategori B4-B5 – Utskifting og reovering

Kategorien B4-B5 omhandler utskiftning og reovering. Bidragsgiverene til denne kategorien vil være gulvoverflatene og takbelegg, som vist i Figur 4-53. Gulvoverflatene har en levetid på 25 år, som gjør at de utgjør til sammen 78% av utslippet i kategorien. Takbelegget har en levetid på 20 år, og vil utgjøre 22%.



Figur 4-53 Fordeling av klimagassutslipp i kategorien B4-B5

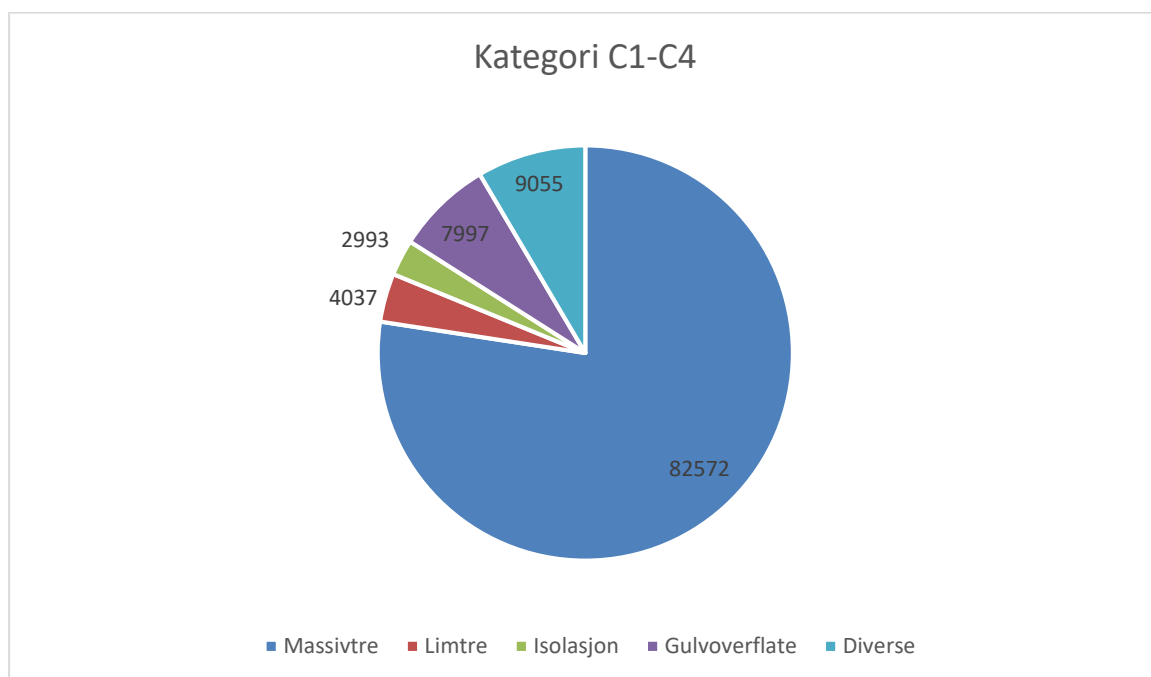
4.10.2.4 Kategori B6 – Energibruk i drift

PEAB har gitt oss et prosjektert strømforbruk for bygget. Dette er satt til 207 682 kWh/år. De har også oppgitt en antatt verdi for stømproduksjonen til solcellene på 102 000 kWh/år.

Kategorien B6 tar for seg energien for bygget i bruk. Vi har valgt en energimiks fra Norge, som gir et forventet gjennomsnitt over de neste 60 årene (IEA-energimiks, fra 2015). Bygget må kjøpe totalt 105 682 kWh/år, noe som vil utgjøre 154,3 tonn CO_{2e}. Energibruken vil dermed utgjøre 17,9% av det totale klimagassutslippet.

4.10.2.5 Kategori C1-C4 – Livsløpets slutt

Kategorien omhandler materialene ved livsløpets slutt. Her inngår riving, transport og avfallshåndtering. Figur 4-54 viser at massivtreet utgjør store deler av utslippet ved denne kategorien. Materiale til gulvoverflate og isolasjon vil også være to kategorier som slipper ut mye CO_{2e} ved avfallshåndteringen. Bæresystemet av limtre vil også bidra med 4%. Resterende materialer for bygget er plassert i diverse.



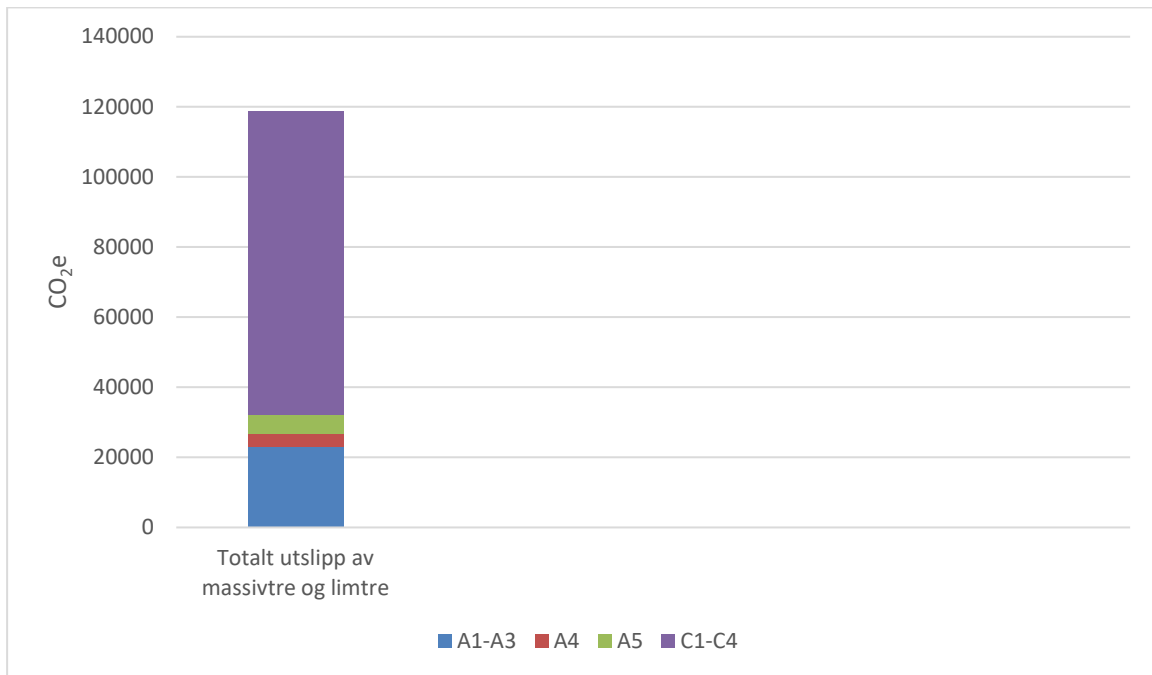
Figur 4-54 Fordeling av klimagassutslipp i kategorien C1-C4

4.10.2.6 Totalt utslipp – Massivtre

Figur 4-55 gir det totale utslippet for massivtreet og limtreet som er brukt i bygget. Disse vil ha et utslipp på 118,6 tonn CO_{2e}, og en total prosentandel av utslippet på 13,7%.

Kategorien C1-C4 som omhandler byggets slutt vil ha store andeler av utslippet. Dette er noe som ikke vil forurene før bygget skal rives. Massivtreet binder store mengder CO_{2e},

som vil bli frigjort ved avfallshåndtering av materialet. CO₂e blir frigjort både ved at elementene råtner eller brennes.



Figur 4-55 Totalt utslipp fra massivtre og limtre

5 RESULTATER BETONG

Resultatene fra dette kapitlet vil gi en tilnærmet lik løsning som PEAB har prosjektert. For å kunne få et godt sammenligningsresultat til massivtre har vi også brukt samme type materialer til oppbyggingen der det vil være akseptert å gjøre det.

Kapitlet vil ta for seg to forskjellige alternativer, men vil kun omfatte en konstruksjon. I det første alternativet vil vi benytte en standard betong, i det andre alternativet vil vi benytte en lavkarbonbetong. Mengdene i beregningen vil være like.

5.1 Bæresystem

Bæresystemet til løsningen vil kun bestå av søyler. De etterspente dekkene i bygget vil ikke ha bjelker, da de etterspente kablene vil gjøre at dekket fungerer som et flatdekke.

5.1.1 Søyle

Vi har valgt å bruke forskjellige søyledimensjoner for å kunne redusere materialmengden. Tabell 5-1 viser de forskjellige søylene med angitt plassering, armeringsmengde og utnyttelse. Fullstendige beregninger finnes i vedlegg 12-17

Søylene er kontrollert for moment om to akser.

Plassering	Bjelkedimensjon	Armeringsmengde	Utnyttelse
1.etasje			
Grid- G og I	250x250mm	4020mm ²	93%
Grid – J og E	200x200mm	1964mm ²	53%
Grid – B og D	320x320mm	3220mm ²	89%
2.etasje			
Grid – G og I	200x200mm	3216mm ²	84%
Grid – J og E	200x200mm	1256mm ²	49%
Grid – B og D	250x250mm	3216mm ²	84%

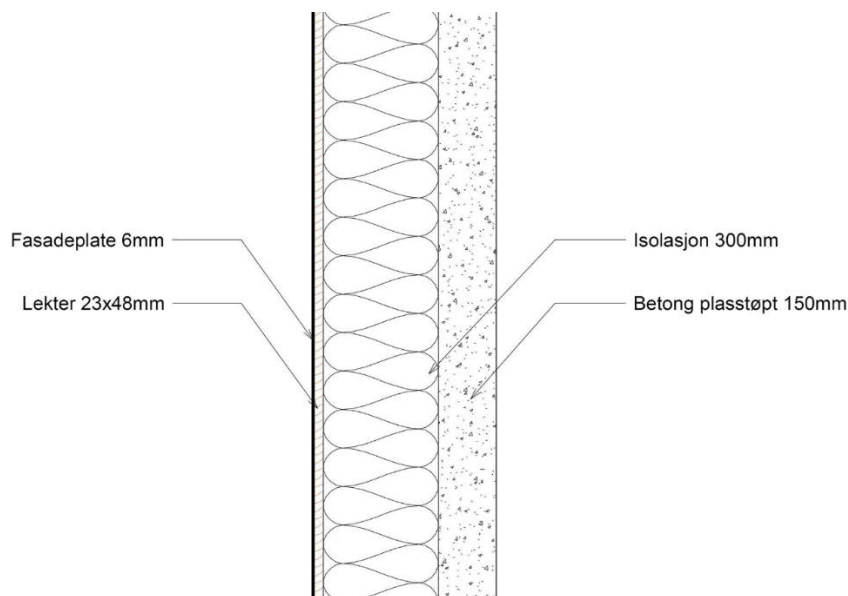
Tabell 5-1 Søyledimensjoner med plassering

Vi har ikke kontrollert om tverrsnittet på søylen er tilstrekkelig i forhold til skjærkraft i dekket. Om tverrsnittet ikke har tilstrekkelig størrelse kan dette løses ved å legge en stålplate på toppen av søylen, denne vil da fordele kreftene over et større område.

5.2 Yttervegg

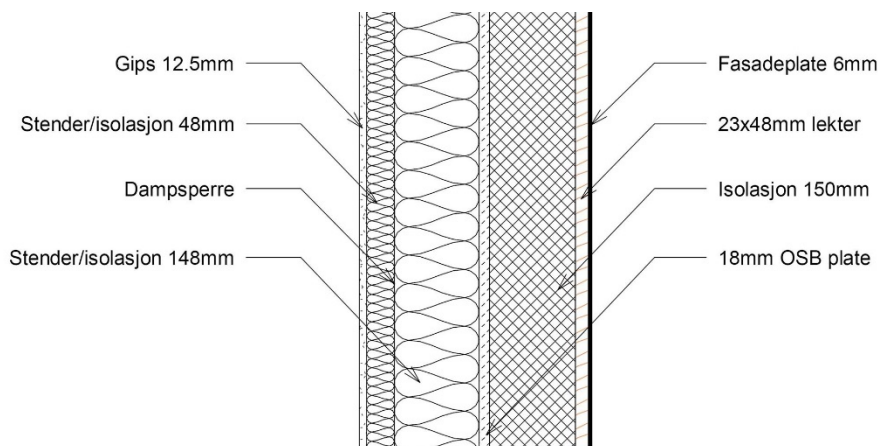
5.2.1 Oppbygging

Vi har valgt å bruke betong til ytterveggene mot sør og vest. Veggene er tenkt oppbygd av 150mm armert betong som er pusset og malt på innsiden. Utvendig er det tenkt 300mm RedAir isolasjon, 23mm utlekting og platekledd med 6mm fasadeplater (Figur 5-1). Vi har benyttet betong i veggene for å kunne utnytte disse som en stiv skive til å føre horisontallaster ned til grunnen.



Figur 5-1 Oppbygging yttervegg i betong

Resterende vegger er tenkt oppført i bindingsverk. Bindingsverket vil i hovedsak bli brukt over og under glassfasadene. Vi har valgt å bruke 148mm isolert stenderverk med dampspærre, 48mm isolert påforing og malte gipsplater på innsiden. Utvendig vil det være påmontert OSB plater før 150mm Rockwool RedAir og utlektede Steniplater (Figur 5-2).



Figur 5-2 Oppbygging yttervegg i bindingsverk

5.2.2 U-verdi

U-verdien til yttervegger er beregnet etter fremgangsmåte beskrevet i kapittel 2.6.5, der den totale varmemotstanden gjennom elementet inkludert innvendig og utvendig varmeovergangsmotstand er beregnet i vedlegg 5. Elementene består ikke av kun homogene sjikt og vi har derfor beregnet en øvre og nedre grenseverdi for varmemotstanden. Yttervegg mot sør og nordvest har designet innhuk i isolasjonen som vil påvirke U-verdien, vi har derfor valgt å beregne U-verdien til hver av disse veggene for å best kunne anslå riktig verdi. For yttervegg mot sør er den totale varmemotstanden beregnet til $R_{tot} = 9,235 \frac{m^2K}{W}$, og for yttervegg mot nordvest er den totale varmemotstanden beregnet til $R_{tot} = 9,296 \frac{m^2K}{W}$.

Dette gir da en U-verdi etter Formel 2-3 for ytterveggene i betong til:

$$U_{vegg,betong} = \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U = 0,11 \frac{W}{m^2K}$$

Dette resultatet er også benyttet for ytterveggene med samme oppbygging, men uten innhuk.

Veggene over og under glassfasadene er oppført i bindingsverk og består ikke av kun homogene sjikt. Den totale varmemotstanden er beregnet til $R_{tot} = 8,876 \frac{m^2K}{W}$

Dette gir da en U-verdi etter Formel 2-3 for ytterveggene i bindingsverk til

$$U_{yttervegg,bindingsverk} = 0,11 \frac{W}{m^2K}$$

5.3 Yttervegg mot terreng

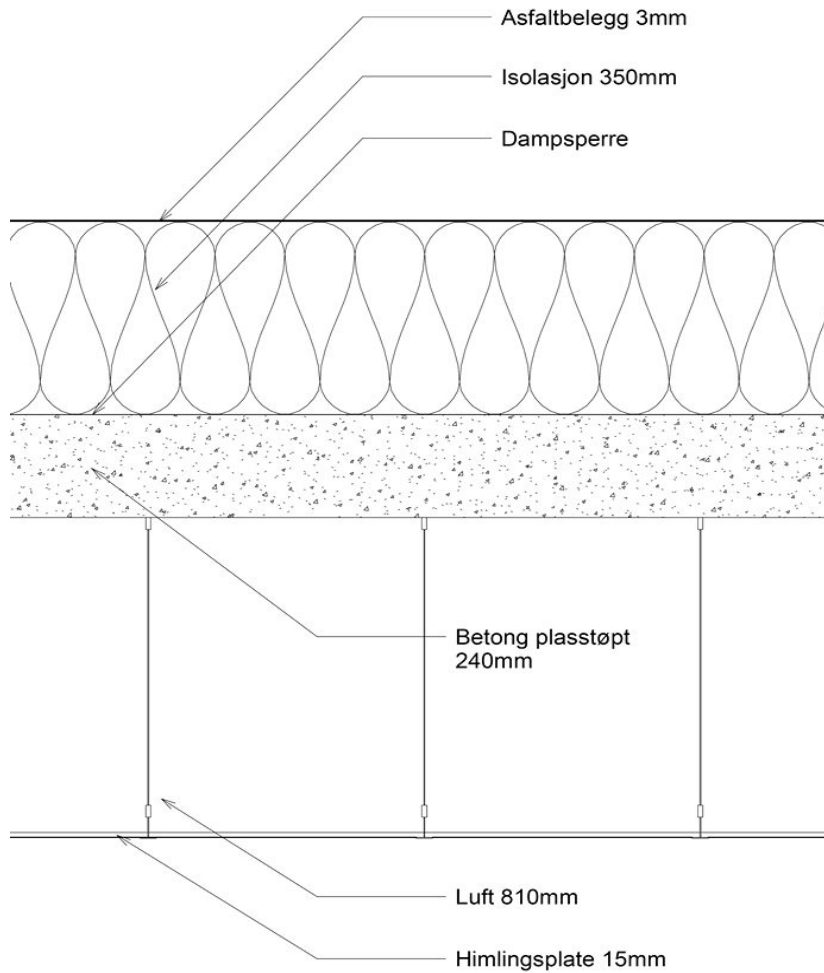
Ytterveggene mot terreng vil ha samme oppbygging som ved løsningen med massivtre. Resultatene finnes i kapittel 4.3, og komplette utregninger for U-verdi finnes i vedlegg 5.

5.4 Tak

5.4.1 Oppbygging

Vi har valgt å bruke PEAB sin oppgitte tykkelse på den bærende konstruksjonen for taket. De har oppgitt en tykkelse på dekket til 240mm. Slakkarmeringsmengden vil være 50kg per/m², samt 5 m/m² med strekkabler. Utregningene er utført av Tilt, men har ikke blitt vist til oss.

Den bærende konstruksjonen vil bli belastet med en dampspærre, 450mm steinull isolasjon og et 3mm asfaltbelegg på toppen. På innsiden vil det bli en nedsenket himling som vil skjule alt av tekniske installasjoner (Figur 5-3).



Figur 5-3 Oppbygging takkonstruksjon

5.4.2 U-verdi

U-verdien til taket er beregnet etter fremgangsmåte beskrevet i kapittel 2.6.5. Elementet består av kun homogene sjikt og vi har beregnet den totale varmemotstanden gjennom elementet, inkludert innvendig og utvendig varmeovergangsmotstand i vedlegg 5 til:

$$R_{tot} = 12,80 \frac{m^2K}{W}$$

Dette gir da en U-verdi etter Formel 2-3 for taket til:

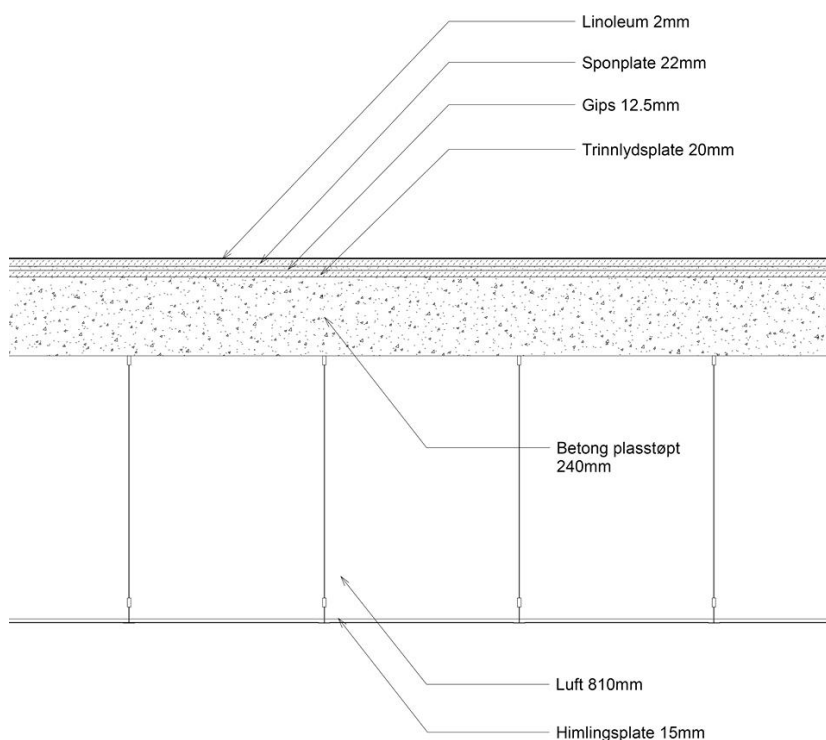
$$U_{tak} = \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U = 0,078 \frac{W}{m^2K}$$

5.5 Etasjeskiller

5.5.1 Oppbygging

Vi har også her valgt å bruke PEAB sin løsning. Dekketykkelse vil være 240mm, og inneholde lik armeringsmengde som for taket. Det gir 50 kg/m² med slakkarmering og 5 m/m² med spennkabler.

Konstruksjonens egenlaster vil bestå av 20mm trinnlydsplate, 13mm gipsplate, 22mm sponplate og linoleum som slitelag på toppen. Også her vil det bli en nedsenket himling for å kunne skjule de tekniske installasjonene (Figur 5-4).



Figur 5-4 Oppbygging etasjeskiller

5.5.2 Lyd og brann

Verdier for luftlydreduksjon og trinnlyd er gitt i Tabell 2-6.

Tabellen gir et eksempel med 250mm betong, 20mm trinnlydsplate, 13mm gipsplate, 22mm sponplate og et lag med 14mm parkett på toppen. Dette er løsningen som vil gi den beste tilnærmingen til vår løsning. Dekkene vil kunne strekke seg over åtte meter samt over flere rom som gir en liten flankeoverføring.

Tabellen utgir en luftlyd R_w mellom 59-64 dB. Liten flankeoverføring vil gjøre løsningen til tilnærmet 64 dB. Vår løsning vil antakelig ligge under eller i nedre sjikt av den oppgitte lydgjennomstrømmingen.

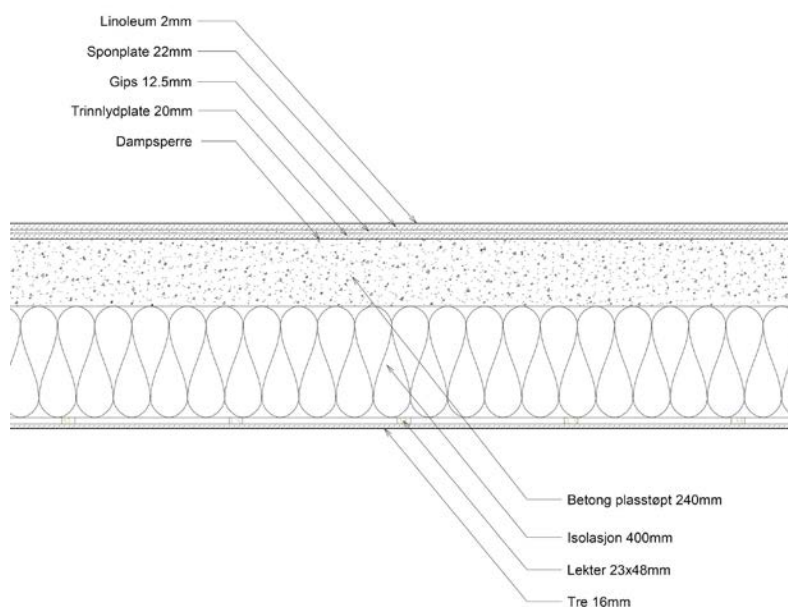
For trinnlyd $L_{n,w}$ gir tabellen en verdi mellom 47-43dB. Med hensyn til liten flankeoverføring også her vil lydgjennomstrømmingen bli nærmere 43 dB. Dette gir en antakelse at vår løsning vil ha et resultat mellom oppgitte verdier.

5.6 Gulv mot friluft

5.6.1 Oppbygging

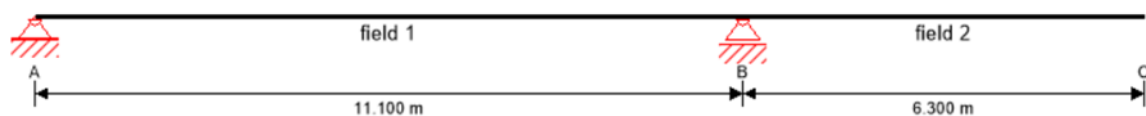
Gulv mot friluft har den samme bærende konstruksjonen og den innvendige oppbyggingen som for etasjeskilleren. Eneste forskjellen vil være en innvendig dampsperre mellom betongen og trinnlydsplaten.

Utvendig vil vi benytte 400mm RedAir isolasjon, for deretter å lekte ned 23mm og kle med 16mm bord (Figur 5-5).



Figur 5-5 Oppbygging gulv mot friluft

Etasjeskilleren i fløy mot nordvest vil ha et statisk system som vist i Figur 5-6



Figur 5-6 Statisk system for fløy mot nordvest

5.6.2 U-verdi

U-verdien til gulv mot friluft er beregnet etter fremgangsmåte beskrevet i kapittel 2.6.5. Elementet består av kun homogene sjikt og vi har beregnet den totale varmemotstanden gjennom elementet, inkludert innvendig og utvendig varmeovergangsmotstand i vedlegg 5 til:

$$R_{tot} = 13,084 \frac{m^2 K}{W}$$

Dette gir da en U-verdi etter Formel 2-3 for gulv mot friluft til:

$$U_{gulv,friluft} = \frac{1}{R_{tot}} + \Delta U = 0,076 \frac{W}{m^2 K}$$

5.7 Golv på grunn

Vi har her benyttet samme oppbygging som ved løsningen til massivtre. Resultatene finnes ved kapittel 4.7. Vedlegg 5 viser utregningene for U-verdi.

5.8 Vinduer og glassfasader

Vi har her benyttet samme løsning som for løsningen med bruk av massivtre. Resultatene finnes i kapittel 4.8 og utregningene for U-verdi finnes i vedlegg 5 .

5.9 Beregning og resultater for varmetapstall $H''_{tr,inf}$ for transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap.

NS 3701 gir krav til høyeste varmetapstall for passivhus, denne verdien skal ikke overstige $0,40 \frac{W}{m^2K}$ for høgskolebygninger gitt i Tabell 2-11

Vi har beregnet varmetapstallet for løsningen med betong etter fremgangsmåte beskrevet i kapittel 2.6.6

5.9.1 Direkte varmetap

$$H_D = \sum_i U_i A_i + \sum_k \Psi_k l_k + \sum_j X_j$$

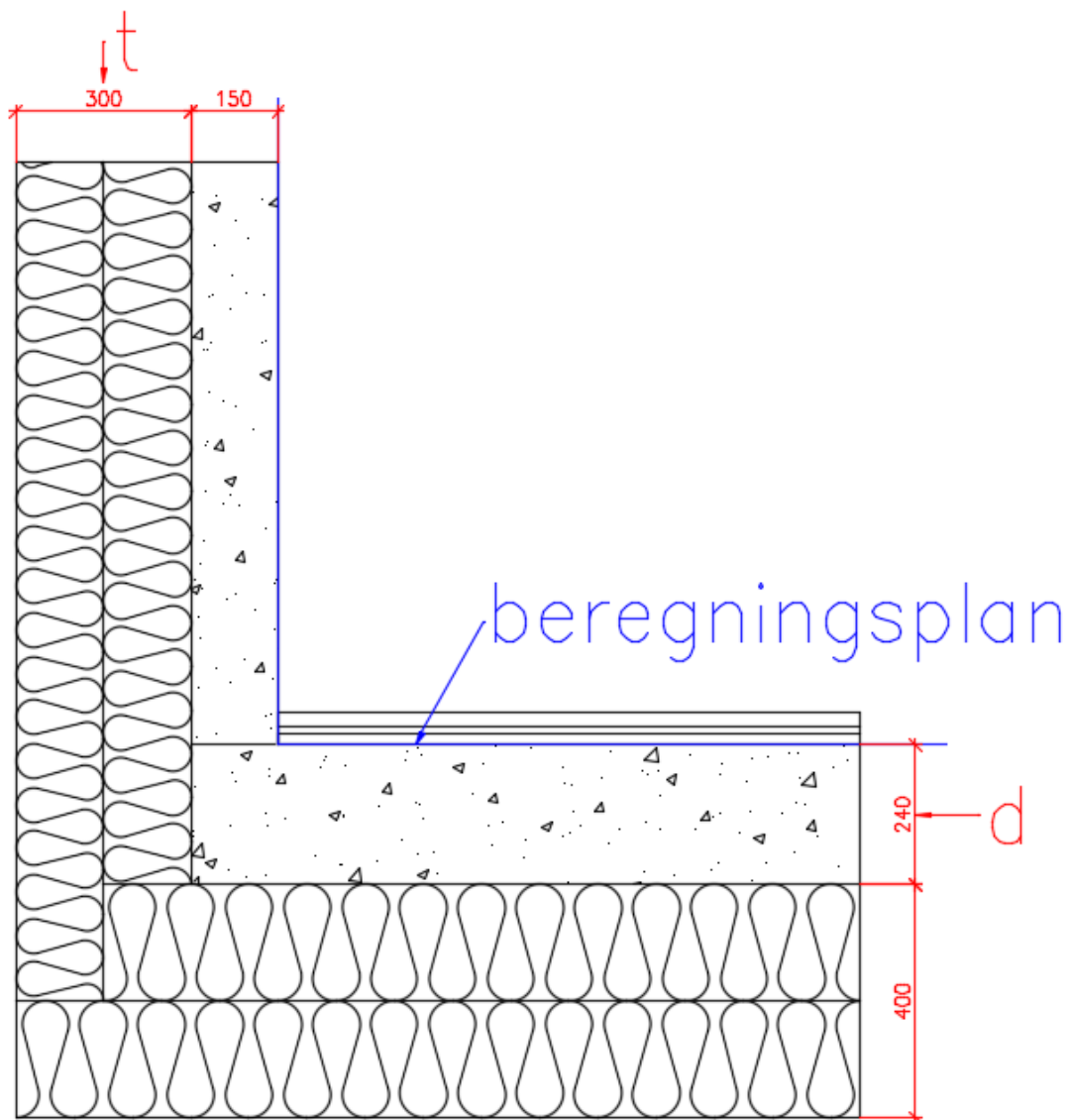
U-verdi (U_i)	Areal (A_i)	$U_i A_i$
$U_{tak} = 0,078 \frac{W}{m^2K}$	$A_{tak} = 2054,00m^2$	$160,21 \frac{W}{K}$
$U_{gulv,2etg} = 0,076 \frac{W}{m^2K}$	$A_{gulv,2etg} = 515,00m^2$	$39,14 \frac{W}{K}$
$U_{vegg,bindingsverk} = 0,11 \frac{W}{m^2K}$	$A_{vegg,bindingsverk} = 268,67m^2$	$29,55 \frac{W}{K}$
$U_{vegg,betong,friluft} = 0,11 \frac{W}{m^2K}$	$A_{vegg,betong,friluft} = 369,23m^2$	$40,62 \frac{W}{K}$
$U_{vegg,betong,terreng} = 0,10 \frac{W}{m^2K}$	$A_{vegg,betong,terreng} = 82,94m^2$	$8,29 \frac{W}{K}$
$U_{vindu,fasade} = 0,52 \frac{W}{m^2K}$	$A_{vindu,fasade} = 1500,26m^2$	$780,14 \frac{W}{K}$

Tabell 5-2 Direkte varmetap

$$\sum_i U_i A_i = 1057,95 \frac{W}{K}$$

5.9.1.1 Lineære Kuldebroer

Kuldebroverdi for overgang vegg – gulv mot friluft



Figur 5-7 Skisse overgang vegg-gulv mot friluft

Kritisk isolasjonstykkel = $\frac{300\text{mm}}{400\text{mm}} \leq \frac{5}{6}$ av tykkelsen til isolasjonen i omgivende konstruksjon

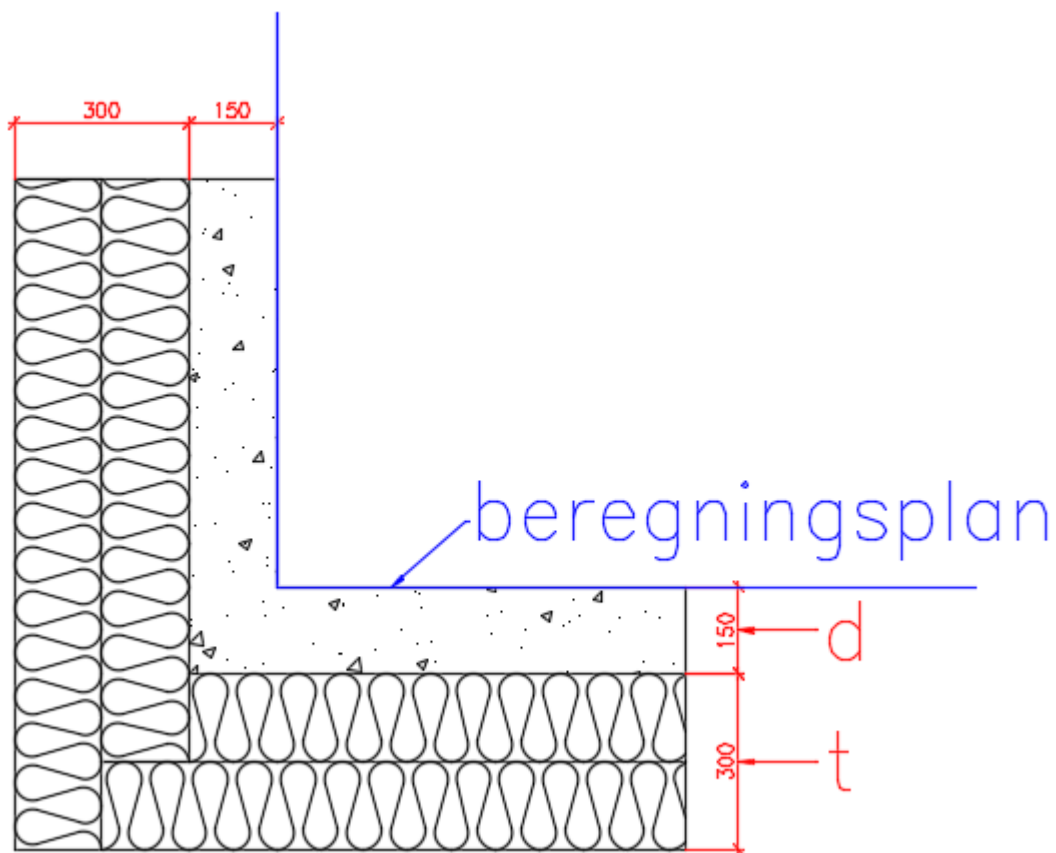
Klassifiserer kuldebroen i gruppe 3 etter Tabell 2-18. Dette gir kuldebroverdi

$\Psi_{vg} = 0,1 + \Psi_k$ ut fra Tabell 2-19. Ψ_k regnes etter Formel 2-2

$$\Psi_{vg} = 0,1 + \Psi_k = 0,1 + 0,6\lambda + 2d \frac{\lambda}{t} = 0,1 + 0,6 \times 0,033 \frac{W}{mK} + 2 \times 0,240m \frac{0,033 \frac{W}{mK}}{0,30m} = 0,173 \frac{W}{mK}$$

Lengde kuldebro: $L_{vg} = 77,21m$

Kuldebroverdi hjørner



Figur 5-8 Skisse hjørner

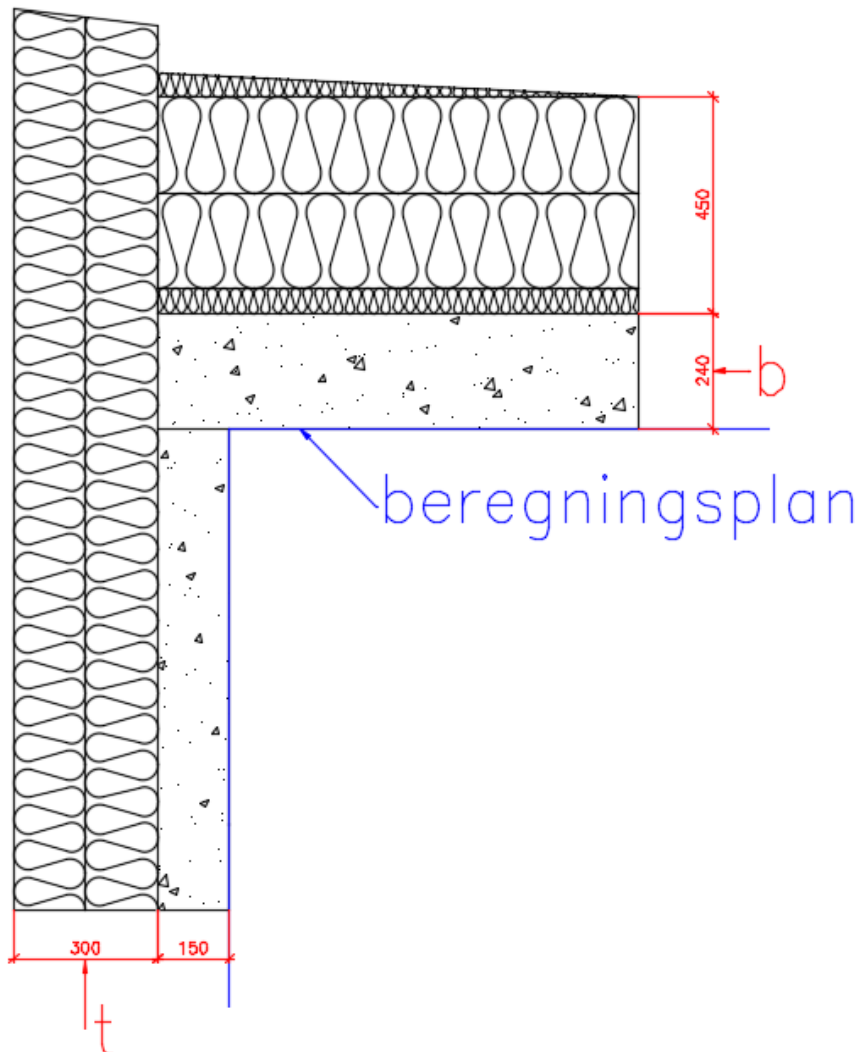
Kritisk isolasjonstykkelte $= \frac{300\text{mm}}{300\text{mm}} \geq \frac{5}{6}$ av tykkelsen til isolasjonen i omgivende konstruksjon

Klassifiserer kuldebroen i gruppe 4 etter Tabell 2-18. Dette gir kuldebroverdi $\psi_h = \psi_k$ ut fra Tabell 2-19. ψ_k regnes etter Formel 2-2

$$\psi_h = \psi_k = 0,6\lambda + 2d \frac{\lambda}{t} = 0,6 \times 0,033 \frac{W}{mK} + 2 \times 0,15m \frac{0,033 \frac{W}{mK}}{0,30m} = 0,053 \frac{W}{mK}$$

Lengde kuldebro: $L_h = 43,01m$

Kuldebroverdi overgang vegg – tak



Figur 5-9 Skisse overgang vegg-tak

Kritisk isolasjonstykkel = $\frac{300\text{mm}}{450\text{mm}} \leq \frac{5}{6}$ av tykkelsen til isolasjonen i omgivende konstruksjon

Klassifiserer kuldebroen i gruppe 3 etter Tabell 2-18. Dette gir

kuldebroverdi $\psi_{vt} = 0,1 + \psi_k$ ut fra Tabell 2-19. ψ_k regnes etter Formel 2-2

$$\psi_{vt} = 0,1 + \psi_k = 0,1 + 0,6\lambda + 2d \frac{\lambda}{t} = 0,1 + 0,6 \times 0,033 \frac{W}{mK} + 2 \times 0,240m \frac{0,033 \frac{W}{mK}}{0,30m} = 0,173 \frac{W}{mK}$$

Lengde kuldebro: $L_{vt} = 226,58m$

Kuldebro vinduer og glassfasade

Her har vi ikke beregnet en egen kuldebroverdi, men hentet en verdi for anslått kuldebroverdi fra byggdetaljblad 472.861. Verdien gjelder for vinduer montert jevnt med vindsperre i vegger av betong.

$$\psi_v = 0,02 \frac{W}{mK}$$

Lengde kuldebro: $L_v = 665,00m$

5.9.1.2 Resultat lineære kuldebroer

Summering av varmetapsbidraget til alle lineære kuldebroer gir:

$$\begin{aligned} \sum \psi l &= 0,173 \frac{W}{mK} \times 77,21m + 0,053 \frac{W}{mK} \times 43,01m + 0,173 \frac{W}{mK} \times 226,58m \\ &+ 0,02 \frac{W}{mK} \times 665,00m = 68,14 \frac{W}{K} \end{aligned}$$

5.9.1.3 Punktkuldebroer

Vi har valgt å neglisjere bidraget fra punktkuldebroer, da vi anser bidraget her som svært lite, og eventuelle bidrag vil bli dekket av at vi har regnet veldig konservativt under beregning av lineære kuldebroer.

$$\sum_j X_j = 0 \frac{W}{K}$$

5.9.1.4 Resultat direkte varmetap

Det totale direkte varmetapet for løsningen er summert etter Formel 2-13 til:

$$H_D = \sum_i U_i A_i + \sum_k \psi_k l_k + \sum_j X_j = 1057,95 \frac{W}{K} + 68,14 \frac{W}{K} + 0 \frac{W}{K} = 1126,09 \frac{W}{K}$$

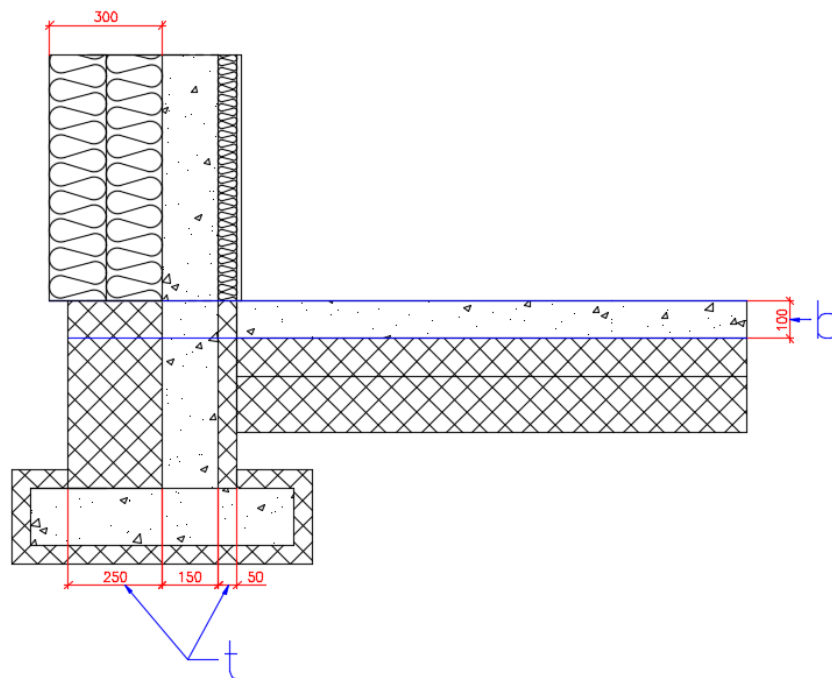
5.9.2 Varmetap til oppvarmede soner

Vi regner alle soner i bygget som oppvarmede soner og får dermed og får dermed etter Formel 2-14:

$$H_U = b \times H_{iu} = 0$$

5.9.3 Varmetap mot grunnen

Kuldebroverdi for overgang vegg – gulv på grunn



Figur 5-10 Skisse overgang vegg-gulv på grunn

Kritisk isolasjonstykkel = $\frac{300\text{mm}}{300\text{mm}} \geq \frac{5}{6}$ av tykkelsen til isolasjonen i omgivende konstruksjon

Klassifiserer kuldebroen i gruppe 4 etter Tabell 2-18 Dette gir

kuldebroverdi $\Psi_{wf} = \Psi_F$ ut fra Tabell 2-19. Ψ_F regnes etter Formel 2-1

$$\Psi_{wf} = \Psi_F = \frac{b \times \lambda}{t} = \frac{0,1\text{m} \times 0,038 \frac{\text{W}}{\text{mK}}}{0,300\text{m}} = 0,013 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

Det totale varmetapet mot grunnen beregnes deretter etter Formel 2-15

$$A_g = 1637,00\text{m}^2$$

$$U_g = 0,068 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

$$P = 183,76\text{m}$$

$$\Psi_{wf} = 0,013 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

$$H_g = A_g U_g + P \Psi_{wf} = 1637,00\text{m}^2 \times 0,068 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} + 183,76\text{m} \times 0,013 \frac{\text{W}}{\text{mK}} = 113,70 \frac{\text{W}}{\text{K}}$$

5.9.4 Infiltrasjonsvarmetap

$$e = 0,07$$

$$n_{50} = 0,6h^{-1}$$

$$V = 16992,60m^3$$

Luftskifte for infiltrasjonen har vi etter Formel 2-17 beregnet til:

$$n_{inf} = n_{50}e = 0,6 \times 0,07 = 0,042h^{-1}$$

Deretter har vi beregnet infiltrasjonsvarmetapet etter Formel 2-16 til:

$$H_{inf} = 0,33n_{inf}V = 0,33 \times 0,042h^{-1} \times 16992,60m^3 = 235,52 \frac{W}{K}$$

5.9.5 Resultat varmetapstall

Varmetransportkoeffisienten er beregnet etter Formel 2-12 til:

$$H_{tr,inf} = H_D + H_U + H_g + H_{inf} = 1126,09 \frac{W}{K} + 0 \frac{W}{K} + 113,70 \frac{W}{K} + 235,52 \frac{W}{K} = 1475,31 \frac{W}{K}$$

Det totale varmetapstallet for transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap er beregnet etter Formel 2-11 til:

$$H''_{tr,inf} = \frac{H_{tr,inf}}{A_{fl}} = \frac{1475,31 \frac{W}{K}}{3724,00m^2} = 0,40 \frac{W}{m^2K} \leq H''_{tr,inf,0} = 0,40 \frac{W}{m^2K}$$

Vi ser ut fra grovestimatet av varmetapstallet at vi er innenfor kravet til varmetapstall for bygningen gitt i NS3701.

5.10 Klimagassregnskap

Vi har valgt å se på to forskjellige alternativ for bygget med bruk av betong. De to alternativene vil ha lik mengde materialer og ha samme oppbygging. Forskjellen vil ligge ved hvilken betongtype som er brukt i konstruksjonsdelene. I alternativ 1 tar vi for oss en løsning med bruk av en standard B30 betong. I alternativ 2 vil vi benytte en B30 betong i lavkarbonklasse A.

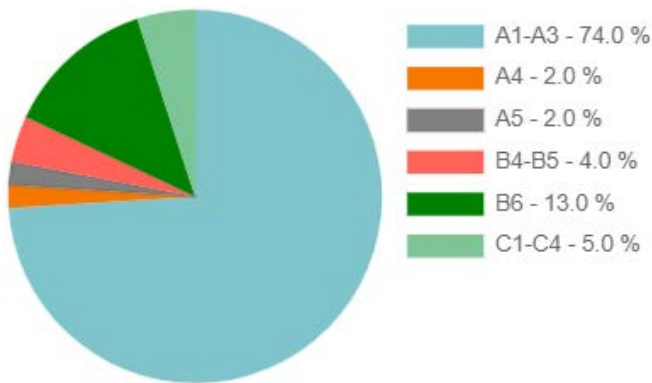
5.10.1 Alternativ 1

Denne løsningen vil som nevnt tidligere benytte en standard B30 betong. Betongen som har blitt benyttet har 0% resirkulert sement. Betongen vil ha et sementinnhold på 300kg/m³. Det totale klimaregnskapet for den første løsningen er vist i Tabell 5-3. Forklaring på de forskjellige kategoriene i klimaregnskapet kan finnes i kapittel 2.1. Fullstendig rapport fra beregningene finnes i vedlegg 9.

Sektor	Klimagassutslipp kg CO ₂ e
A1-A3 Byggematerialer	864 184
A4 Transport til byggeplassen	18 599
+ A5 Byggeplass	24 064
+ B4-B5 Utskiftning og renovring	47 087
B6 Energibruk i drift	154 346
C1-C4 Livsløpets slutt	54 652
D Utover livsløp (ikke inkludert i totalen)	-128 373
Total	1 162 932
	Vis graf
Resultater per nevner	
Per år	19 382
Per m ² BTA	308
Per m ² BTA per år	5
Per bruker per år	19 382

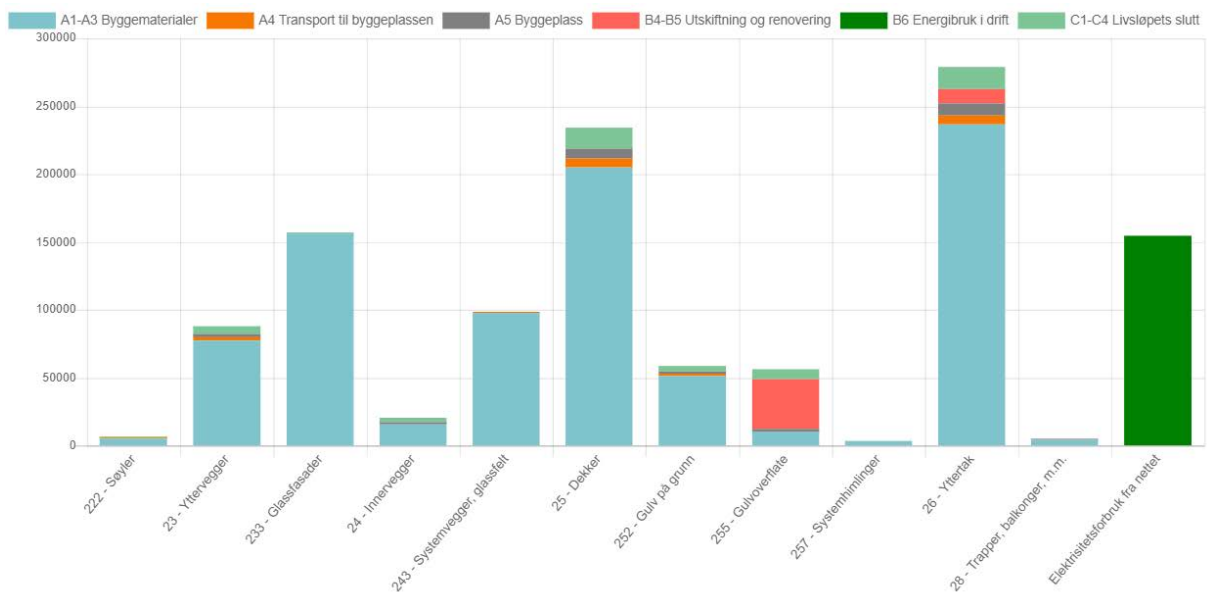
Tabell 5-3 Klimagassregnskap for alternativ med standard betong

Figur 5-11 gir en prosentfordeling av det totale klimagassutslippet målt i CO₂e for de forskjellige kategoriene.



Figur 5-11 Totalt klimagassregnskap fordelt på underkategorier

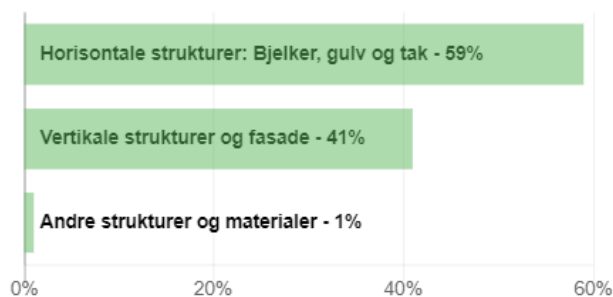
Figur 5-12 gir det totale CO₂e utslippet for de ulike konstruksjonsdelene. Utslippet er også fordelt på de forskjellige kategoriene i klimaregnskapet.



Figur 5-12 Totalt klimagassregnskap fordelt på konstruksjonsdeler

5.10.1.1 Kategori A1-A3 – Byggematerialer

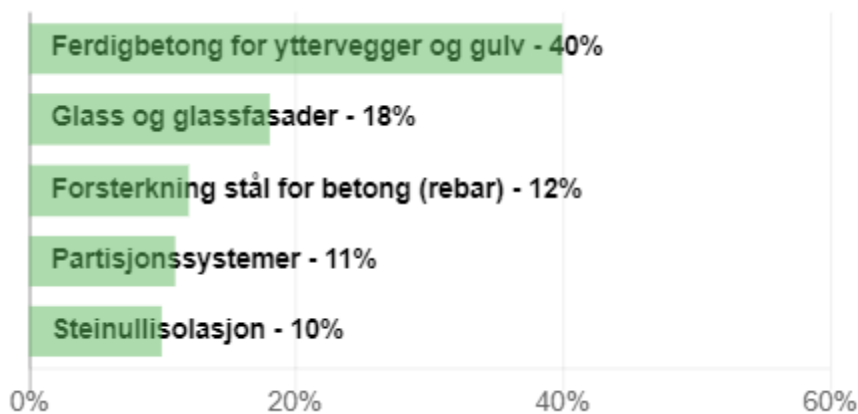
Som vist i Figur 5-11 er den største utslagsfaktoren for bygget kategorien A1-A3, som omhandler byggematerialene. Fordelingen av CO₂e i denne kategorien vil bli 59% til horisontale strukturer og 41% til vertikale strukturer (Figur 5-13).



Figur 5-13 Fordeling av klimagassutslipp i kategorien A1-A3

Figur 5-14 gir en oversikt over de fem mest utslagsgivende materialene for kategorien A1-A3. Betongen som blir brukt til både veggene og dekkene vil ha en stor prosentandel av totalen. Også armeringen som blir brukt i betongen kommer høyt på listen. Bærekonstruksjonen i bygget vil dermed ha en total prosentandel på 52% av CO₂e utslippet i kategorien A1-A3.

Glassfasadene på bygget dekker store deler av fasadene og vil dermed komme høyt på listen med en prosentandel på 18% av utslippet. Partisjonssystem vil være de innvendige glassveggene. Bruk av glassvegger både innvendig og utvendig vil dermed ha en total prosentandel på 29% av det totale utslippet i kategorien.



Figur 5-14 Mest medvirkende materialer i kategorien A1-A3

5.10.1.2 Kategori A4 og A5 – Transport og byggeplass

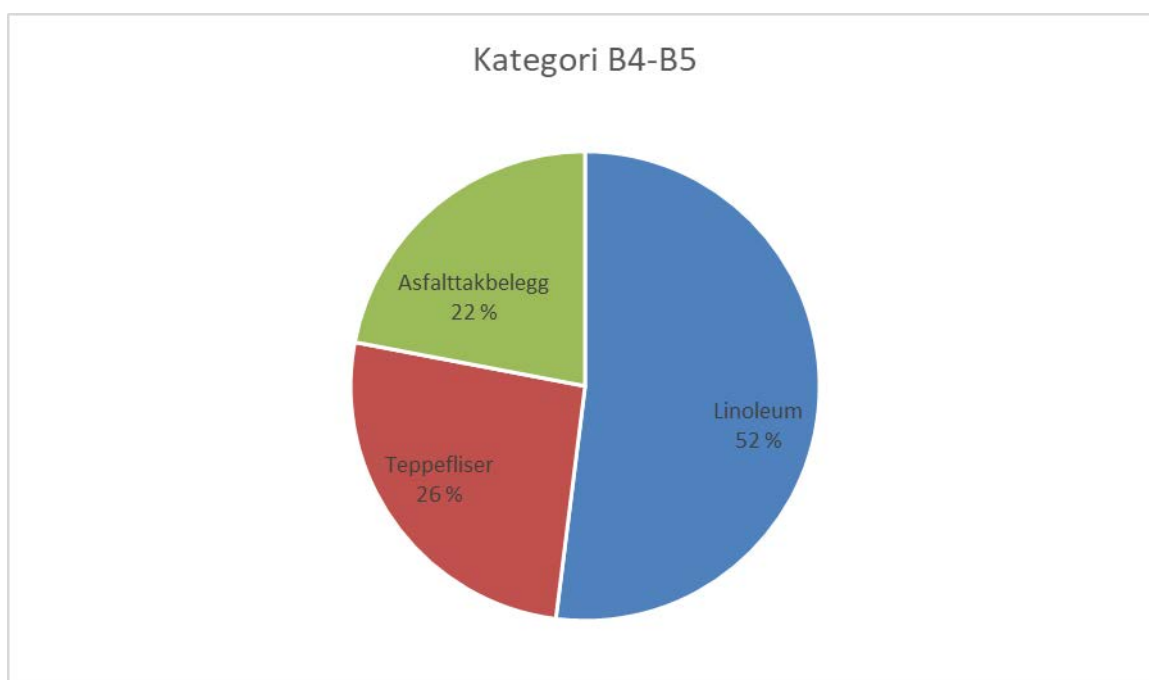
Kategori A4 omhandler transport av byggematerialene til byggeplassen. Kategorien gir et utslipp på 1,6% av totalutslippet til bygget. Vi har fulgt transportavstander oppgitt i miljødeklarasjonen for materialene i programmet og ikke kontrollert disse. Denne kategorien vil dermed være noe usikker.

Kategori A5 omhandler materialene på byggeplass. Dette vil gjelde monteringen, strømforbruket og avfallshåndteringen av materialet. Kategorien har et utslipp på 2% av det totale klimagassregnskapet til bygget. Utslippene er fordelt over de fleste materialene brukt på bygget.

5.10.1.3 Kategori B4-B5 – utskifting og renovering

Kategorien B4-B5 vil omhandle utskiftning og renovering. Bidragsgiverene til denne kategorien vil være gulvoverflatene og takbelegg, som vist i Figur 5-15. Gulvoverflatene har en levetid på 25 år, som gjør at de utgjør til sammen 78% av kategorien.

Takbelegget har en levetid på 20 år, og vil utgjøre 22%.



Figur 5-15 Fordeling av klimagassutslipp i kategorien B4-B5

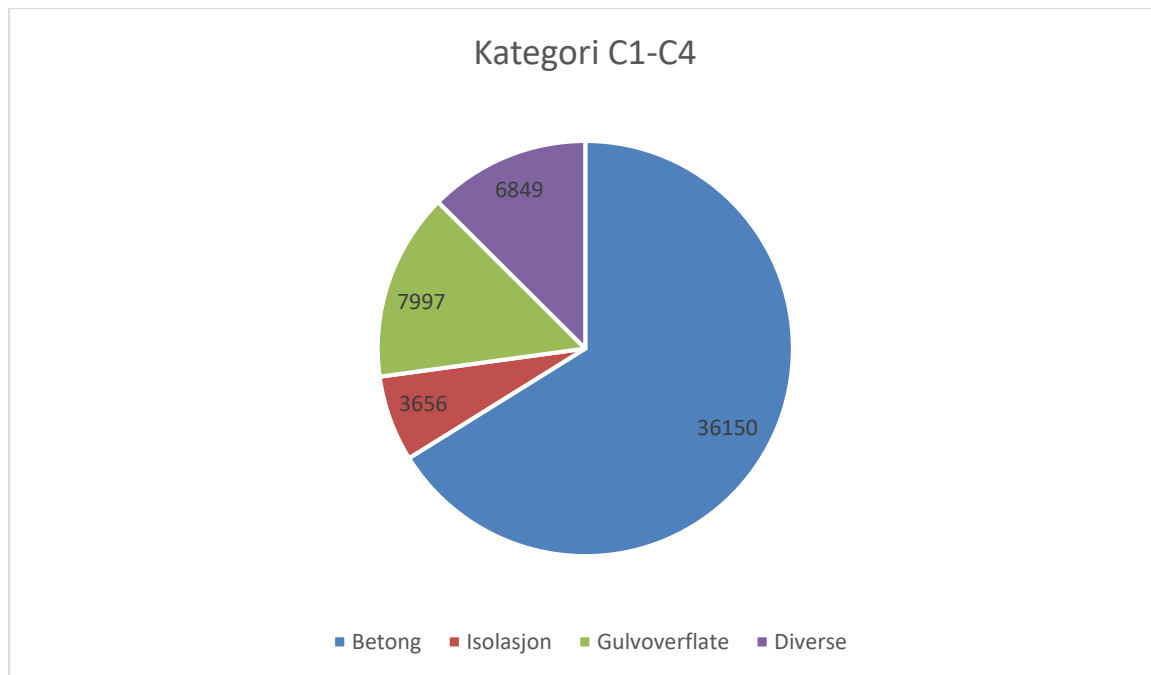
5.10.1.4 Kategori B6 – Energiforbruk i drift

PEAB har gitt oss et prosjektert strømforbruk for bygget. Dette er satt til 207 682 kWh/år. De har også oppgitt en antatt verdi for stømproduksjonen til solcellene på 102 000 kWh/år.

Kategorien B6 tar for seg energien for bygget i bruk. Vi har valgt en energimiks fra Norge, som gir et forventet gjennomsnitt over de neste 60 årene (IEA-energimiks, fra 2015). Bygget må kjøpe totalt 105 682 kWh/år, noe som vil utgjøre 154,3 tonn CO_{2e}. Energibruken vil dermed utgjøre 13,3% av det totale klimagassutslippet.

5.10.1.5 Kategori C1-C4 – Livsløpets slutt

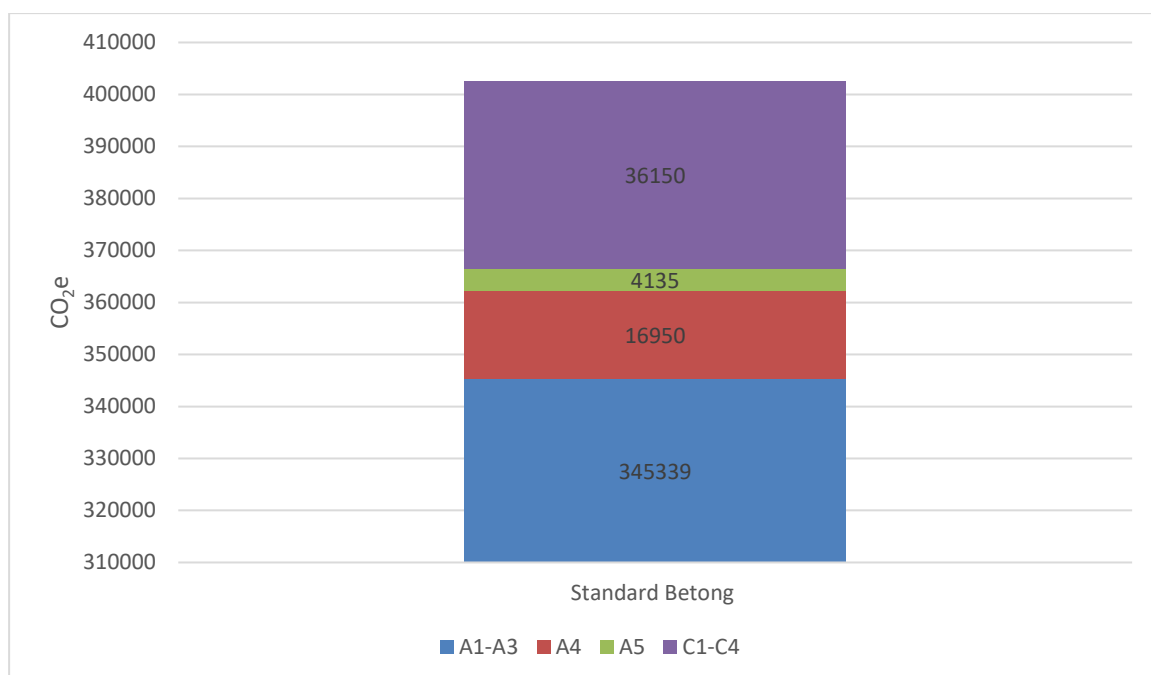
Kategorien omhandler materialene ved livsløpets slutt. Her inngår riving, transport og avfallshåndtering. Figur 5-16 viser at betongen utgjør store deler av utslippet ved denne kategorien. Materiale til gulvoverflate og isolasjon vil også være to kategorier som slipper ut mye CO_{2e} ved avfallshåndteringen. Resterende materialer for bygget er plassert i diverse.



Figur 5-16 Fordeling av klimagassutslipp i kategorien C1-C4

5.10.1.6 Totalt utslipp – Standard betong

Betongdelen vil ha en stor påvirkning på klimaregnskapet. Figur 5-17 gir det totale utslippet for betongen. Totalen er fordelt over de forskjellige utslippskategoriene. Som gitt i diagrammet vil betongen utgjøre 402,6 tonn CO₂e i det totale klimaregnskapet. Dette vil gi en total prosentandel på 34,6% av det totale utslippet til bygget.



Figur 5-17 Totalt utslipp for standard betong

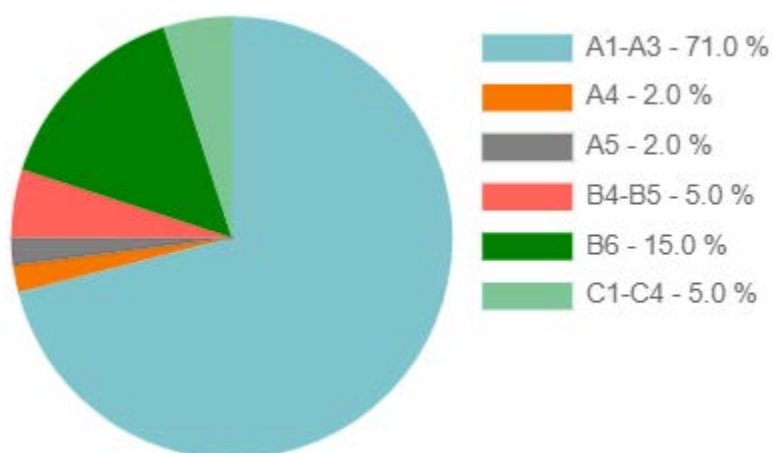
5.10.2 Alternativ 2

Denne løsningen vil som nevnt tidligere benytte en lavkarbonbetong i klasse A. Dette er den betongen med lavest klimagassutslipp som er tilgjengelig i Norge. Tilgjengeligheten til betongen er omtalt i kapittel 2.5.5 og må kunne vurderes opp mot byggets plassering. Tabell 5-4 viser det totale klimagassregnskapet målt i CO₂e for løsningen. Fullstendig rapport fra beregningene finnes i vedlegg 10.

Sektor	Klimagassutslipp kg CO ₂ e
A1-A3 Byggematerialer	737 903
A4 Transport til byggeplassen	18 575
A5 Byggeplass	21 721
B4-B5 Utskiftning og renovering	47 087
B6 Energibruk i drift	154 346
C1-C4 Livsløpets slutt	54 664
D Utover livsløp (ikke inkludert i totalen)	-124 327
Total	1 034 296
	Vis graf
Resultater per nevner	
Per år	17 238
Per m ² BTA	274
Per m ² BTA per år	5
Per bruker per år	17 238

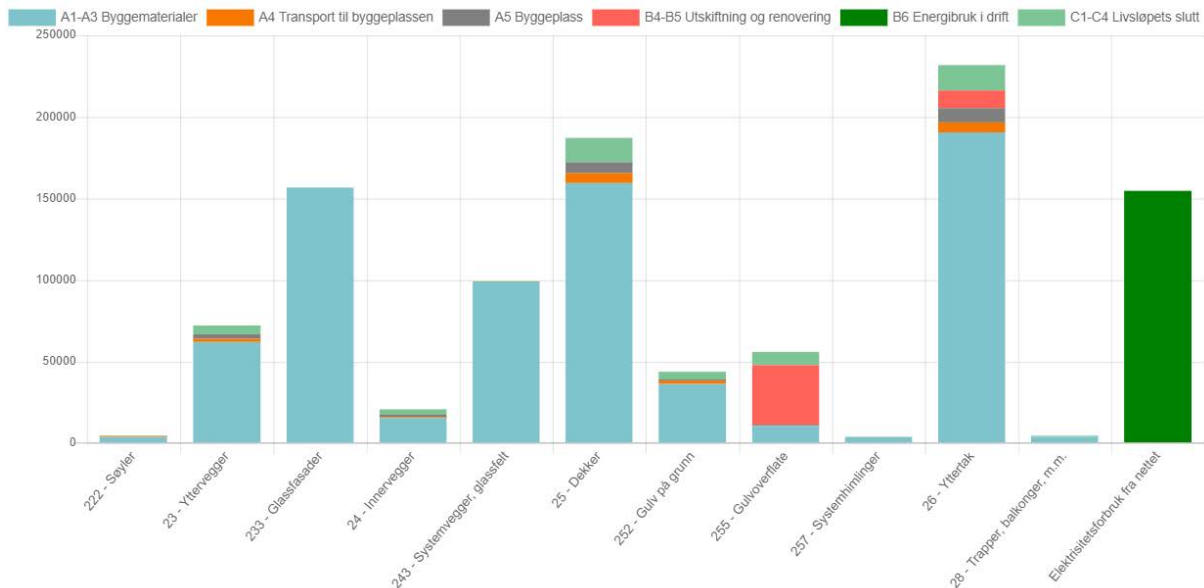
Tabell 5-4 Klimagassregnskap for alternativ med betong i lavkarbonklasse A

Figur 5-18 gir en prosentfordeling av det totale klimagassutslippet målt i CO₂e.



Figur 5-18 Totalt klimagassregnskap fordelt på underkategorier

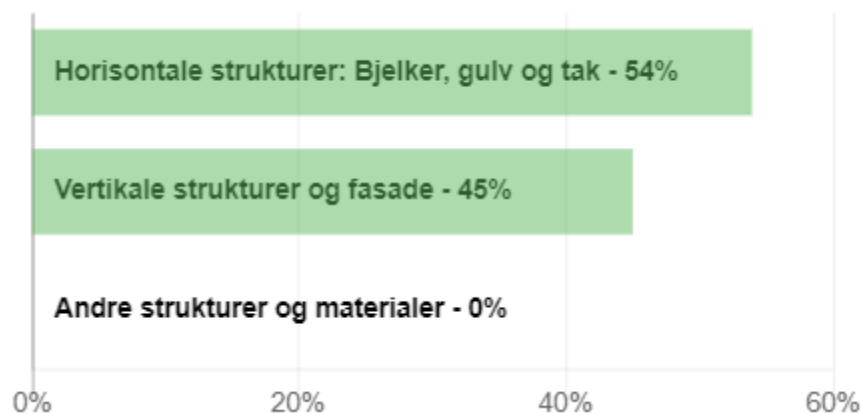
Figur 5-19 viser det totale CO₂e utslippet fordelt over konstruksjonsdelene. Utslippet er også fordelt på de forskjellige kategoriene i klimaregnskapet.



Figur 5-19 Totalt klimagassregnskap fordelt på konstruksjonsdeler

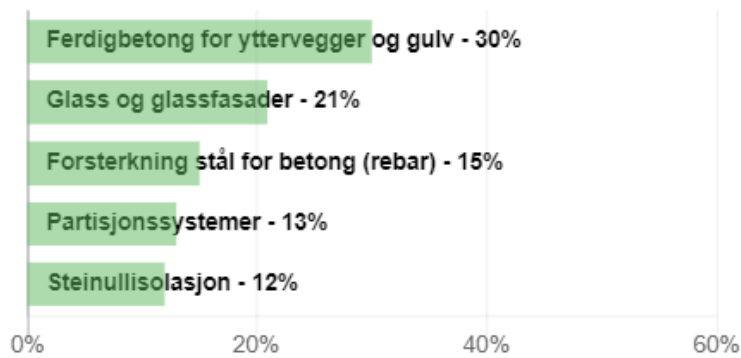
5.10.2.1 Kategori A1-A3 – Byggematerialer

Som vist i Figur 5-18 er den største utslagsfaktoren for bygget kategorien A1-A3, som omhandler byggematerialene. Fordelingen av CO₂e i kategorien A1-A3 vil bli 54% til horisontale strukturer og 45% til vertikale strukturer (Figur 5-20).



Figur 5-20 Fordeling av klimagassutslipp i kategori A1-A3

Figur 5-21 gir de fem mest utslagsgivende materialene brukt i bygget for kategorien A1-A3. Lavkarbonbetongen utgjør 30% av det totale CO₂e utslippet i denne kategorien. Hvis vi medregner armeringsmengden i betongen vil disse delene stå for 45% av det totale utslippet. Da glassfasadene dekker store deler av fasadene vil disse bidra til 21% av utslippet. De innvendige veggene (partisjonsystemer) vil også bidra med 13%. Bruk av glass vil dermed ha en prosentandel på 34% av det totale utslippet i kategorien.



Figur 5-21 Mest medvirkende materialer i kategori A1-A3

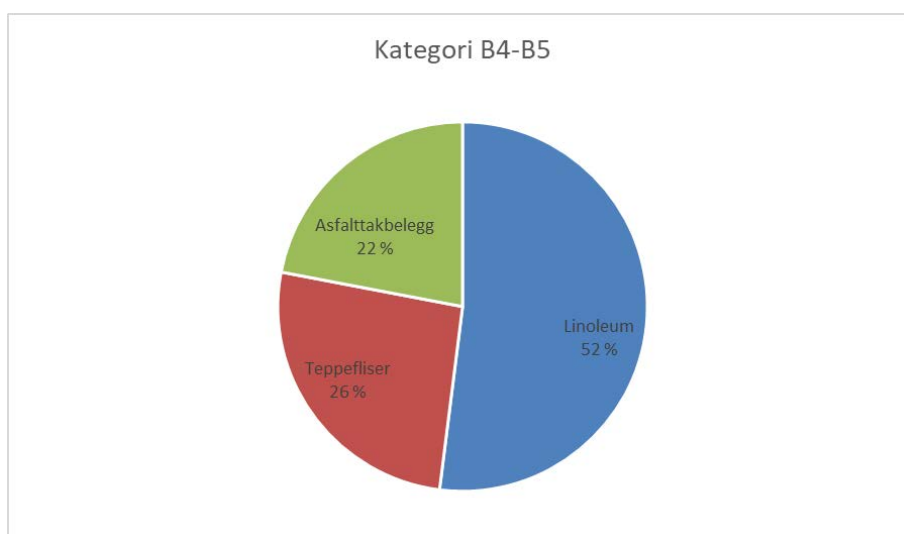
5.10.2.2 Kategori A4 og A5 – Transport og byggeplass

Kategori A4 omhandler transport av byggematerialene til byggeplassen. Kategorien gir et utslipp på 1,8% av totalutslippet til bygget. Vi har fulgt transportavstander oppgitt i miljødeklarasjonen for materialene i programmet og ikke kontrollert disse. Denne kategorien vil dermed være noe usikker.

Kategori A5 omhandler materialene på byggeplass. Dette vil gjelde monteringen, strømforbruket og avfallshåndteringen av materialet. Kategorien har et utslipp på 2,1% av det totale klimagassregnskapet til bygget. Utslippene er fordelt over de fleste materialene brukt på bygget.

5.10.2.3 Kategori B4-B5 – Utskifting og reovering.

Kategorien B4-B5 vil omhandle utskifting og reovering. Bidragsgiverene til denne kategorien vil være gulvoverflatene og takbelegg som vist i Figur 5-22. Gulvoverflatene har en levetid på 25 år, som gjør at de utgjør til sammen 78% av kategorien. Takbelegget har en levetid på 20 år, og vil utgjøre 22%.



Figur 5-22 Fordeling av klimagassutslipp i kategori B4-B5

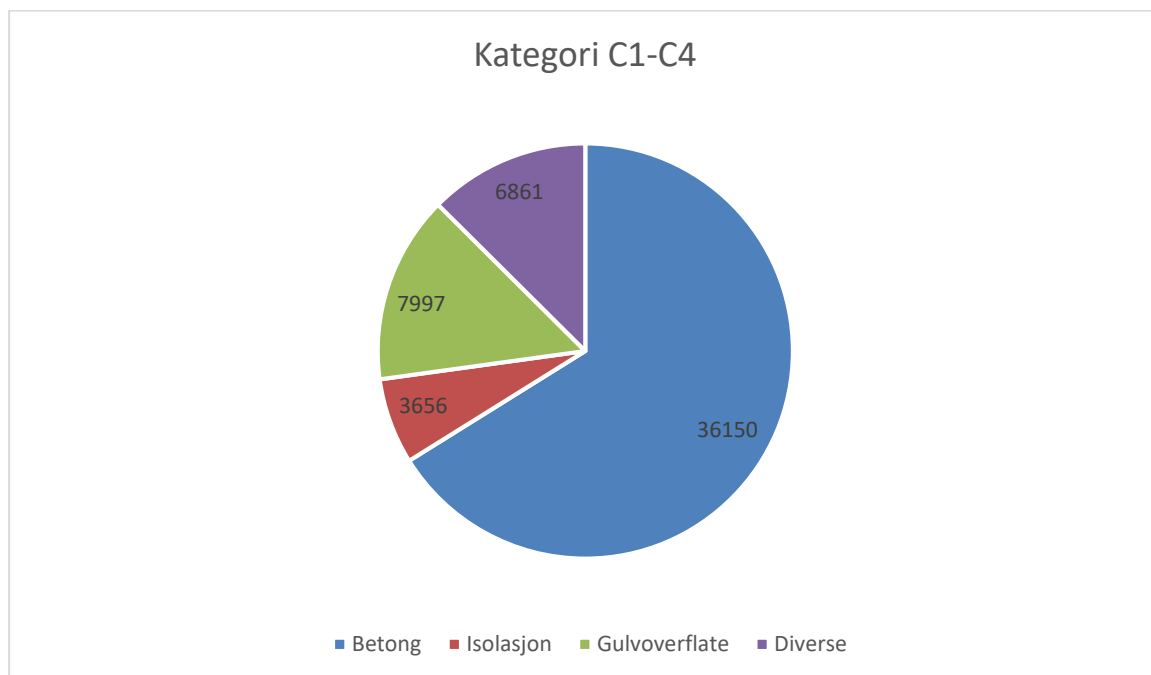
5.10.2.4 Kategori B6 – Strømforbruk i drift

PEAB har gitt oss et prosjektert strømforbruk for bygget. Dette er satt til 207 682 kWh/år. De har også oppgitt en antatt verdi for stømproduksjonen til solcellene på 102 000 kWh/år.

Kategorien B6 tar for seg energien for bygget i bruk. Vi har valgt en energimiks fra Norge, som gir et forventet gjennomsnitt over de neste 60 årene (IEA-energimiks, fra 2015). Bygget må kjøpe totalt 105 682 kWh/år, noe som vil utgjøre 154,3 tonn CO₂e. Energibruken vil dermed utgjøre 14,9% av det totale klimagassutslippet.

5.10.2.5 Kategori C1-C4 – Livsløpets slutt

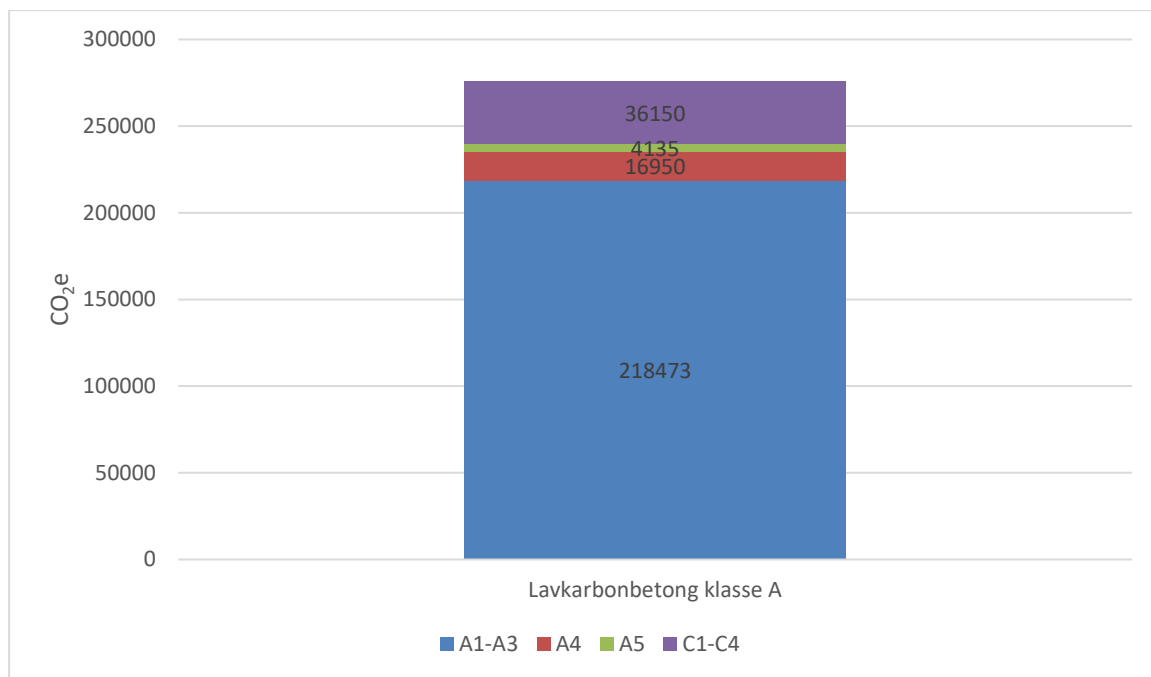
Kategorien omhandler materialene ved livsløpets slutt. Her inngår riving, transport og avfallshåndtering. Figur 5-23 viser at betongen utgjør store deler av utslippet ved denne kategorien. Materiale til gulvoverflate og isolasjon vil også være to kategorier som slipper ut mye CO₂e ved avfallshåndteringen. Resterende materialer for bygget er plassert i diverse.



Figur 5-23 Fordeling av klimagassutslipp i kategorien C1-C4

5.10.2.6 Totalt utslipp – Lavkarbonbetong klasse A

Betongdelen vil ha en stor påvirkning på klimaregnskapet. Figur 5-24 gir det totale utslippet for betongen. Totalen er fordelt over de forskjellige utslippskategoriene. Som gitt i diagrammet vil betongen utgjøre 275,7 tonn CO₂e i det totale klimaregnskapet. Dette vil gi en total prosentandel på 26,7% av det totale utslippet til bygget.



Figur 5-24 Totalt utslipp for betong i lavkarbonklasse A

6 DRØFTING

I dette kapitlet vil vi drøfte funn vi har gjort i oppgaven for løsningen med bruk av massivtre og for løsningen med bruk av betong. Vi vil også kommentere de alternative løsningene og se på løsningene opp mot hverandre.

6.1 *Massivtre*

I kapittel 4 har vi beskrevet resultater for massivtreløsningen, her har vi valgt to forskjellige bæresystemer for søyler og bjelker.

På grunn av de styrkemessige begrensningene til massivtre sammenlignet med et spennarmert dekke ser vi at et ikke er mulig å opprettholde en like stor utkraging som for PEAB's prosjekterte bygg. Det var derfor nødvendig å sette inn en ekstra rad med søyler og bjelker for å unngå utkragingen på fløyen mot nordvest. Dette endrer det arkitektoniske uttrykket i forhold til PEAB's alternativ.

For å oppnå de store spennviddene på massivtreelementene som er prosjektert for bygget, har vi endt opp med relativt tykke dekker som ikke er beskrevet i standardtabeller. Spennvidden ligger helt på grensen for hva som er mulig med massivtre for et slikt bygg. Ved bruk av denne løsningen anbefales det å redusere spennvidden for elementene.

6.1.1 Bæresystem

I kapittel 4.1 har vi dimensjonert et bæresystem i stål og et bæresystem i limtre for å bære massivtreelementene. Et bæresystem i limtre vil gi et lavere utslipp av CO_{2e} enn et bæresystem i stål. Derimot vil bæresystemet i limtre kreve større bjelkedimensjoner og tettere søyleplassering enn bæresystemet i stål, noe som vil ha en stor innvirkning på funksjonaliteten og materialmengdene til bygget. Eventuelt er det mulig å øke høyden på limtrebjelkene, men dette vil da ha innvirkning på byggets totale høyde eller vanskeliggjøre føringer av tekniske installasjoner i himling.

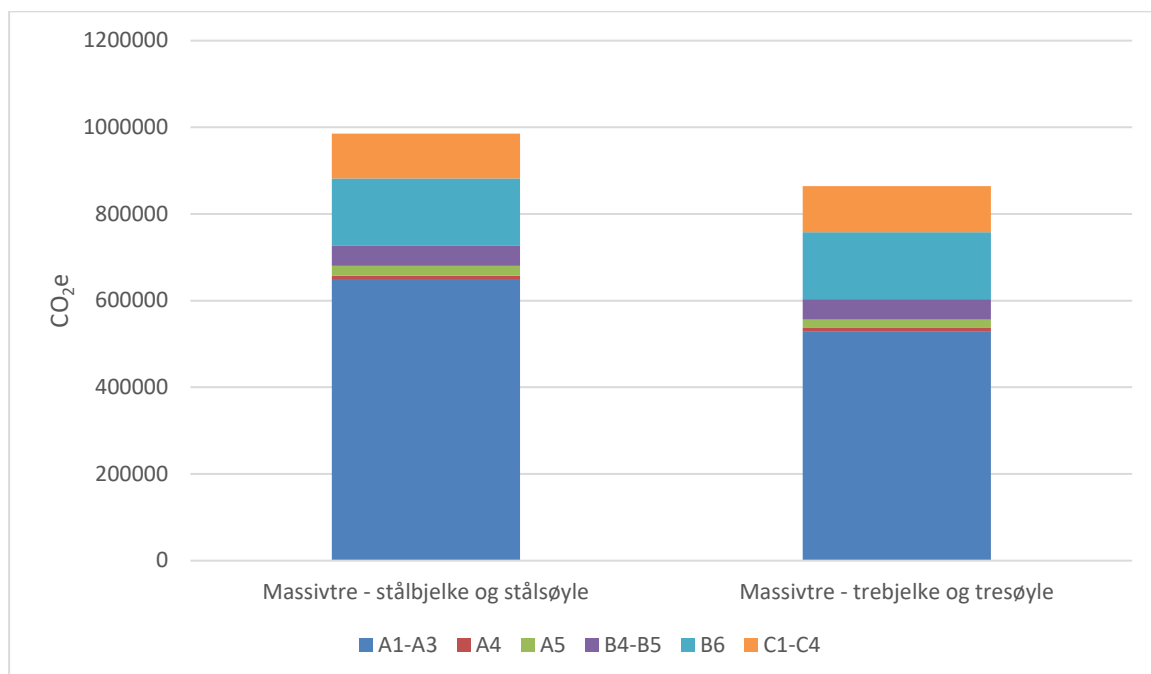
I en tidlig prosjekteringsfase bør det vurderes mulighet for bruk av bærende innervegger av massivtre. Dette vil kunne redusere antall søyler, og være en konstruksjonsmåte som er bedre tilpasset bygging med massivtre.

Ved fløyen mot nordvest vil limtrebjelkene bli synlige på undersiden, noe som vil kunne ødelegge uttrykket til bygget.

6.1.2 Klimagassregnskap

I kapittel 4.10 går det fram at massivtreet gir et svært lavt bidrag til det totale klimagassutslippet for bygget fra produksjon til ferdigstillelse. Det er først når bygget skal rives at klimagassutslippet øker drastisk. Massivtreet vil allikevel bare bidra med 10,7% av totalt 985,15 tonn CO₂e for løsningen med bæresystem av stål. For løsningen med bæresystem av limtre vil massivtreet bidra med 13,7% av totalt 864,57 tonn CO₂e. Vi ser derfor at bruk av mer treverk vil være lønnsomt.

Bæresystemet i limtre vil gi lite bidrag til det totale utslippet av CO₂e. Da materialvalg og mengder ellers er likt for de to alternativene, ser vi i Figur 6-1 at søylene og bjelkene i stål gir et stort utslag i kategorien A1-A3. For de resterende kategoriene vil bidraget bli tilnærmet likt.



Figur 6-1 Klimagassregnskap for løsninger med massivtre

6.2 Betong

Kapittel 5 beskriver resultatene for løsningen med bruk av betong. Konstruksjonene har samme oppbygging, men benytter to forskjellige betongtyper. Bruk av etterspente betongdekker gjør det mulig å oppnå utkragingen som beskrevet i kapittel 5.6.1.

6.2.1 Bæresystem

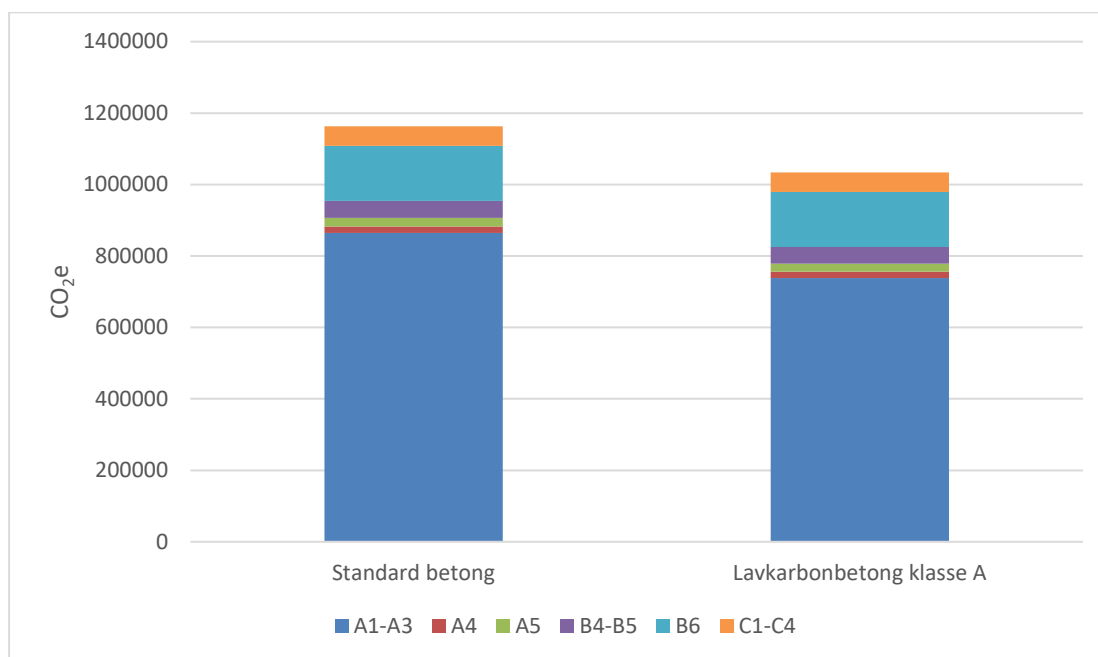
I kapittel 5.1 har vi dimensjonert et bæresystem med bruk av betong. De etterspente dekkene i bygget gir en slank konstruksjon uten bruk av bjelker. Dette reduserer mengdene materialer i bygget, som igjen gir en reduksjon i utslipp av CO₂e. Uten bjelker

vil føring av tekniske installasjoner i himlingene bli forenklet. De etterspente dekkene gir også mulighet for en åpen romløsning innvendig, med lange avstander mellom søylene.

6.2.2 Klimagassregnskap

Kapittel 5.10 viser at betongen som blir brukt i bygget står for store deler av det totale utslippet for bygget. Som gitt i Figur 6-2 vil bruk av betong i lavkarbonklasse A gi en reduksjon av CO₂e på 11,1%. Om tilgangen til denne type betong er mulig er noe usikkert fra Figur 2-6 i kapittel 2.5.5.

Det vil også være mulig å bruke en mellomting for de to oppgitte løsningene. En betong i lavkarbonklasse B eller C vil også kunne gi et mindre utslipp enn en standard betong. Vi har ikke gjort en livsløpsanalyse for bygget med bruk av lavkarbonbetong i klasse B og C, men reduksjonen i CO₂e utslipp er beskrevet i kapittel 2.5.5.



Figur 6-2 Klimagassregnskap for løsninger med betong

Betongen i bygget vil ved bruk av standard betong stå for 34,6% av det totale utslippet. Ved lavkarbonbetong klasse A vil betongen fortsatt ha en prosentandel på 26,7% av utslippet. Reduksjon av betongmengden i bygget vil dermed ha en stor påvirkning av det totale klimaregnskapet.

6.3 Passivhus

Vi har i kapittel 4.9 gjort en beregning av varmetapstallet for løsningen med massivtre, og i kapittel 5.9 er den samme beregningen gjort for løsningen i betong. Denne beregningen er gjort ut fra grovestimeringer av kuldebroverdier og det er gjort visse

forenklinger i U-verdi-beregningen. Spesielt for beregningen av det samlede varmetapet til vinduer og glassfasade er vi usikre på om resultatene vi har kommet frem til er realistiske. Resultatene bør derfor betraktes som en grovestimering.

Da isolasjonsmengden gir et stort bidrag til klimagassutslippet så vi det nødvendig å utføre denne estimeringen av varmetapstallet for å kunne beregne mengde isolasjon i bygget for begge løsningene.

Vi kan allikevel ikke si at vi har oppnådd passivhusstandard, da dette innebærer beregning av flere faktorer som vi har valgt å se bort fra i oppgaven.

Beregningen viste at det var mulig å redusere isolasjonstykkelsen i massivtre-løsningen, noe som førte til lavere klimagassutslipp.

6.4 Materialvalg

6.4.1 Vinduer og glassfasader

Bygget er prosjektert med store mengder glassfasader og glassvegger innvendig. Alle løsningene i oppgaven inneholder lik mengde med glassfasader og glassvegger.

Glassfasadene vil være en av de største bidragsyterne i alle løsningene beskrevet i oppgaven. Reduksjon av disse vil kunne bidra til å bedre klimagassregnskapene.

Glassveggene inne er også en stor bidragsyter til regnskapet. Erstatning av unødvendige glassvegger med vanlige innervegger med gips vil kunne gi stor reduksjon i utslippet.

6.4.2 Isolasjon

Varmeisolasjonen utgjør en stor prosentandel av klimagassutslippet i løsningene. Vi har for våre løsninger valgt steinullisolasjon for vegger og tak på grunn av gode løsninger for montering på utsiden av massivtre- og betongelementene. I tillegg har steinullen gode brann og lydegenskaper som er viktig for et slikt bygg. Det er allikevel mulig å velge isolasjonstyper som vil gi et lavere klimagassutslipp, men dette kan gå på bekostning av brann- og lydegenskapene.

6.4.3 Høydeforskjell

Massivtre vil ha mindre styrke enn plasstøpt betong. Dette resulterer i en økning av tykkelsen på massivtreelementene i forhold til et etterspent betongdekke. Takelementet til massivtreet vil være 80mm høyere enn ved betongløsningen. Elementet i etasjeskilleren vil også ha en høydeforskjell på 150mm. Tilsammen gir dette en total økning av høyden på 230mm. Høydeforskjellen blir oppgitt før isolasjonen på taket er medberegnet. En økning av bjelke dimensjoner vil også kunne resultere i en økt totalhøyde.

6.4.4 Tilpassing

Løsninger ved bruk av massivtre krever en høyere grad av nøyaktighet i både utførelse og planlegging, enn ved bruk av plaststøpt betong. Massivtreet vil bli levert i elementer som krever høy nøyaktighet for å kunne forenkle arbeidet og gi minimalt med tilpasninger på byggeplassen. Den spesielle utformingen av bygget vil skape utfordringer med sammenføringene på elementene. Massivtreløsningene vil kunne vanskeliggjøre muligheten til å gjøre store endringer på konstruksjonen sent i prosessen. På byggeplassen vil det også kreves god planlegging for lagring av elementene, samt lett tilgang med kran.

Bruk av plaststøpt betong vil være mer fleksibel med tanke på tilpasninger. Her vil forskalingen kunne endres etter ønske, og dermed muliggjøre tilpassinger også sent i prosessen. Da materialet leveres direkte på byggeplass som ferskvare vil dette ikke kreve lagringsplass på byggeplassen.

6.5 Energibruk

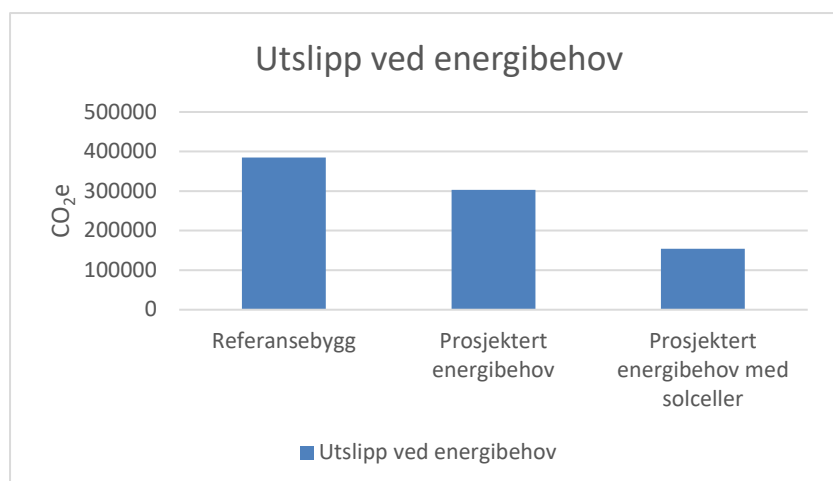
Alle løsningene har tatt utgangspunkt i samme strømforbruk. Energibruken i de oppgitte løsningene varierer fra 13,9% til 17,8% av det totale utslippet av CO_{2e}.

Figur 6-3 viser viktigheten av å fokusere på energikilder i bygget. Første søylen viser utslippet av CO_{2e} for referansebygget. Den andre søylen viser utslippet for det totale strømforbruket til bygget. Den siste søylen viser utslippet fra den strømmen som trengs etter solcellenes strømproduksjon er fratrukket. I en livsløpsanalyse vil denne kategorien være en av de faktorene som kan redusere utslippet av CO_{2e} mest. Bruken av solcellene på taket til HVO gir en nødvendig reduksjon for å kunne klare kravene til utslipp.

Det finnes mange smarte løsninger som kan redusere utslippet i denne kategorien ytterligere. Bruk av solceller både på tak og fasader, samt bruk av varmepumper og varmegjenvinningssystem

er noen eksempler som kan vurderes for bygget.

Vi har også beskrevet noen tiltak som er benyttet på andre lavutslippsbygg i kapittel 2.8 og som også kunne vært vurdert for dette bygget.

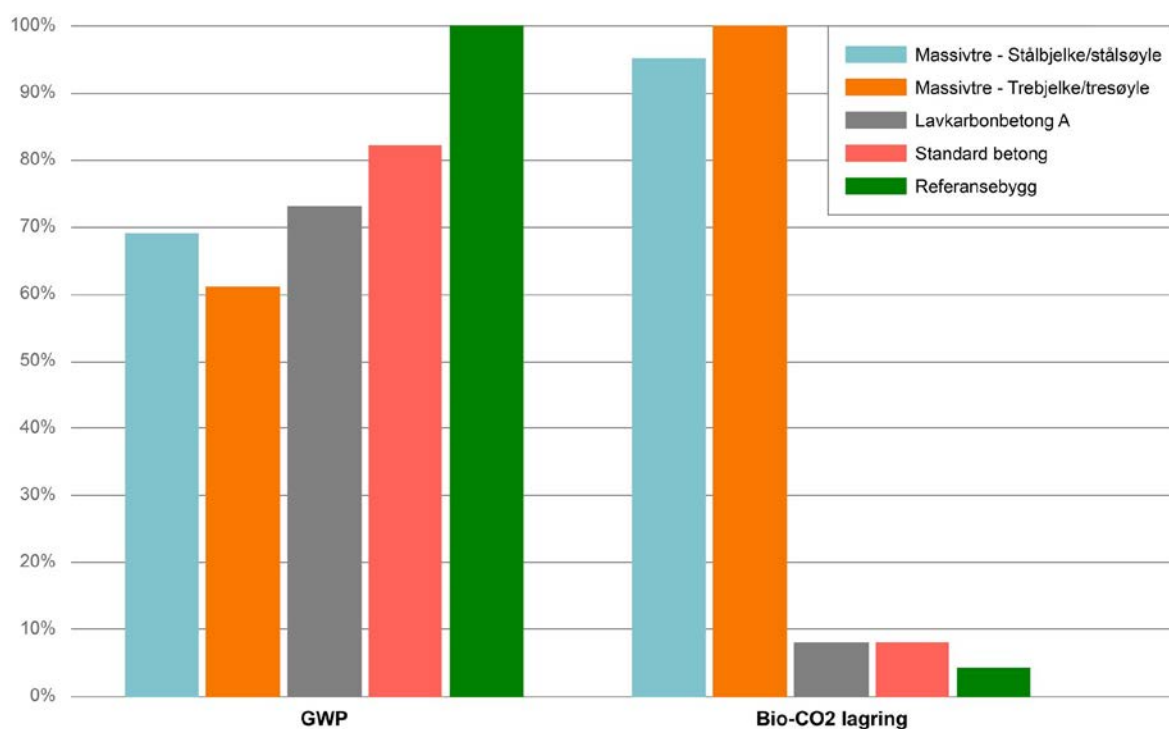


Figur 6-3 Utslipp fra strømbruk

6.6 Klimagassregnskap - Sammenligning

Figur 6-4 gir en sammenligning av alle alternativene. Alle løsningene vi har sett på blir her sammenlignet med et referansebygg som utgjør 100% i diagrammet. De fire oppgitte løsningene i oppgavene blir fordelt:

- Standard betong: 82%
- Lavkarbonbetong klasse A: 73%
- Massivtre - Trebjelke/tresøyle: 61%
- Massivtre – Stålbjelke/stålsøyle: 69%



Figur 6-4 Klimagassregnskap

Vi ser at begge løsningene med massivtre gir et lavt utslipp. Ikke overaskende vil løsningen som inneholder massivtredekkker med bæresystem av limtre gi den største reduksjonen på totalt 39% i forhold til referansebygget. Samtidig vil denne løsningen sannsynligvis øke arbeidsmengden og byggetiden, da søylene må plasseres tettere enn ved en løsning med bæresystem av stål. Endring av bæresystemet til stål vil gi løsningen en reduksjon på 31% i forhold til referansebygget.

Ved bruk av betong vil man også oppnå en større reduksjon enn kravet fra Statsbygg på 25%. Lavkarbonbetong klasse A gir en reduksjon på 27%, men tilgangen til denne typen betong er noe usikker. Bruk av standard betong vil være den eneste løsningen som ikke

opprettholder kravet til 25% reduksjon av CO_{2e}. Løsningen vil kun klare en reduksjon på 18% i forhold til referansebygget.

Figur 6-4 oppgir også en biogen CO₂ lagring, som er mengden CO₂ lagret i treverket. Dette bidraget er ikke medregnet i oppgaven, og benyttes ikke i livsløpsanalysen, da det ansees for å være klimanøytralt.

6.7 Usikkerhet

I klimagassregnskapet vil det være noen usikkerheter i kategorien A4, som omhandler transport til byggeplass. Vi har kun fulgt miljødeklarasjonene til materialene oppgitt i programmet, og har ikke kontrollert transportavstandene i disse. Fyllingsgraden til transportmetodene er heller ikke videre undersøkt.

Referansebygget er som beskrevet et bygg generert av programmet One Click LCA. Vi har antatt at bygget skal bygges på stripefundamenter med sand eller grus som underlag.

Tilgjengeligheten til betong i lavkarbonklasse A er usikker. Volda vil være helt i grensen for tilgangen til denne i dag. I fremtiden vil dette trolig bli lettere. Samfunnet i dag gir strengere og strengere krav til miljøvennlig produksjon, som trolig vil berøre sementproduksjonen. Om klasse A ikke vil bli tilgjengelig, vil klasse B være oppnåelig i Volda.

6.8 Forslag til videre arbeid og erfaringer

Til videre arbeid i oppgaven ville vi fokusert på å komme frem til flere løsninger for materialvalg. Det er flere ulike løsninger som vil være aktuelle for reduksjon av klimagasser. For eksempel vil hulldekkeelementer og bubbledeck være aktuelle materialer for videre arbeid.

Da kostnader er en vesentlig faktor i slike prosjekter, er dette noe som bør vurderes nærmere. Både pris og arbeidsmengde vil gjøre store utslag for hvilke materialer som vil være aktuelle å bruke. En kostnadsanalyse av de forskjellige løsningene ville derfor vært et naturlig neste steg i prosessen.

Programmet vi har benyttet for å beregne klimagassutslippene fikk vi tilgang til relativt sent i prosessen med oppgaven. Vi endte derfor opp med å velge store deler av materialtypene benyttet i bygget uten å kunne vurdere klimagassutslippet. Programmet er også begrenset til produkter som innehar en miljødeklarasjon.

7 KONKLUSJON

En løsning med bruk av massivtre vil gi den største reduksjonen i klimagassutslipp, og oppnå mer enn 25% reduksjon sammenlignet med referansebygget. Oppføring av konstruksjonen i massivtre vil innebære store forandringer som vil kunne endre byggets arkitektoniske uttrykk. Vi mener derfor at den beste løsningen vil være å benytte en lavkarbonbetong klasse A, som også oppnår en større reduksjon i klimagassutslippet enn 25%. En slik løsning vil også opprettholde det opprinnelige arkitektoniske uttrykket til bygget.

8 REFERANSER

- Autodesk. (2019, mai 8). AutoCAD. Hentet 8. mai 2019, fra <https://www.autodesk.no/products/autocad/overview>
- Bingh, L. P. (2019, januar 15). *STATSBYGGES KRAV TIL KLIMAGASSREDUKSJONER I BYGGEPROSJEKTENE*. Hentet fra <https://www.statsbygg.no/files/samfunnsansvar/miljo/KlimagassFrokostmote012019.pdf>
- Butters, C., & Leland, B. N. (2012). *Fra passivhus til sunne hus*. GAIA agenda forlag.
- Byggmesteren. (2018, januar 5). Hvitt tak regulerer temperaturen. Hentet 22. april 2019, fra Byggmesteren website: <https://byggmesteren.as/2018/01/05/hvitt-tak-regulerer-temperaturen/>
- Byggordboka - Passivhus. (2017, november 14). Hentet 19. april 2019, fra <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/passivhus>
- Eidsiva Energi. (udatert). Belaster produksjonen av solcellepaneler miljøet? Hentet 9. mai 2019, fra Eidsiva Energi website: <https://www.eidsivaenergi.no/lev-energismart/myter-om-solceller/myte-3/>
- Eie, J. (2016). *Trekonstruksjoner: Beregning og dimensjonering* (3. utg.). NKI Forlaget AS.
- Framtidens bygg. (udatert). Rapport Powerhouse Brattørkaia. Hentet 22. april 2019, fra <https://www.arkitektur.no/powerhouse-brattorkaia?tid=158202>
- Høgskulen i Volda. (udatert). Bachelor i PR, kommunikasjon og media. Hentet 22. april 2019, fra <https://www.studentum.no/skole/hogskulen-i-volda/pr-kommunikasjon-og-media-bachelor-46602>
- Kilde, L.-T. (2017, oktober 17). Skole fikk landets største solcellefasade. Hentet 22. april 2019, fra Oreec website: <http://oreec.no/baerekraft/skole-fikk-landets-storste-solcellefasade/>
- Lavkarbonbetong. (2016, november 17). Hentet 26. april 2019, fra Hokksund Betong website: <https://hokksundbetong.no/lavkarbonbetong/>
- Lunde, S. (2015). Etteroppspente fiberarmerte flatdekker - Evaluering av beregnings- og dimensjoneringsmetoder. 172. Hentet fra <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2351408>
- Mary Bellis. (2017). Meet the Inventor of the First Battery. Hentet 9. mai 2019, fra ThoughtCo website: <https://www.thoughtco.com/alessandro-volta-1992584>
- Norsk betongforening. (2015, mai). *Lavkarbonbetong*. Hentet fra https://fabeko.no/assets/Komplett_NB-37-Lavkarbonbetong.pdf
- Norsk Massivtre. (udatert). Norsk Massivtre. Hentet 9. mai 2019, fra <http://www.norskmassivtre.no/elementer/brann/>
- Norsk Solenergiforening. (udatert). Solceller. Hentet 9. mai 2019, fra Norsk solenergiforening website: <https://www.solenergi.no/solstrm>

- Norsk Standard. (2014, mai 1). Eurokode 8 - Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Hentet 23. april 2019, fra <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=696101>
- NS 3901:2012. (2012, juni 1). Hentet 24. april 2019, fra <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=532801>
- PEAB. (udatert). Fri Sikt, Ålesund. Hentet 16. mai 2019, fra <https://peab.no/bolig-tilsalgs/fri-sikt-alesund/>
- Per Kr. Larsen. (2008). *Konstruksjonsteknikk - Laster og bæresystemer*. Fagnokforlaget.
- Per Kr. Larsen. (2015). *Dimensjonering av stålkonstruksjoner* (2. utgave). Fagbokforlaget.
- Powerhouse. (udatert). Powerhouse Brattørkaia. Hentet 22. april 2019, fra <https://www.powerhouse.no/prosjekter/brattorkaia/>
- Rimstad, N. Ø., Løvaas, R., & Jensen, K. (2017). brannklassifisering. I *Store norske leksikon*. Hentet fra <http://snl.no/brannklassifisering>
- RUNET. (udatert). EUROCODEExpress Design of structures with Eurocodes. Hentet 26. april 2019, fra <http://www.runet.no/EUROCODEExpress.htm>
- SINTEF Byggforsk. (1999a, mai). 471.016 Kuldebroer. Metoder for å bestemme kuldebroverdi - Byggforskserien. Hentet 17. april 2019, fra https://www.byggforsk.no/dokument/2606/kuldebroer_metoder_for_aa_bestemme_kuldebroyverdi
- SINTEF Byggforsk. (1999b, mai). 471.016 Kuldebroer. Metoder for å bestemme kuldebroverdi - Byggforskserien. Hentet 17. april 2019, fra https://www.byggforsk.no/dokument/2606/kuldebroer_metoder_for_aa_bestemme_kuldebroyverdi
- SINTEF Byggforsk. (2001). 520.205 Massive treelementer. Typer og bruksområder - Byggforskserien. Hentet 9. mai 2019, fra https://www.byggforsk.no/dokument/3009/massive_treelementer_typer_og_bruksomraader#i25
- SINTEF Byggforsk. (2008). 520.321 Brannmotstand for etasjeskillere - Byggforskserien. Hentet 10. mai 2019, fra https://www.byggforsk.no/dokument/1538/520321_brannmotstand_for_etasjeskillere#i4
- SINTEF Byggforsk. (2009, november). 522.891 Etasjeskillere i massivtre - Byggforskserien. Hentet 22. april 2019, fra https://www.byggforsk.no/dokument/3367/etasjeskillere_i_massivtre

SINTEF Byggforsk. (2013, desember). 473.010 Generelt om passivhus. Valg og konsekvenser - Byggforskserien. Hentet 13. februar 2019, fra https://www.byggforsk.no/dokument/4108/generelt_om_passivhus_valg_og_konsekvenser

SINTEF Byggforsk. (2014, september). 470.101 Livsløpsvurdering (LCA) av byggevarer og bygninger. Innføring og begreper - Byggforskserien. Hentet 23. april 2019, fra https://www.byggforsk.no/dokument/205/livsløpsvurdering_lca_av_byggevarer_og_bygninger_innfoering_og_begreper

SINTEF Byggforsk. (2015a). 522.514 Lydisolerende, tunge etasjeskillere. Konstruksjonseksempler - Byggforskserien. Hentet 10. mai 2019, fra https://www.byggforsk.no/dokument/2566/lydisolerende_tunge_etasjeskillere_konstruksjonseksempler#i51

SINTEF Byggforsk. (2015b, juni). 470.104 Eksempler på livsløpsvurdering (LCA) av trefasader og ytterveggskonstruksjoner - Byggforskserien. Hentet 8. mai 2019, fra <https://www.byggforsk.no/Document/Index/4145/#fig24>

SINTEF Byggforsk. (2017). *Trehus* (Håndbok 5). SINTEF akademisk forlag.

SINTEF Byggforsk. (2018a, september). 471.008 Beregning av U-verdier etter NS-EN ISO 6946 - Byggforskserien. Hentet 10. april 2019, fra https://www.byggforsk.no/dokument/208/beregning_av_u-verdier_etter_ns-en_iso_6946

SINTEF Byggforsk. (2018b, november). 471.014 U-verdier. Gulv på grunnen og vegger mot terreng - Byggforskserien. Hentet 2. mai 2019, fra https://www.byggforsk.no/dokument/1536/u-verdier_gulv_paa_grunnen_og_vegger_mot_terreng

Spenneteknikk. (udatert). *BBR VT CONA Single spennetausystem*. Hentet fra <http://new.spenneteknikk.no/wp-content/uploads/2018/05/BBR-VT-CONA-Single-spennetausystem-24022011.pdf>

Standard Norge. (2012a). *NS 3701:2012 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger - Yrkesbygninger*. Hentet fra <https://www.standard.no/nettbutikk/sokeresultater/?search=ns3701>

Standard Norge. (2012b). *NS 3701:2012 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger - Yrkesbygninger*. Hentet fra <https://www.standard.no/nettbutikk/sokeresultater/?search=ns3701>

Standard Norge. (2016). *SN/TS 3031:2016 Bygningers energiytelse - Beregning av energibehov og energiforsyning*.

Standard Norge. (2017). *NS-EN ISO 13370:2017 Bygningers termiske egenskaper - Varmeoverføring via grunnen - Beregningsmetoder*. Hentet fra

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=941553>

Standard Norge. (2018, september 1). *NS 3720: 2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger*. Hentet fra

<https://www.standard.no/nettbutikk/sokeresultater/?search=ns3720&subscr=1>

Statsbygg. (2018a). IIAH2 Tilbudsinvitasjon konkurranse. Hentet 9. mai 2019, fra

<https://www.mercell.com/nb-no/anbud/81899496/1130701-hvo-mediefag-nybygg-for-mediefag-ved-hoegskolen-i-volda-k201-totalentreprise-med-loesningsforslag-anbud.aspx>

Statsbygg. (2018b). IIBH1 Kravspesifikasjon med romprogram. Hentet 9. mai 2019, fra

<https://www.mercell.com/nb-no/anbud/81899496/1130701-hvo-mediefag-nybygg-for-mediefag-ved-hoegskolen-i-volda-k201-totalentreprise-med-loesningsforslag-anbud.aspx>

Statsbygg. (2018c, mai 3). HiVolda, nybygg. Hentet 10. februar 2019, fra

<https://www.statsbygg.no/Prosjekter-og-eiendommer/Byggeprosjekter/HiVolda-nybygg/>

Statsbygg. (2018d, september 18). *HVO EXPO- NYTT MEDIEBYGG FOR HØYSKOLEN I*

VOLDA. Hentet fra [https://www.statsbygg.no/Prosjekter-og-](https://www.statsbygg.no/Prosjekter-og-eiendommer/Byggeprosjekter/HiVolda-nybygg/Loysingsforslag/Peab-K-Nordang-og-Link-arkitektur/)

[eiendommer/Byggeprosjekter/HiVolda-nybygg/Loysingsforslag/Peab-K-Nordang-og-Link-arkitektur/](https://www.statsbygg.no/Prosjekter-og-eiendommer/Byggeprosjekter/HiVolda-nybygg/Loysingsforslag/Peab-K-Nordang-og-Link-arkitektur/)

Statsbygg. (udatert). Klimagassregnskap. Hentet 10. mai 2019, fra

<https://www.statsbygg.no/samfunnsansvar/miljo/klimagassregnskap/>

Strand, S. S. (2017, august 15). Brynseng skole. Hentet 22. april 2019, fra Bygg.no -

Byggeindustrien website: <http://www.bygg.no/article/1321864>

Svein Ivar Sørensen. (2013). *Betongkonstruksjoner*.

Svein Ivar Sørensen. (2017). *Betongkonstruksjoner* (2. Utgave). Fagbokforlaget.

Tarald Rørvik, & Vemund Årskog. (2010, desember). *Konstruksjonssikkerhet og belastning, kompendium i lastberegning*.

Thue, J. V. (2019a). betong. I *Store norske leksikon*. Hentet fra <http://snl.no/betong>

Thue, J. V. (2019b). lydisolering. I *Store norske leksikon*. Hentet fra

<http://snl.no/lydisolering>

Utdanningsdirektoratet. (2017, november 6). Brynseng skole, Oslo. Hentet 22. april

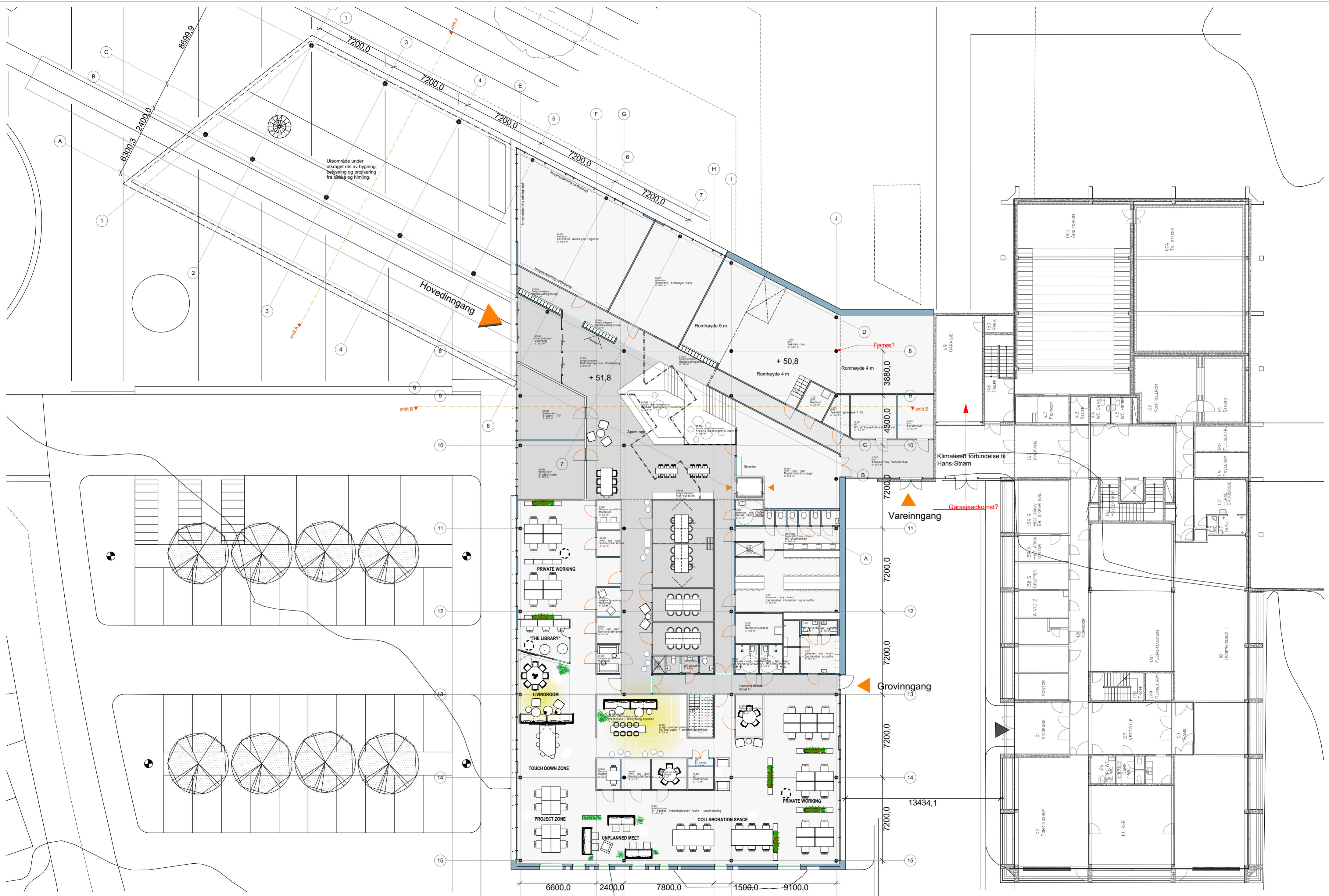
2019, fra <http://www.skoleanlegg.utdanningsdirektoratet.no/artikkel/233/Brynseng-skole-Oslo>

WSP. (2019). Massivtre | WSP Norge. Hentet 9. mai 2019, fra <https://www.wsp.com/nb-NO/tjenester/massivtre>

ZEB. (udatert). Pionerprosjektet i Trondheim. Hentet 22. april 2019, fra

<https://www.zeb.no/index.php/no/pilotprosjekter/274-powerhouse-brattorkaia>

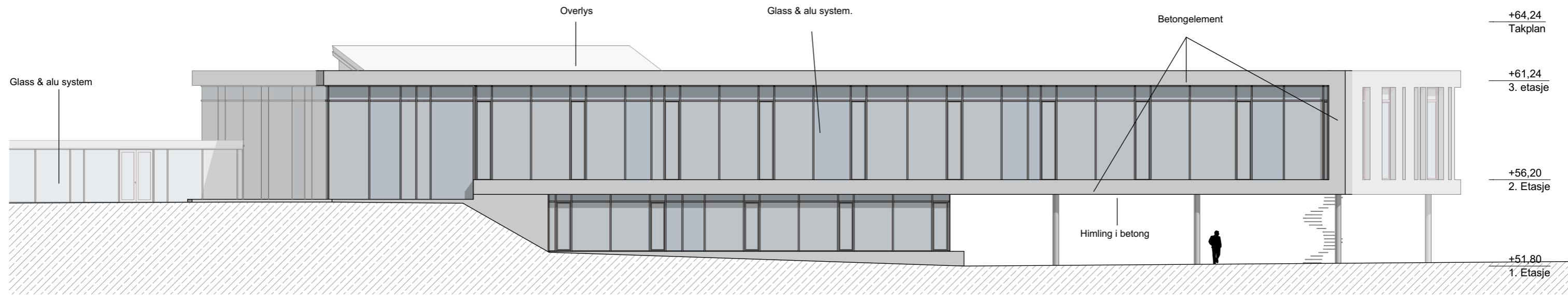
Aarstad, J., Glasø, G., & Bunkholt, A. (2011). *Fokus på tre, massivtre*. 8.



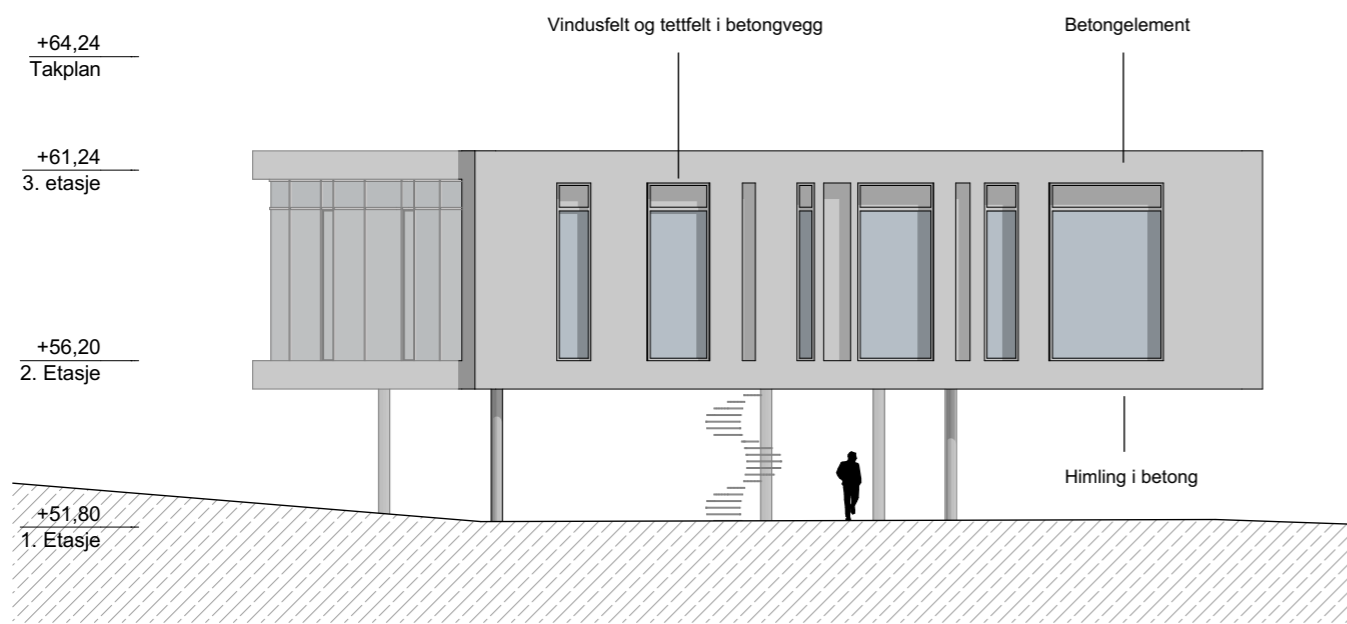
9 VEDLEGG

Vedlegg nr	Tittel	Antall sider
Vedlegg 1	Tegninger utgitt av PEAB	7
Vedlegg 2	Modellert løsning – Massivtre	14
Vedlegg 3	Modellert løsning – Betong	14
Vedlegg 4	U-verdiberegning – Massivtre	9
Vedlegg 5	U-verdiberegning – Betong	11
Vedlegg 6	Resultater klimagassberegning – Referansebygg	13
Vedlegg 7	Resultater klimagassberegning – Massivtre - Limtre	7
Vedlegg 8	Resultater klimagassberegning – Massivtre – Stål	7
Vedlegg 9	Resultater klimagassberegning – Standard betong	7
Vedlegg 10	Resultater klimagassberegning – Lavkarbonbetong	7
Vedlegg 11	Dimensjonering – Laster på konstruksjon	6
Vedlegg 12	Dimensjonering – Betongsøyle 1. etasje akse B,4	4
Vedlegg 13	Dimensjonering – Betongsøyle 1. etasje akse I,13	4
Vedlegg 14	Dimensjonering – Betongsøyle 1. etasje akse J,13	4
Vedlegg 15	Dimensjonering – Betongsøyle 2. etasje akse B,4	3
Vedlegg 16	Dimensjonering – Betongsøyle 2. etasje akse I,13	3
Vedlegg 17	Dimensjonering – Betongsøyle 2. etasje akse J,13	3
Vedlegg 18	Dimensjonering – Stålbjelke etasjeskiller akse I,13-14	5
Vedlegg 19	Dimensjonering – Stålbjelke etasjeskiller akse J,13-14	2
Vedlegg 20	Dimensjonering – Stålbjelke tak akse I,13-14	4
Vedlegg 21	Dimensjonering – Stålbjelke tak akse J,13-14	2
Vedlegg 22	Dimensjonering – Stålsøyle akse I,13	3
Vedlegg 23	Dimensjonering – Stålsøyle akse J,13	3
Vedlegg 24	Dimensjonering – Limtrebjelke etasjeskiller akse I,13-14	4
Vedlegg 25	Dimensjonering – Limtrebjelke etasjeskiller akse J, 13-14	4
Vedlegg 26	Dimensjonering – Limtrebjelke tak akse I,13-14	3
Vedlegg 27	Dimensjonering – Limtrebjelke tak akse J,13-14	4
Vedlegg 28	Dimensjonering – Limtresøyle akse I,13	3
Vedlegg 29	Dimensjonering – Limtresøyle akse J,13	3
Vedlegg 30	Dimensjonering Calculatis – Etasjeskiller friluft, jevnt fordelt	7
Vedlegg 31	Dimensjonering Calculatis – Etasjeskiller, jevnt fordelt last	7
Vedlegg 32	Dimensjonering Calculatis – Etasjeskiller, punktlast	7
Vedlegg 33	Dimensjonering Calculatis – Tak, jevnt fordelt last	7
Vedlegg 34	Kontroll – Stålbjelke akse I,13-14, fast innspent	4
Vedlegg 35	Kontroll – Stålbjelke akse I,13-14, fritt opplagt	4
Vedlegg 36	Kontroll – Stålbjelke akse J,13-14, fast innspent	4
Vedlegg 37	Kontroll – Stålbjelke akse J,13-14, fritt opplagt	4
Vedlegg 38	Kontroll – Stålsøyle akse I,13	5
Vedlegg 39	Kontroll – Stålsøyle akse J,13	5
Vedlegg 40	Kontroll – Limtrebjelke akse I,13-14, fritt opplagt	5
Vedlegg 41	Kontroll – Limtrebjelke akse J,13-14 fritt opplagt	5
Vedlegg 42	Kontroll – Limtresøyle akse I,13	5
Vedlegg 43	Kontroll – Limtresøyle akse J,13	5
Vedlegg 44	Datablad – Vikutherm	2
Vedlegg 45	Datablad – Optitherm	2
Vedlegg 46	Dimensjonerende utetemperatur	2
Vedlegg 47	Teknisk godkjenning Rockwool	4
Vedlegg 48	Forprosjektrapport	10
Vedlegg 49	Logg	4
Vedlegg 50	Fremdriftsplan	1
Vedlegg 51	Avtale mellom oppdragsgiver, studenter og NTNU	2

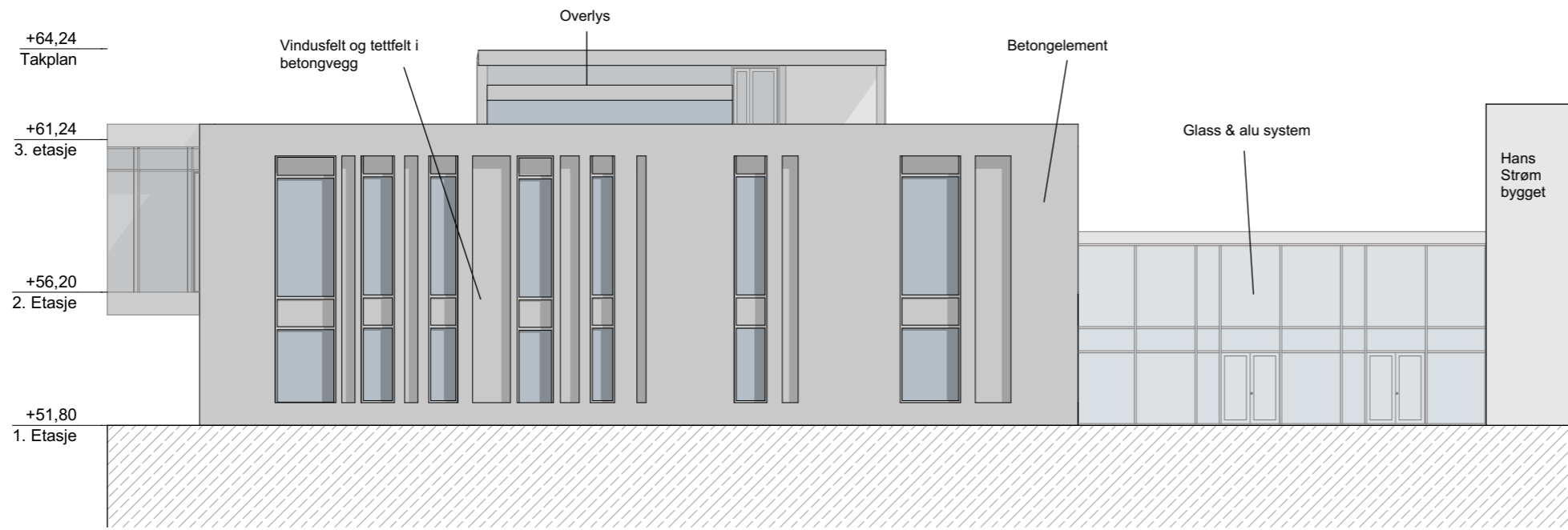




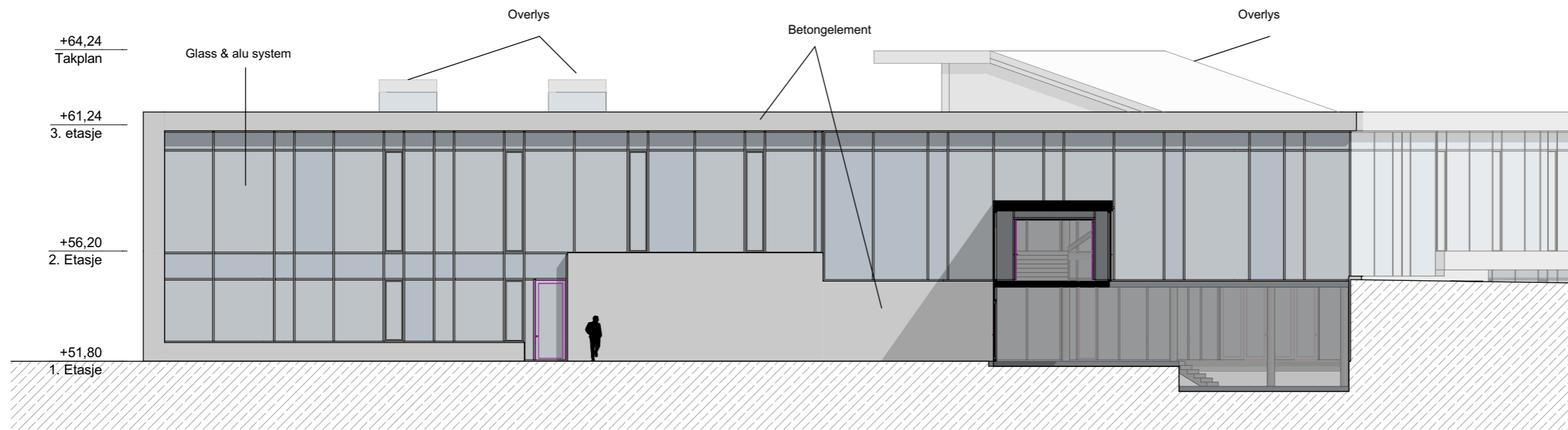
Fasade nord-øst



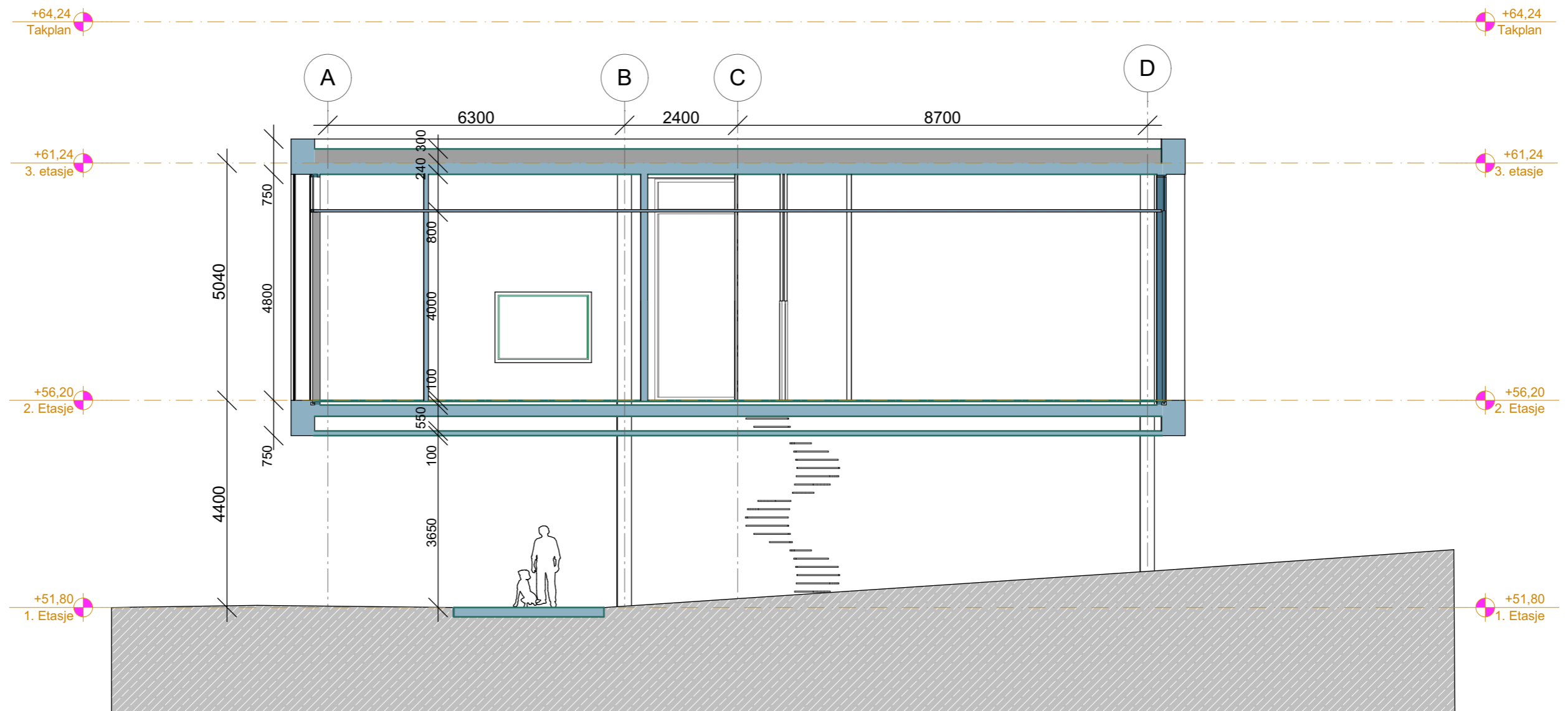
Fasade nord-vest

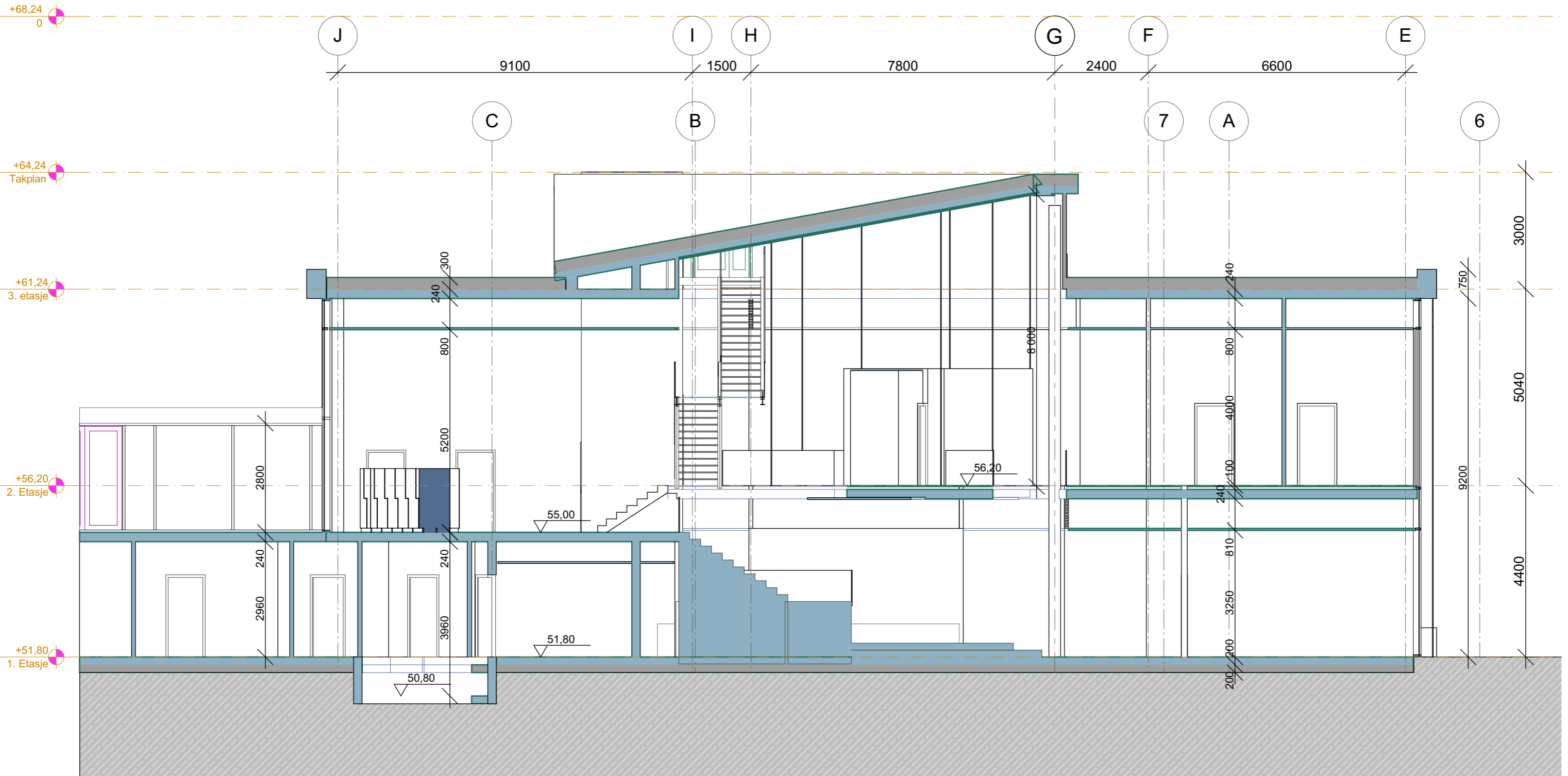


Fasade sør

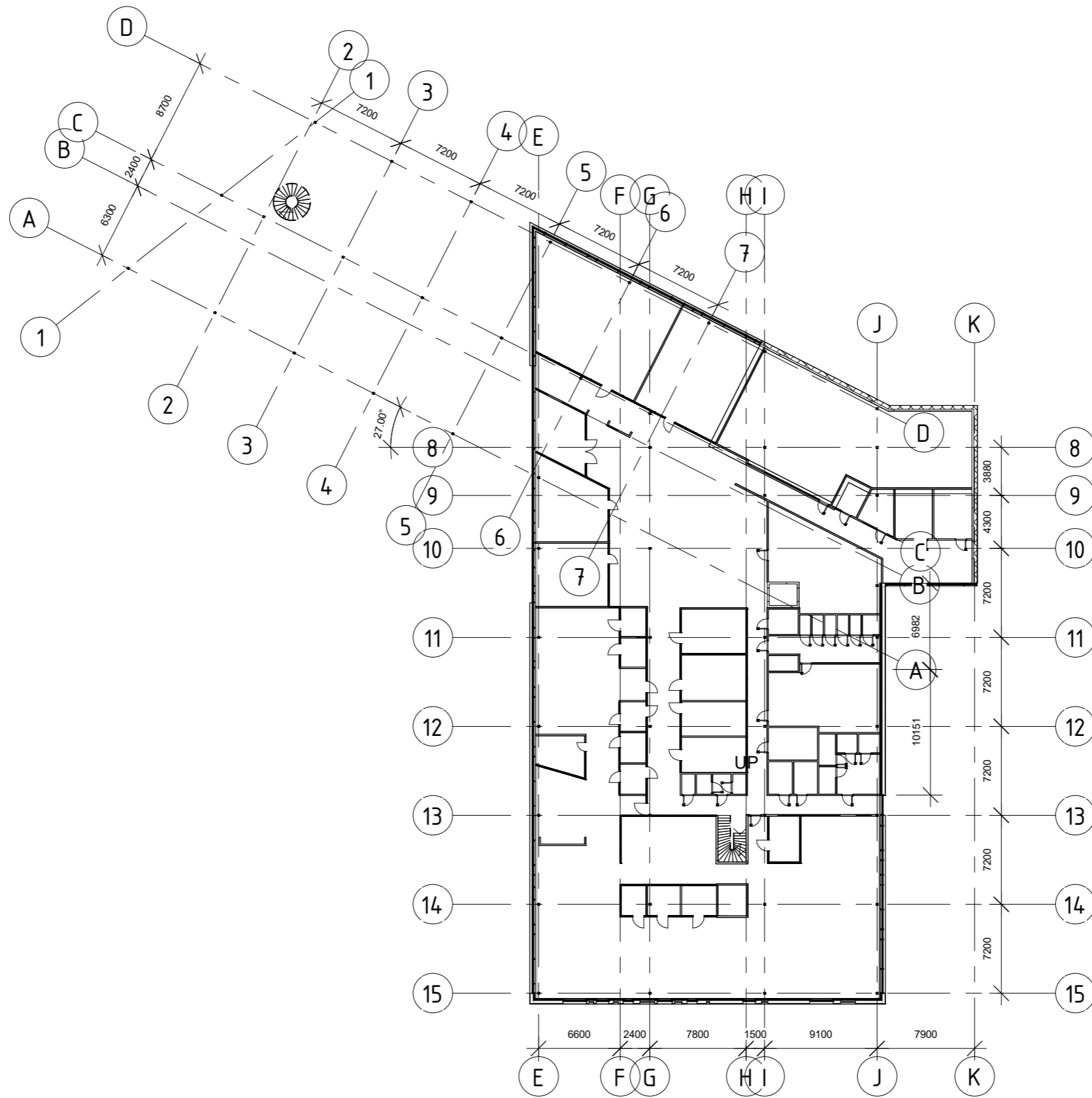


Fasade øst

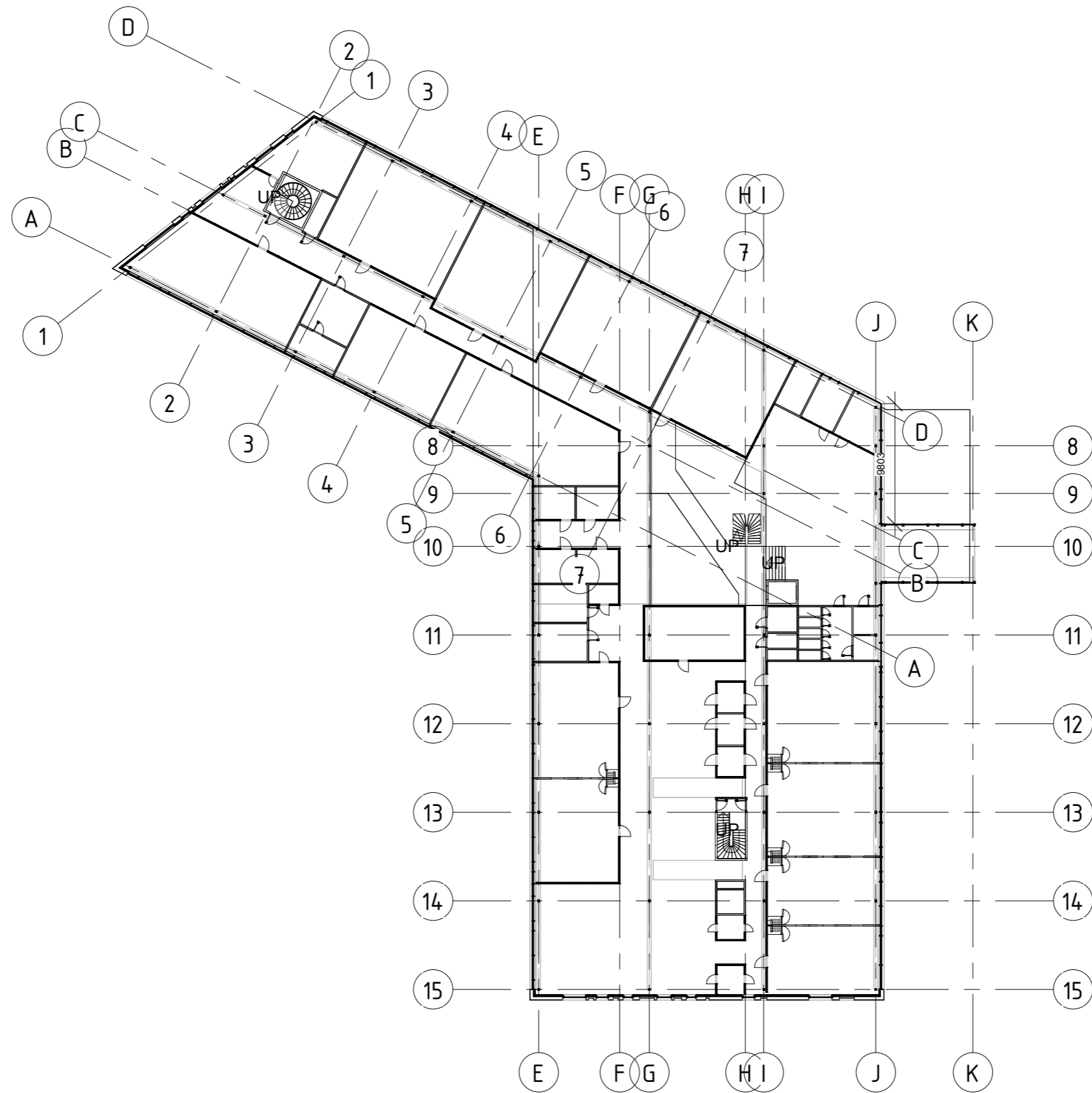


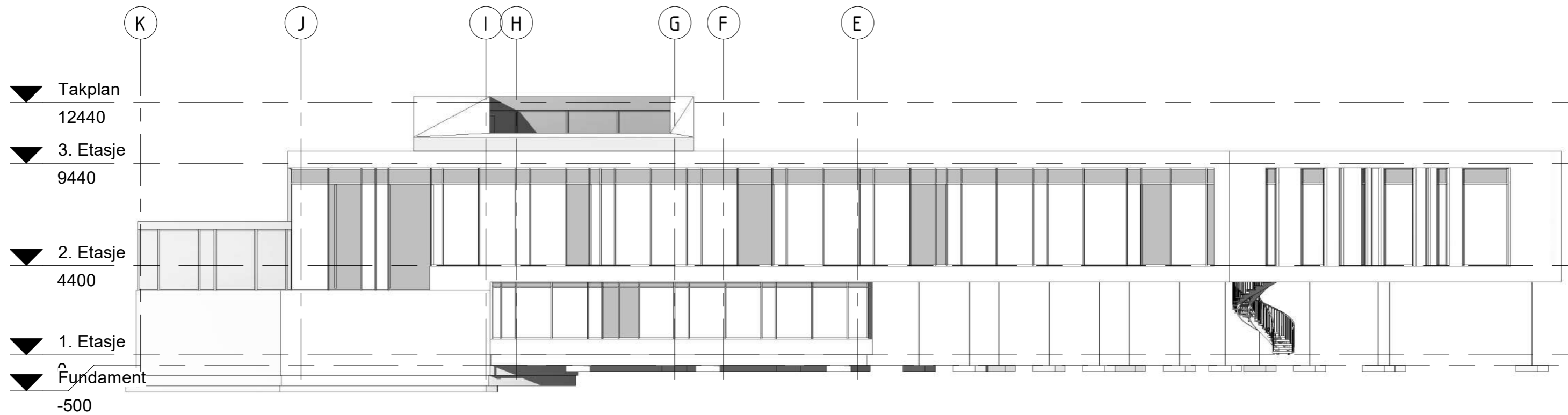




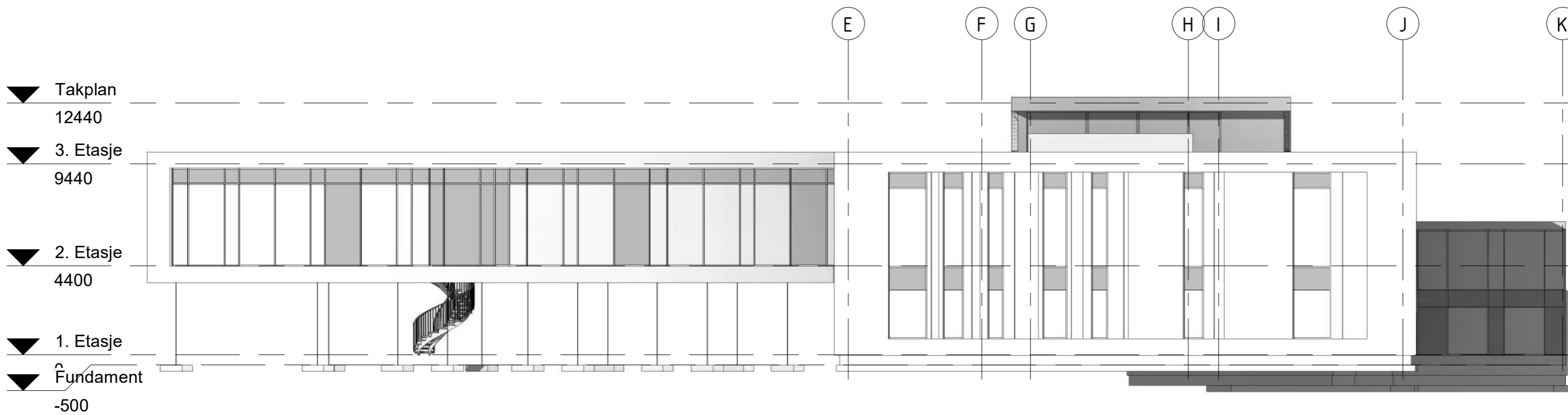


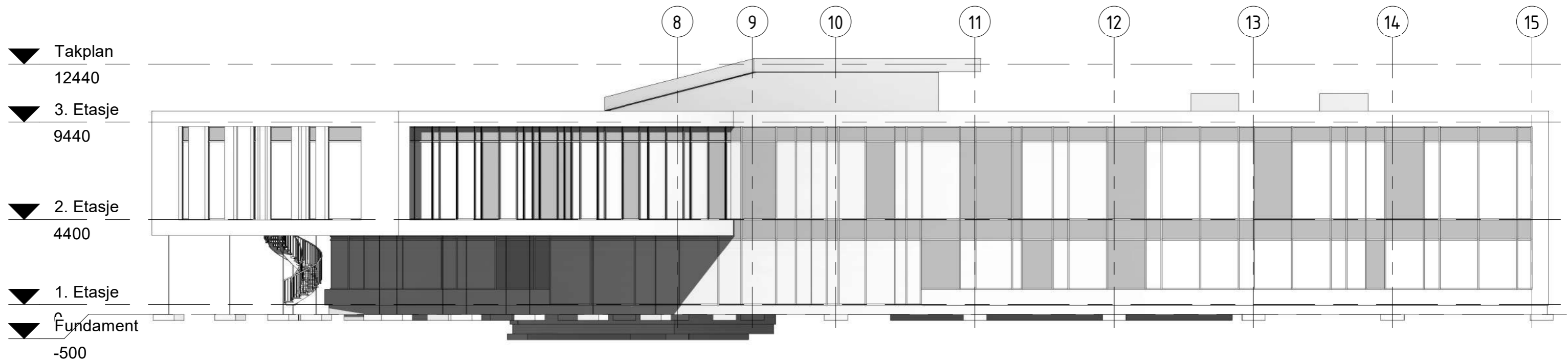
Project number	Prosjektnummer	A2
Date	Dato	
Drawn by	Author	
Checked by	Checker	
Scale		1 : 400



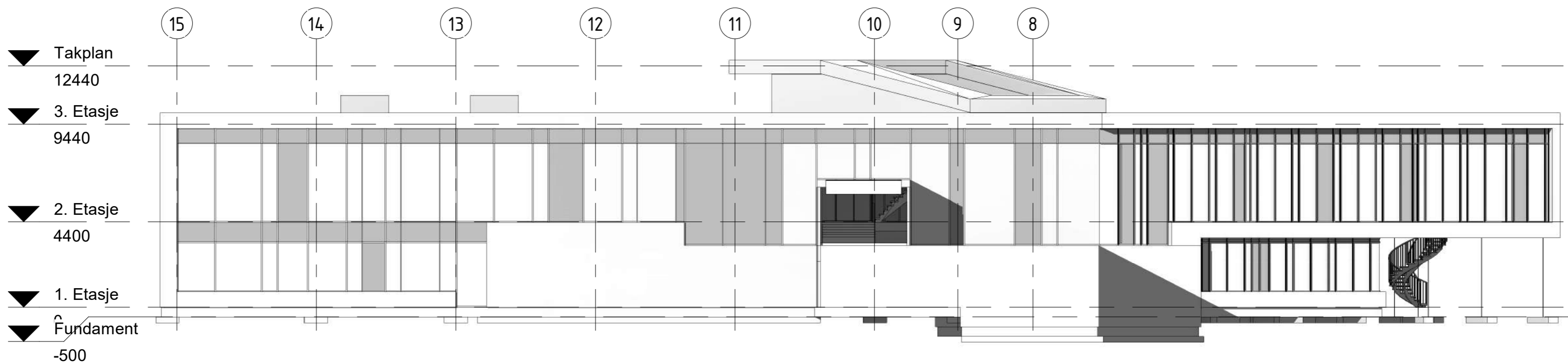


Project number	Prosjektnummer	A4
Date	Dato	
Drawn by	Author	
Checked by	Checker	
Scale		1 : 200

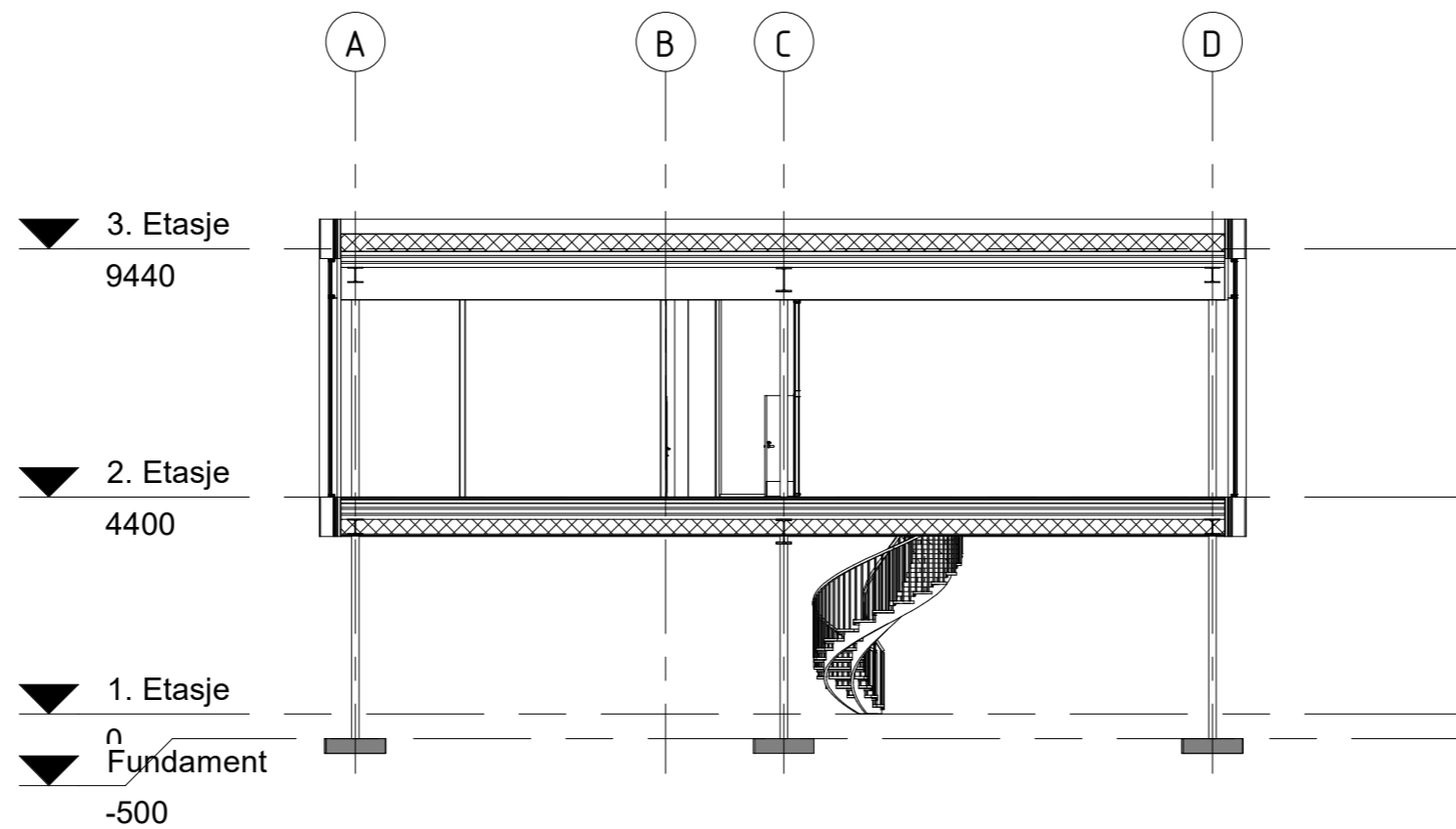




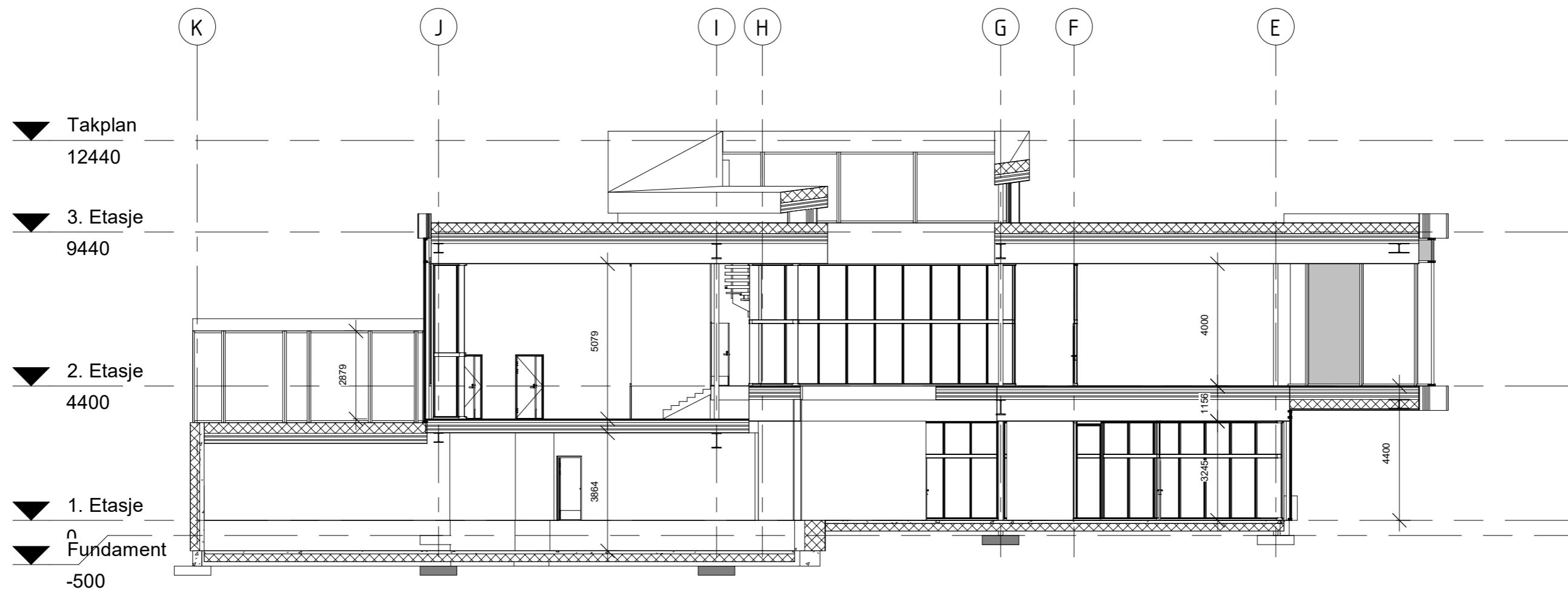
Project number	Prosjektnummer	A6
Date	Dato	
Drawn by	Author	
Checked by	Checker	
Scale		1 : 200



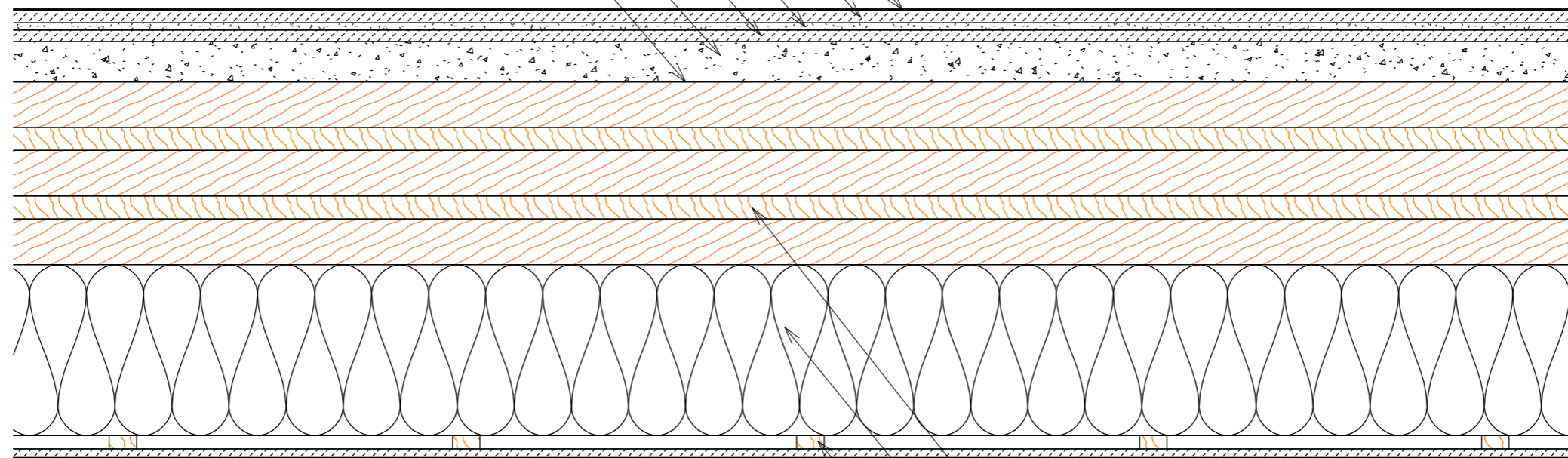
Project number	Prosjektnummer	A7
Date	Dato	
Drawn by	Author	
Checked by	Checker	
Scale		1 : 200



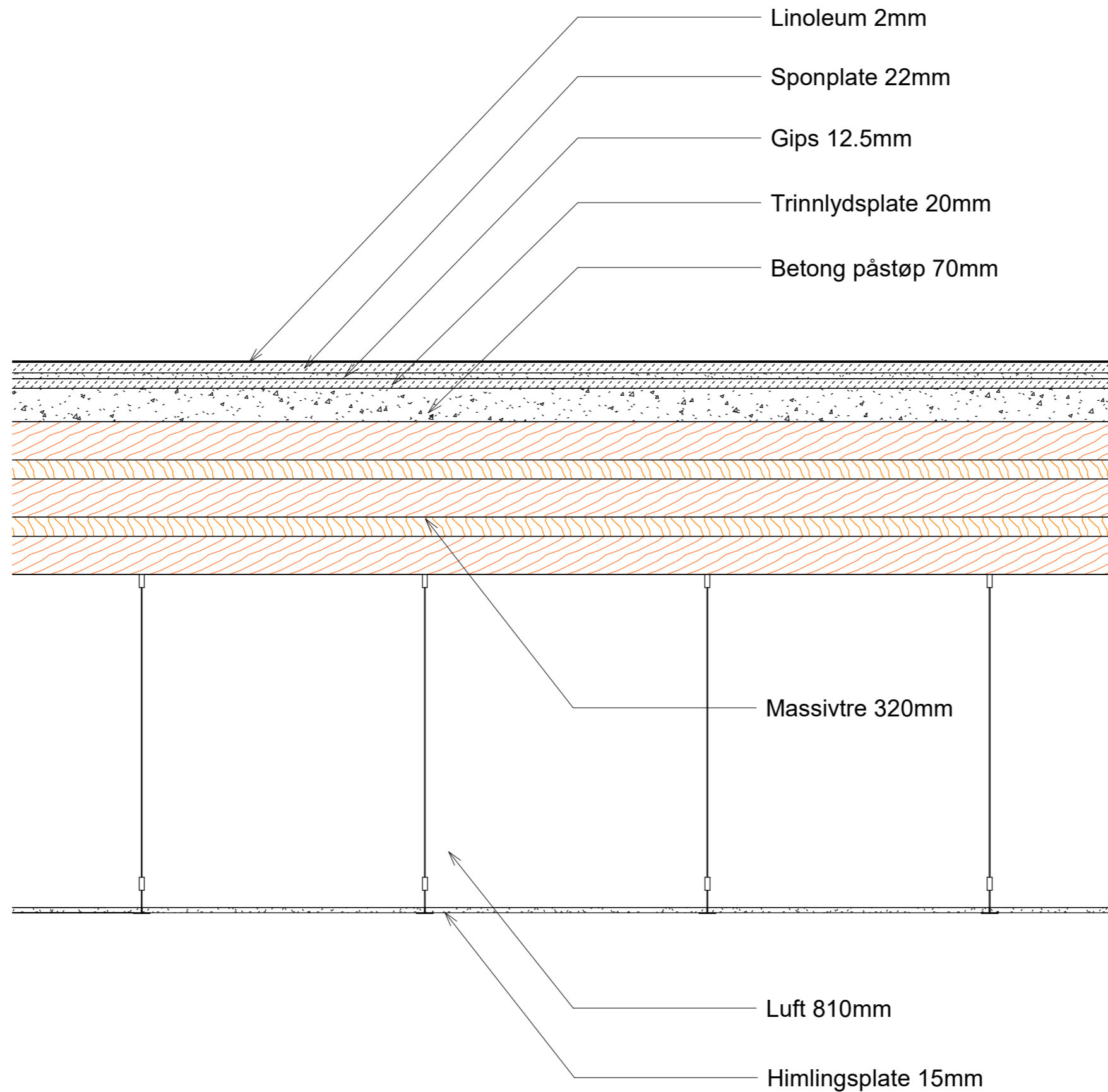
Project number	Prosjektnummer	A8
Date	Dato	
Drawn by	Author	
Checked by	Checker	
Scale		1 : 150



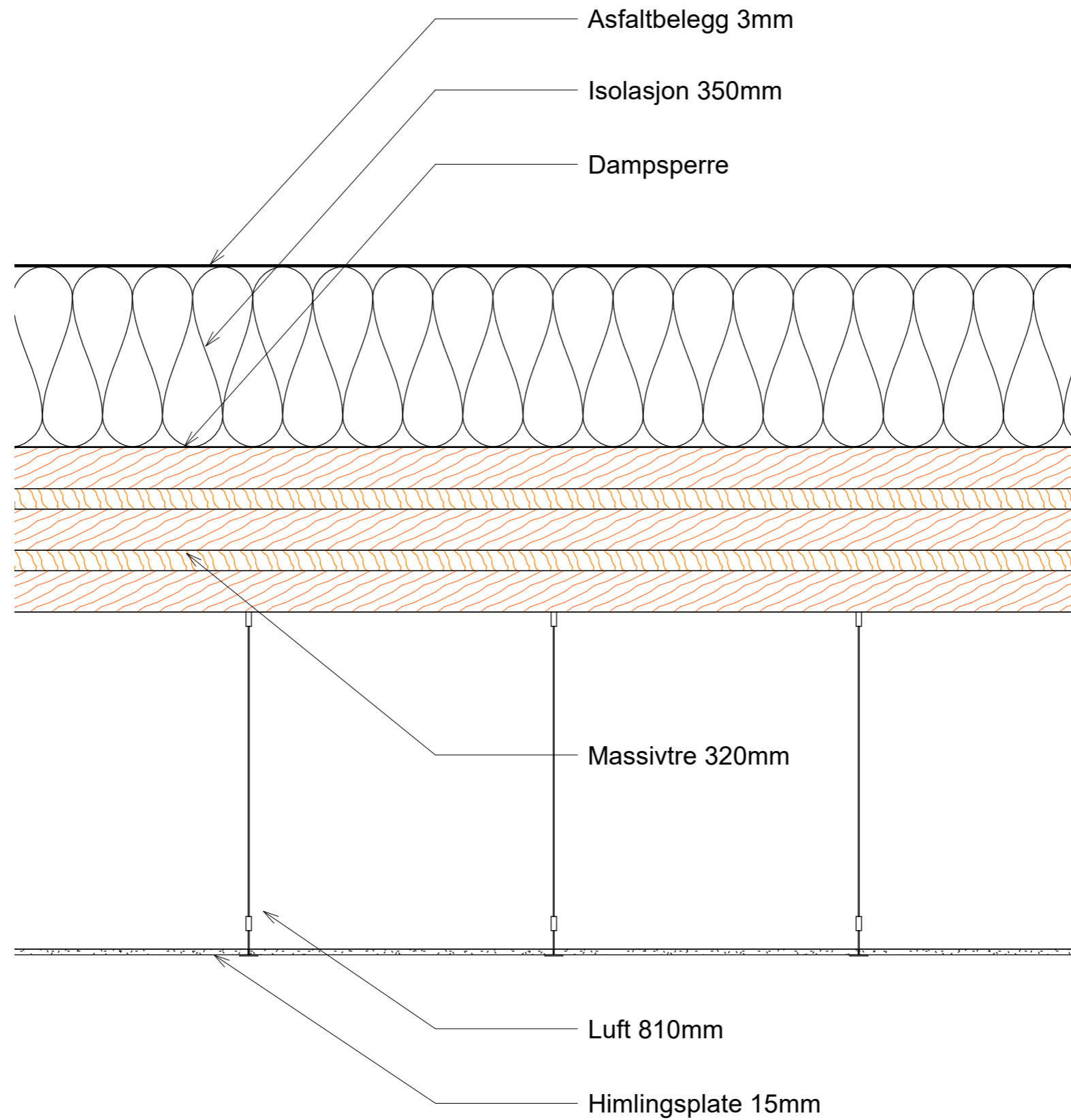
Linoleum 2mm
 Sponplate 22mm
 Gips 12.5mm
 Trinnlydplate 20mm
 Betong påstøp 70mm
 Dampsperre

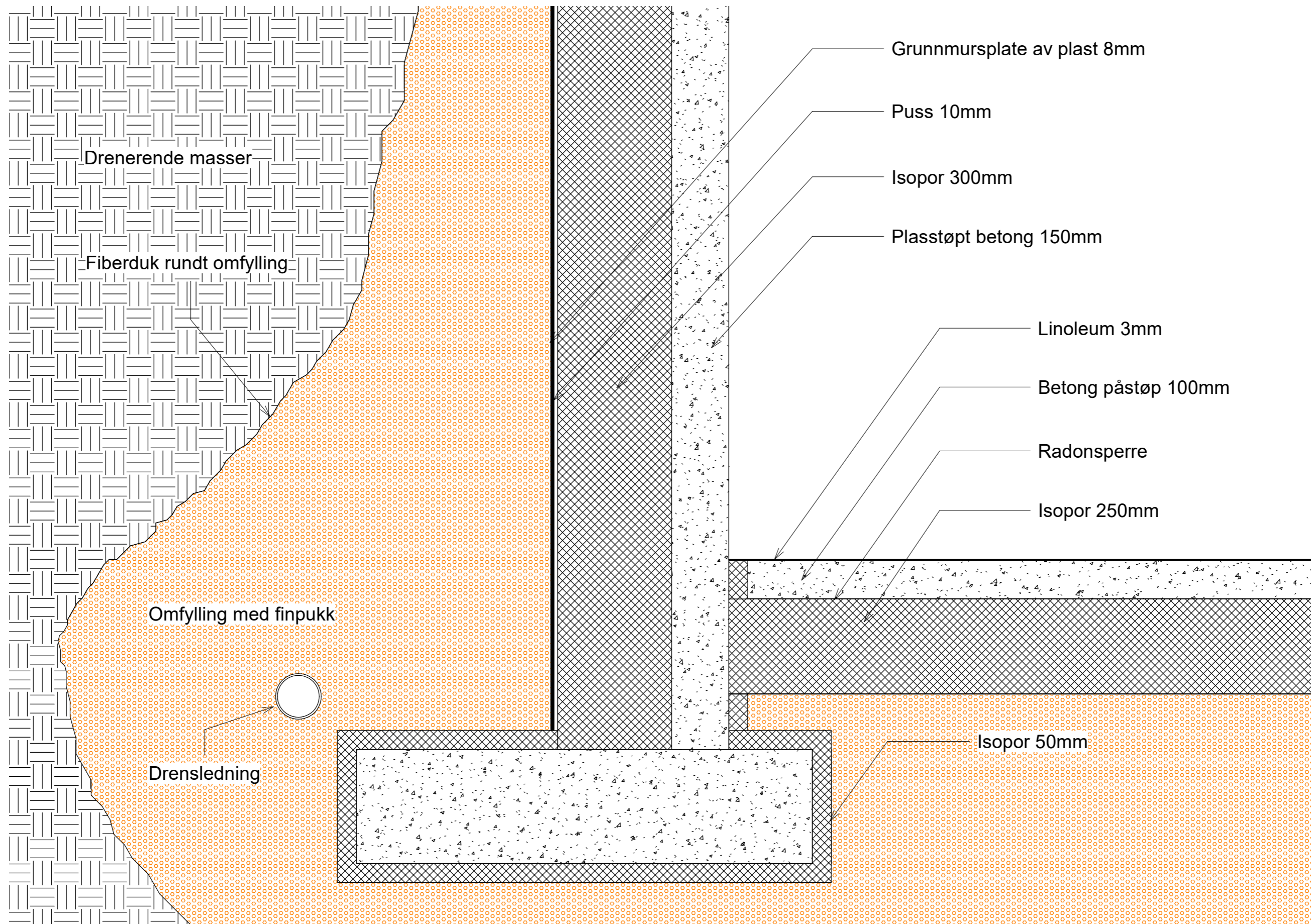


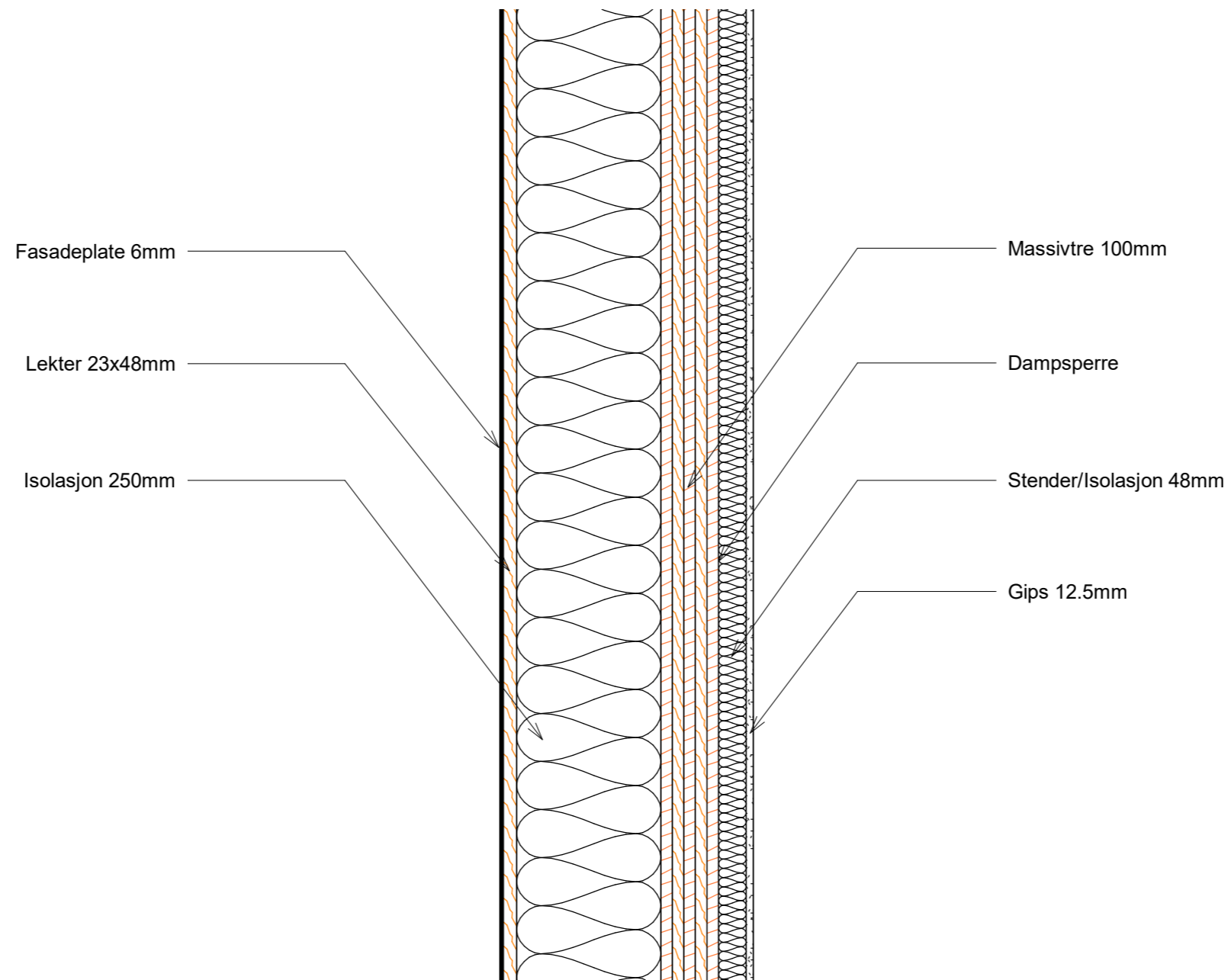
Massivtre 320mm
 Isolasjon 300mm
 Lekter 23x48mm
 Tre 16mm



Project number	Prosjektnummer	A11
Date	Dato	
Drawn by	Author	
Checked by	Checker	
Scale		1 : 10

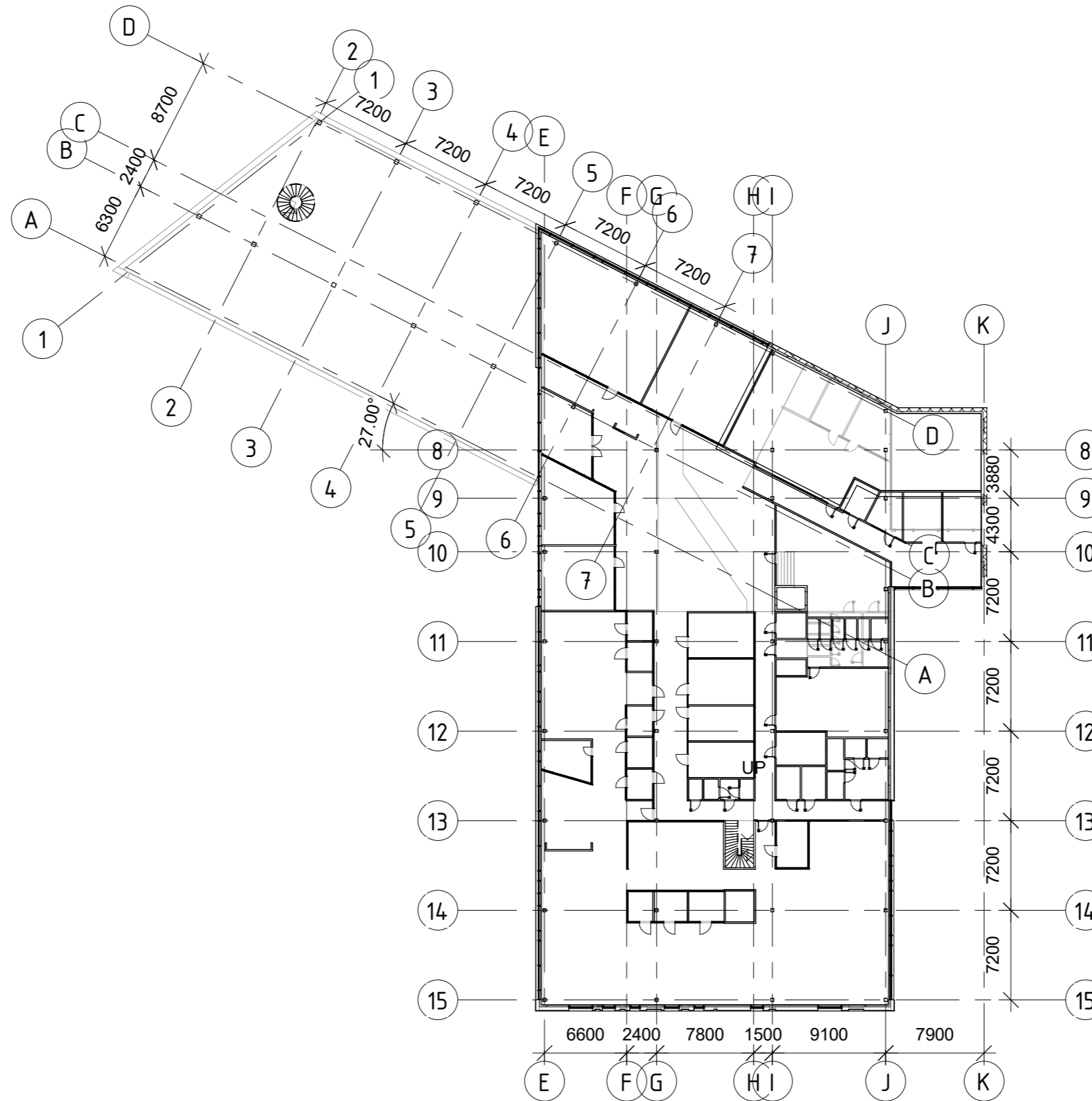




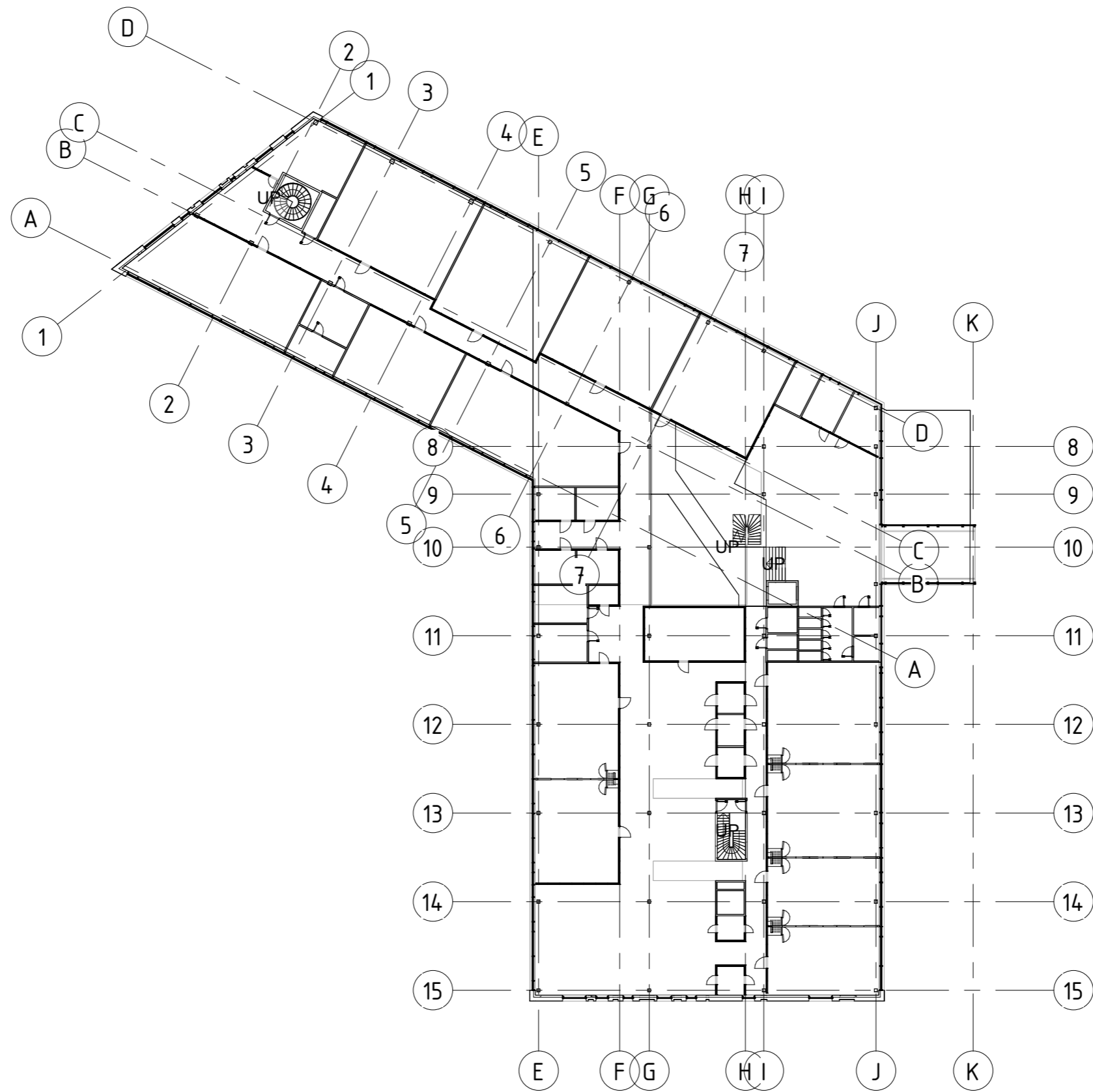


Project number	Prosjektnummer	A14
Date	Dato	
Drawn by	Author	
Checked by	Checker	
Scale		1 : 10

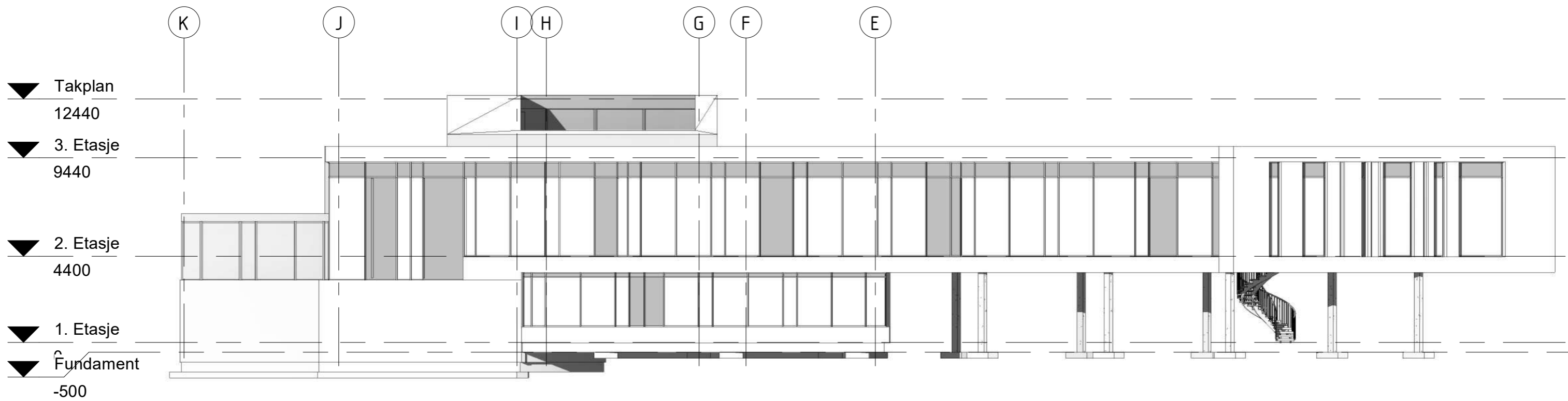


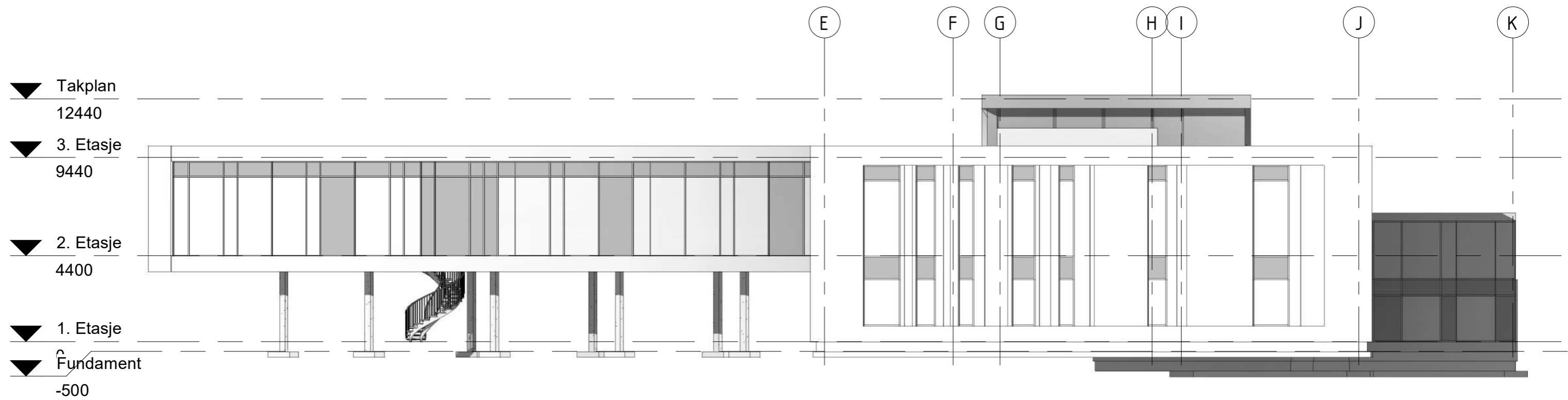


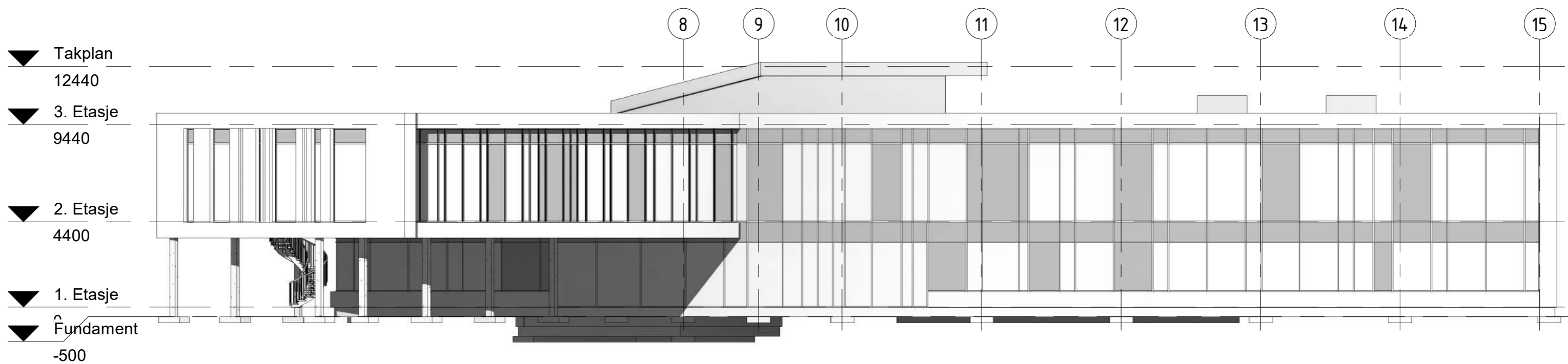
Project number	Prosjektnummer
Date	Dato
Drawn by	Author
Checked by	Checker

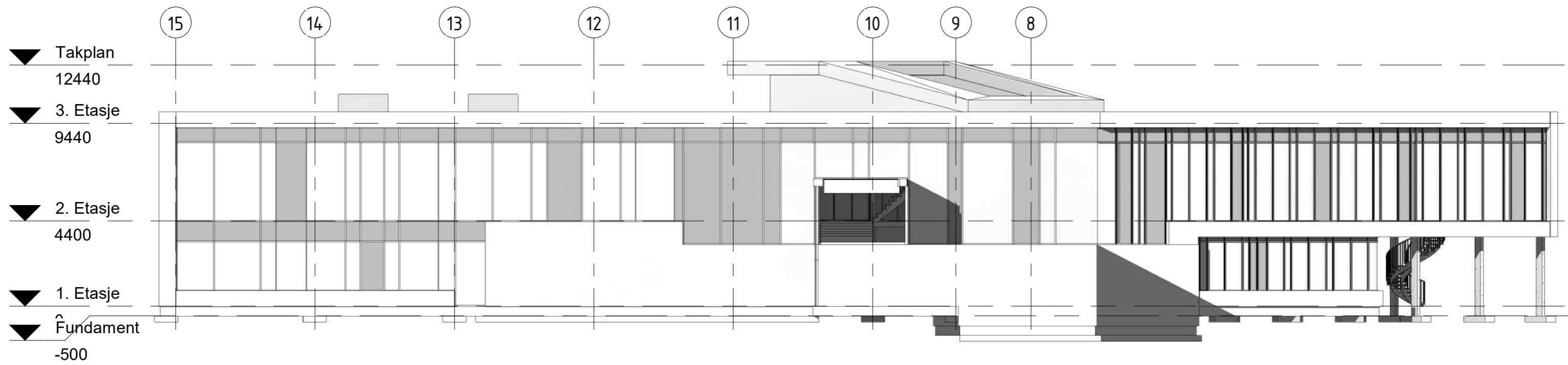


Project number	Prosjektnummer	A3	
Date	Dato		
Drawn by	Author		
Checked by	Checker		
		Scale	1 : 400

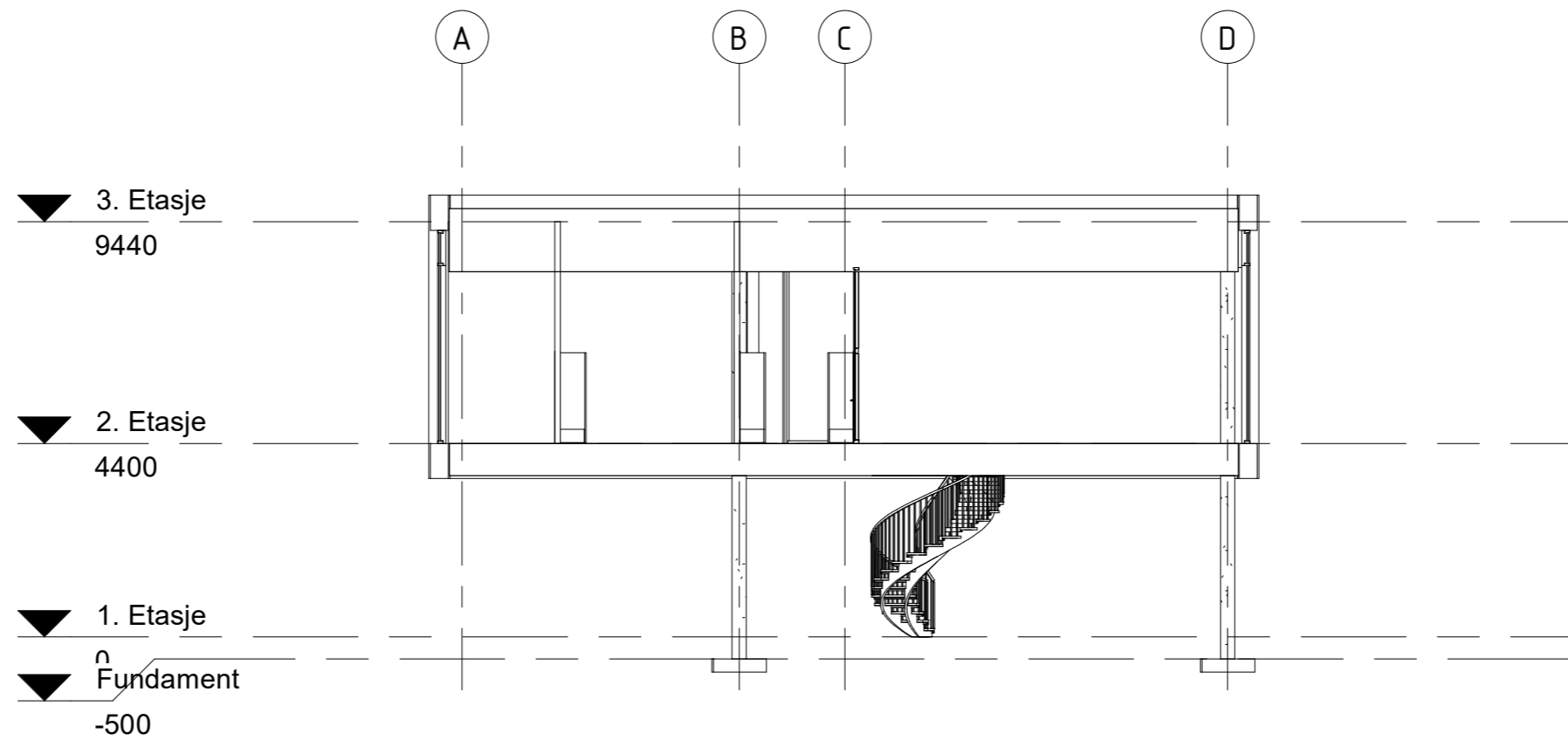


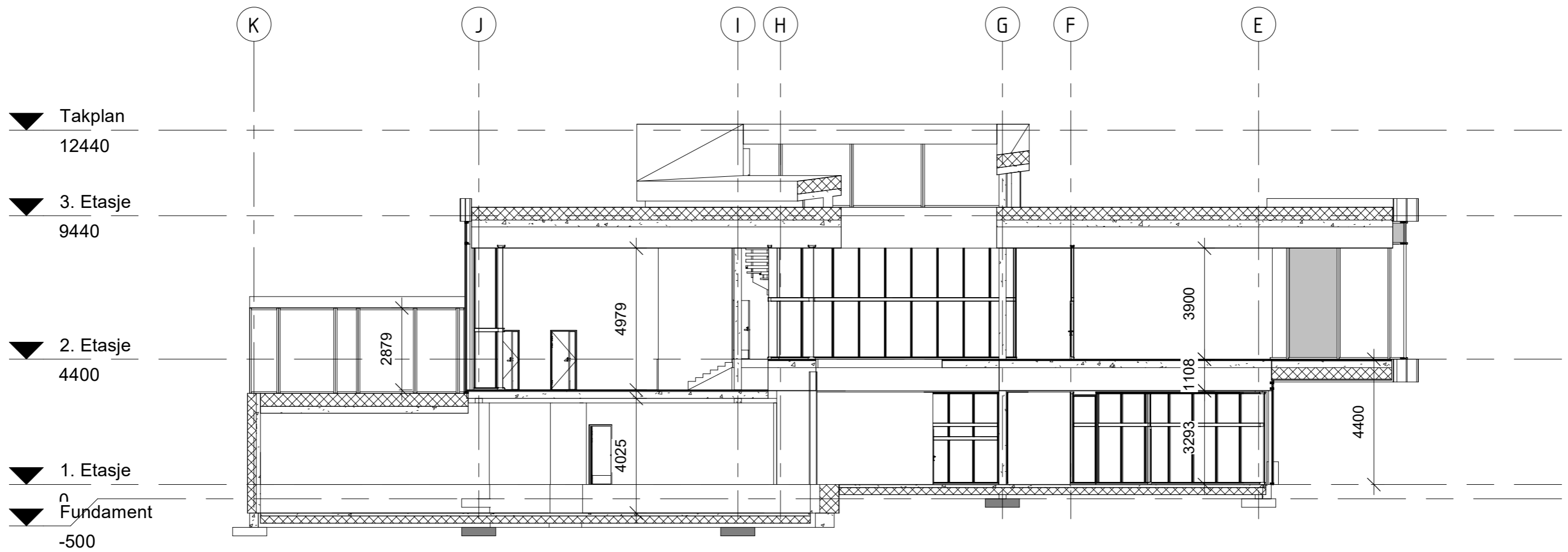




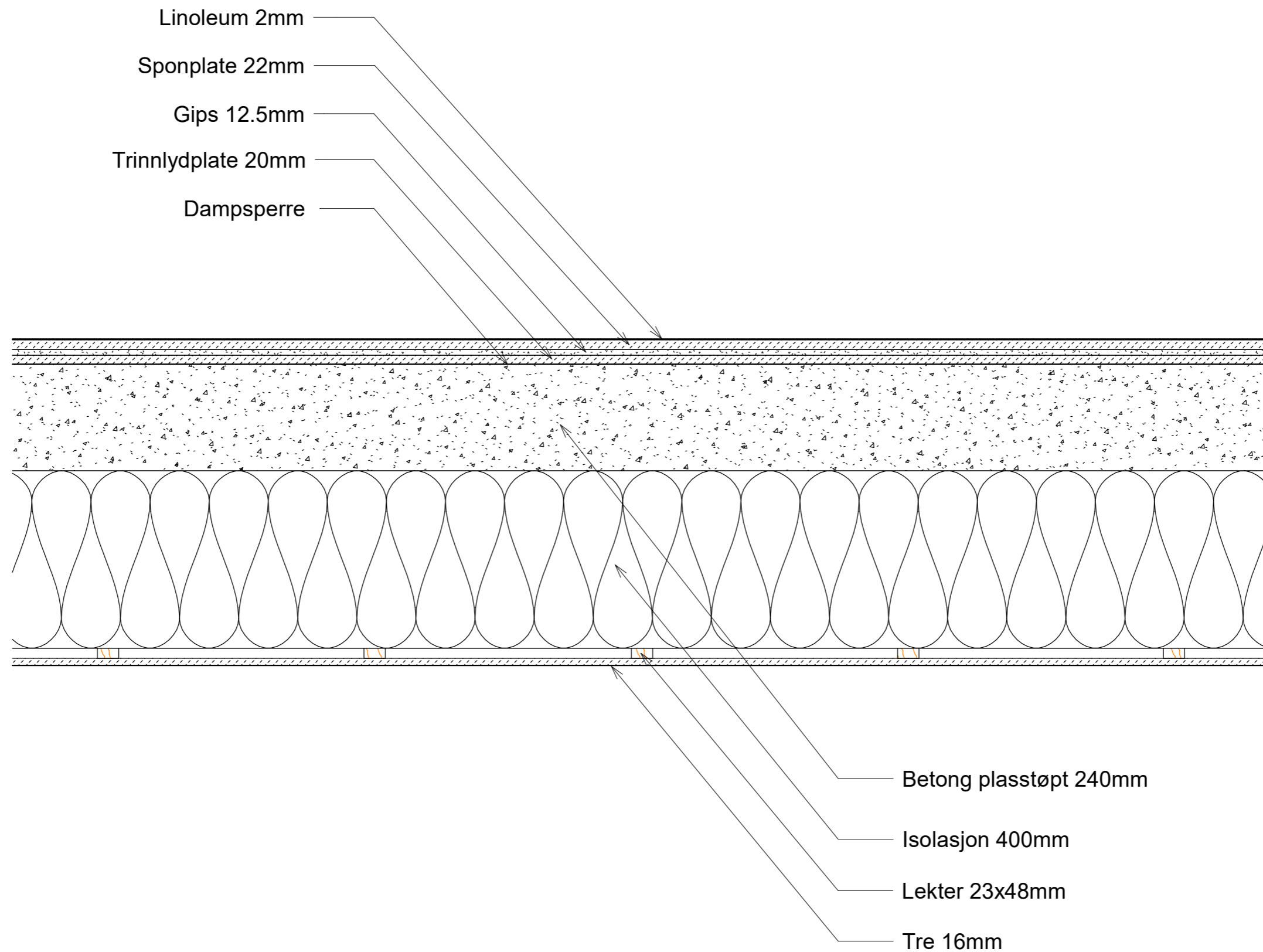


Project number	Prosjektnummer	A7
Date	Dato	
Drawn by	Author	
Checked by	Checker	
Scale		1 : 200

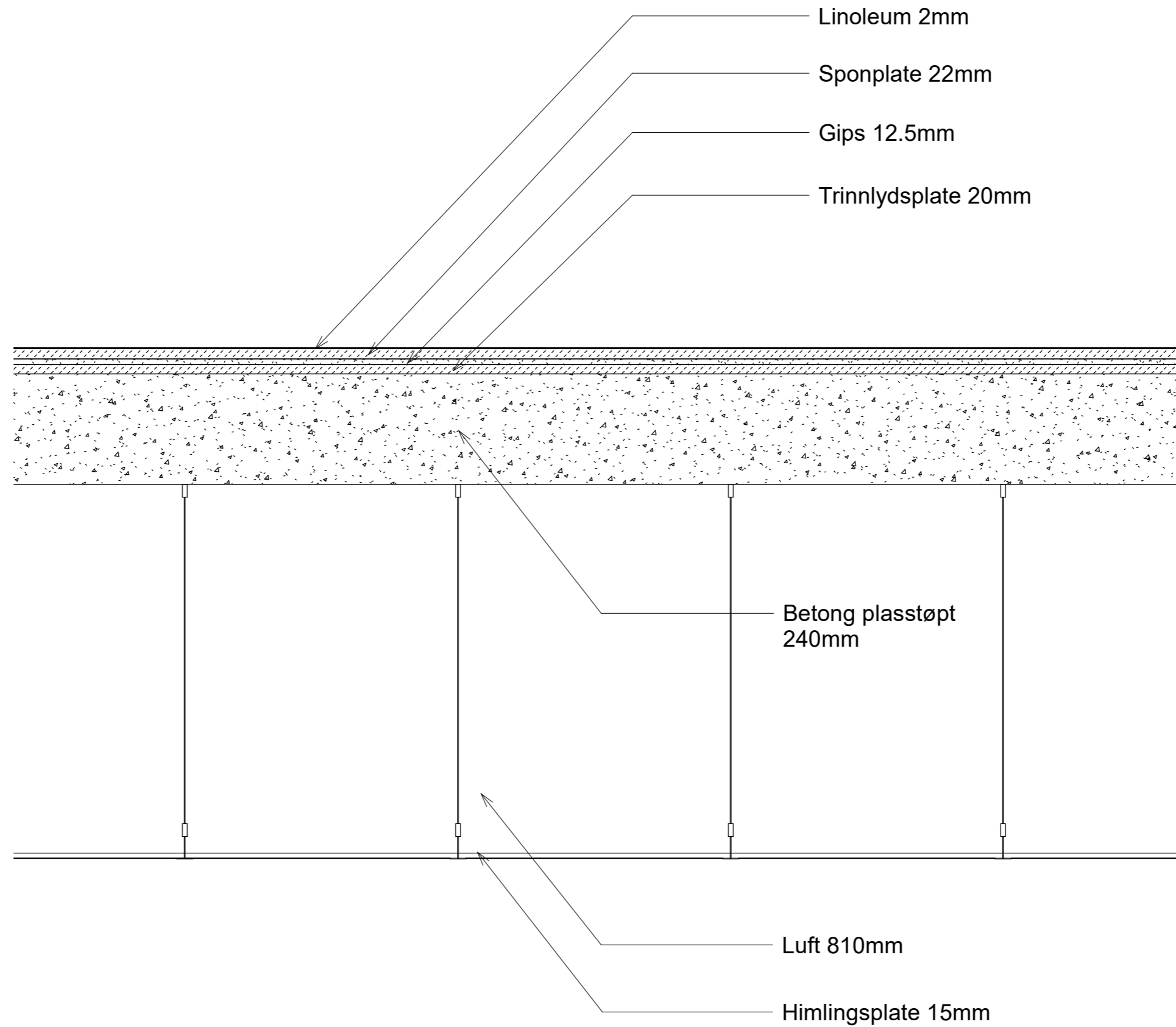


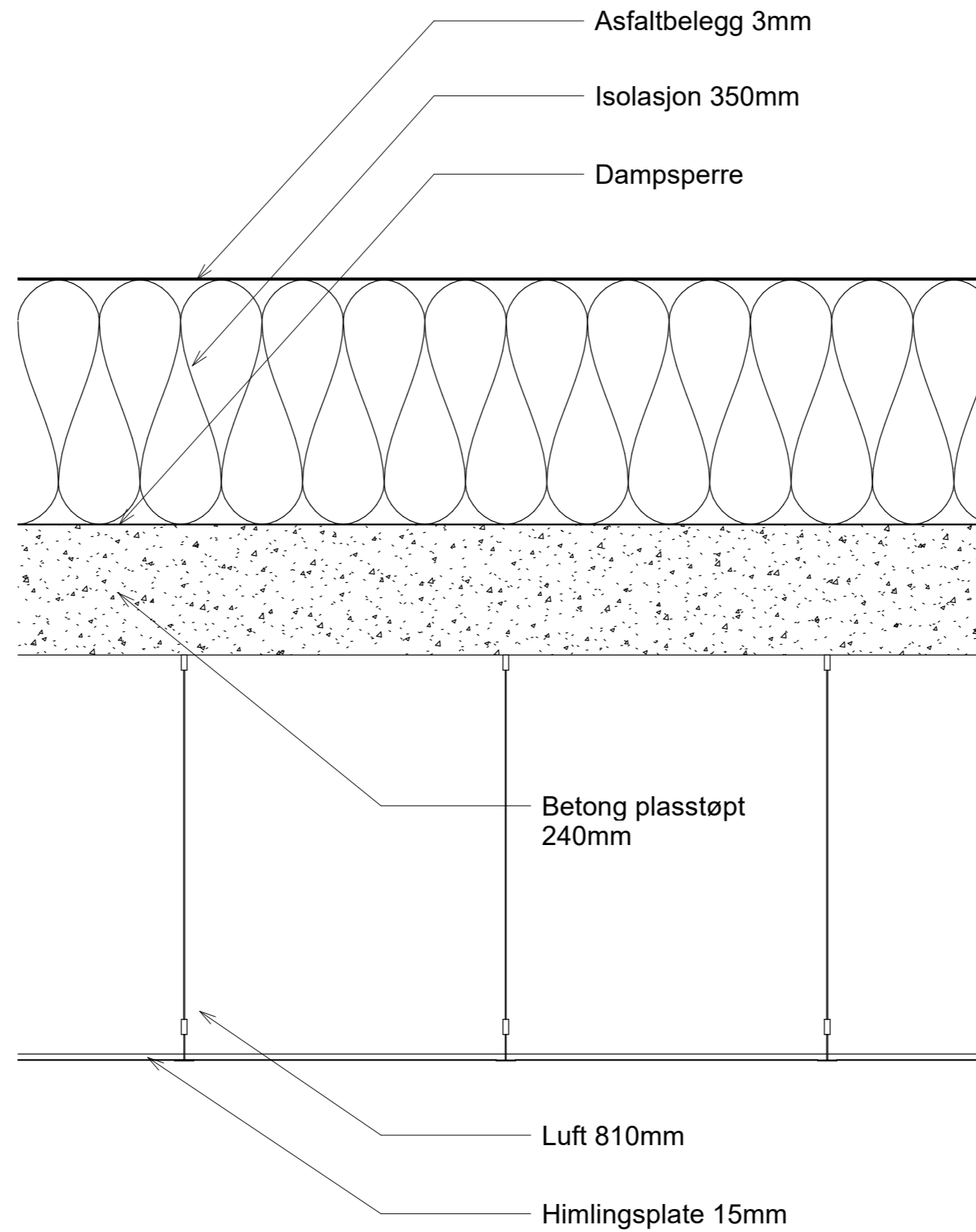


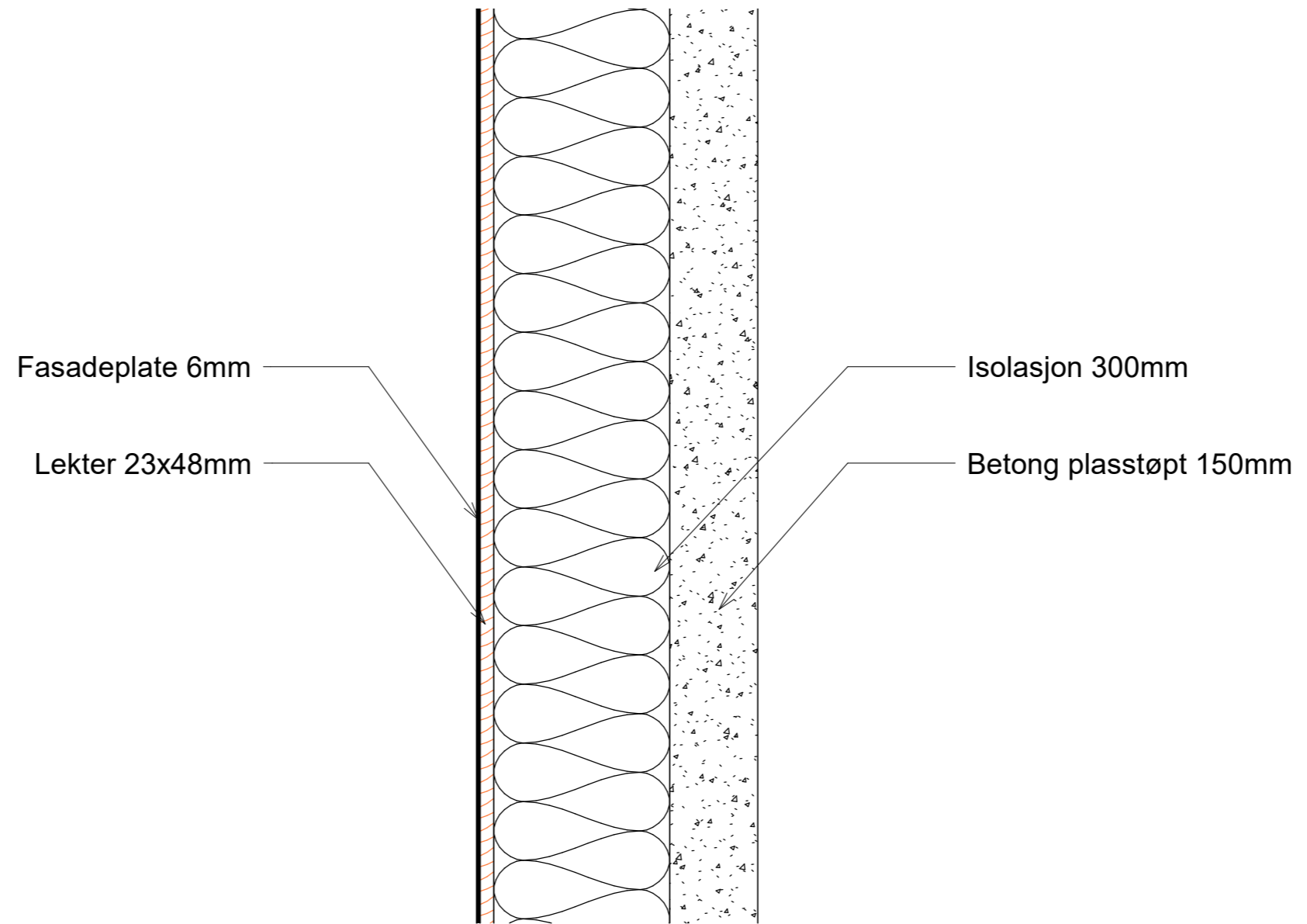
Project number	Prosjektnummer	A9
Date	Dato	
Drawn by	Author	
Checked by	Checker	
Scale		1 : 150



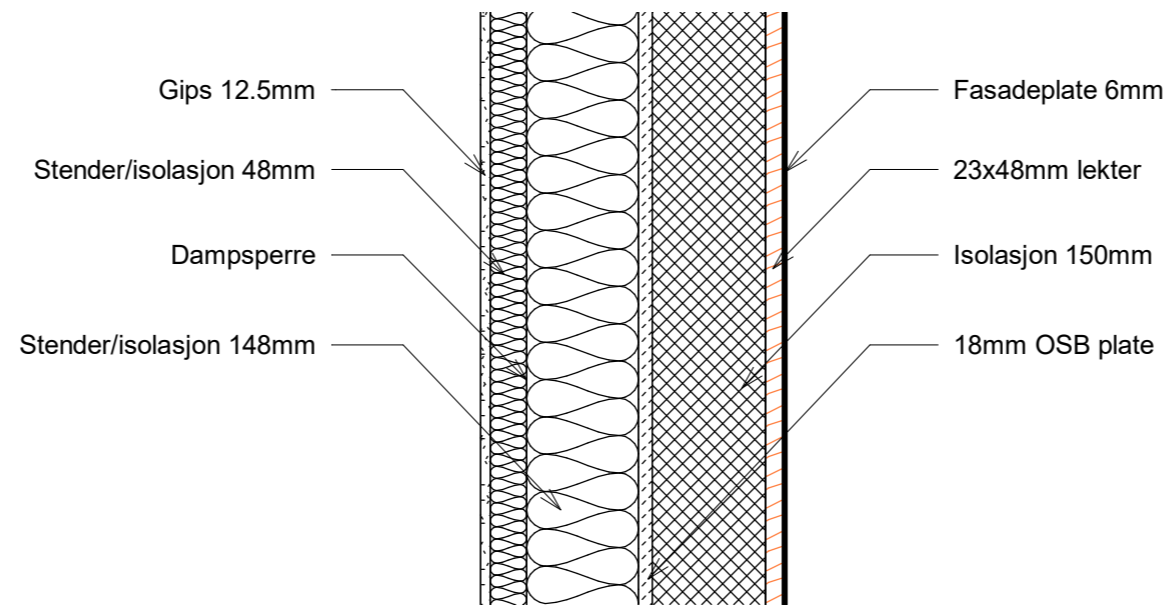
Project number	Prosjektnummer	A10	
Date	Dato		
Drawn by	Author		
Checked by	Checker		
		Scale	1 : 10







Project number	Prosjektnummer	A13
Date	Dato	
Drawn by	Author	
Checked by	Checker	
Scale		1 : 10



Project number	Prosjektnummer	A14	
Date	Dato		
Drawn by	Author		
Checked by	Checker		
		Scale	1 : 10

U-verdi beregning massivtreløsning

Yttervegg mot sør

Øvre grenseverdi

Sjikt	Tykkelse <i>m</i>	Konduktivitet (λ) $\frac{W}{mK}$	Varmemotstand (R)		
			$\frac{m^2K}{W}$		
			Felt a Isolasjons-felt	Felt b Påforings-felt	Felt c Innhuk-felt
Ventilert kledning og utvendig varmemotstand			0,130	0,130	0,130
Isolasjon	0,150	0,033	4,545	4,545	
Isolasjon innhuk	0,100	0,033	3,030	3,030	3,030
Massivtre	0,100	0,130	0,769	0,769	0,769
Dampsperre			0,030	0,030	0,030
Innvendig påforing	0,048	0,120		0,400	
Isolasjon	0,050	0,037	1,351		1,351
Gipsplate	13,000		0,060	0,060	0,060
Innvendig varmeovergangs-motstand			0,130	0,130	0,130
Sum varmemotstand			10,046	9,095	5,501
Andel av total konstruksjon			0,580	0,260	0,160

Total varmemotstand, øvre grenseverdi

$$R_{T\phi} = \frac{A_a + A_b + A_c}{\frac{A_a}{R_{Ta}} + \frac{A_b}{R_{Tb}} + \frac{A_c}{R_{Tc}}} = 8,665 \frac{m^2K}{W}$$

Nedre grenseverdi

Sjikt	Tykkelse <i>m</i>	Andel tre/luft	Andel isolasjon	λ Isolasjon $\frac{W}{mK}$	λ Tre $\frac{W}{mK}$	Varmemotstand (R) $\frac{m^2K}{W}$
Ventilert kledning og utvendig varmemotstand						0,130
Isolasjon med innhuk	0,150	0,160	0,840	0,033		5,411
Isolasjon	0,100			0,033		3,030
Massivtre	0,100				0,130	0,769
Dampsperre						0,030
Innvendig påføring og isolasjon	0,050	0,260	0,740	0,037	0,120	0,854
Gipsplate						0,060
Innvendig varmeovergangs-motstand						0,130
Sum varmemotstand, nedre grenseverdi R_{tn}						10,414

Total varmemotstand

$$R_T = \frac{(R_{T\phi} + R_{Tn})}{2} = 9,540 \frac{m^2K}{W}$$

U-verdi

$$U = \frac{1}{R_T + \Delta U} = 0,10 \frac{W}{m^2K}$$

Yttervegg mot nordvest

Øvre grenseverdi

Sjikt	Tykkelse <i>m</i>	Konduktivitet (λ) $\frac{W}{mK}$	Varmemotstand (R)		
				$\frac{m^2K}{W}$	
			Felt a Isolasjons-felt	Felt b Påforings-felt	Felt c Innhuk-felt
Ventilert kledning og utvendig varmemotstand			0,130	0,130	0,130
Isolasjon	0,150	0,033	4,545	4,545	
Isolasjon innhuk	0,100	0,033	3,030	3,030	3,030
Massivtre	0,100	0,130	0,769	0,769	0,769
Dampsperre			0,030	0,030	0,030
Innvendig påforing	0,048	0,120		0,400	
Isolasjon	0,050	0,037	1,351		1,351
Gipsplate	13,000		0,060	0,060	0,060
Innvendig varmeovergangs-motstand			0,130	0,130	0,130
Sum varmemotstand			10,046	9,095	5,501
Andel av total konstruksjon			0,670	0,260	0,070

Total varmemotstand, øvre verdi

$$R_{T\phi} = \frac{A_a + A_b + A_c}{\frac{A_a}{R_{Ta}} + \frac{A_b}{R_{Tb}} + \frac{A_c}{R_{Tc}}} = 9,259 \frac{m^2K}{W}$$

Nedre grenseverdi

Sjikt	Tykkelse <i>m</i>	Andel tre/luft	Andel isolasjon	λ Isolasjon $\frac{W}{mK}$	λ Tre $\frac{W}{mK}$	Varmemotstand (R) $\frac{m^2K}{W}$
Ventilert kledning og utvendig varmemotstand						0,130
Isolasjon med innhuk	0,150	0,070	0,930	0,033	0,000	4,888
Isolasjon	0,100			0,033		3,030
Massivtre	0,100				0,130	0,769
Dampsperre						0,030
Innvendig påføring og isolasjon	0,050	0,260	0,740	0,037	0,120	0,854
Gipsplate						0,060
Innvendig varmeovergangs-motstand						0,130
Sum varmemotstand, nedre grenseverdi R_{tn}						9,891

Total varmemotstand

$$R_T = \frac{(R_{T\emptyset} + R_{Tn})}{2} = 9,575 \frac{m^2K}{W}$$

U-verdi

$$U = \frac{1}{R_T + \Delta U} = 0,10 \frac{W}{m^2K}$$

Yttervegg mot terreng

Sjikt

	Tykkelse	Konduktivitet (λ)	Varmemotstand (R)
	m	$\frac{W}{mK}$	$\frac{m^2K}{W}$
Utvendig varmeovergangsmotstand			0,040
Utvendig puss	0,010	0,900	0,011
Isolasjon	0,300	0,038	7,895
Armert betong	0,150	2,400	0,063
Innvendig varmeovergangs-motstand			0,130

Total varmemotstand

$$R_T = 8,138 \frac{m^2K}{W}$$

U-verdi

$$U_{vegg,betong,friluft} = \frac{1}{R_T + \Delta U} = 0,123 \frac{W}{m^2K}$$

Ekvivalent U-verdi (terrengbidrag)

$$U_{vegg,betong,terreng} = 0,10 \frac{W}{m^2K}$$

Tak

Sjikt

	Tykkelse	Konduktivitet (λ)	Varmemotstand (R)
	m	$\frac{W}{mK}$	$\frac{m^2K}{W}$
Utvendig varmeovergangsmotstand			0,040
Takbelegg på rull			0,030
Isolasjon	0,350	0,036	9,722
dampsperre			0,030
Massivtre	0,320	0,130	2,462
Innvendig varmeovergangs-motstand			0,100

Total varmemotstand

$$R_T = 12,384 \frac{m^2K}{W}$$

U-verdi

$$U_{tak} = \frac{1}{R_T + \Delta U} = 0,081 \frac{W}{m^2K}$$

Gulv på grunn

Sjikt	Tykkelse m	Konduktivitet (λ) $\frac{W}{mK}$	Varmemotstand (R) $\frac{m^2K}{W}$
Utvendig varmeovergangsmotstand			0,040
Isolasjon	0,250	0,038	6,579
Dampsperre			0,030
Armert betong	0,100	2,400	0,042
Gulvbelegg			0,030
Innvendig varmeovergangs-motstand			0,170

Total varmemotstand

$$R_T = 6,891 \frac{m^2K}{W}$$

U-verdi

$$U_{gulv} = \frac{1}{R_T + \Delta U} = 0,15 \frac{W}{m^2K}$$

Karakteristisk bredde gulv

$$B = \frac{A}{0,5P} = 40,5$$

A
P

3724 m²
183,76 m

Ekvivalent U-verdi (terrengbidrag)

$$U_{gulv.ekv} = 0,068 \frac{W}{m^2K}$$

Gulv mot friluft

Sjikt	Tykkelse	Konduktivitet (λ)	Varmemotstand (R)
	m	$\frac{W}{mK}$	$\frac{m^2K}{W}$
Ventilert kledning og utvendig varmemotstand			0,130
Isolasjon	0,300	0,033	9,091
Massivtre	0,320	0,130	2,462
Fuktsperre			0,030
Armert betong	0,070	2,400	0,029
Trinnlydplate	0,020	0,070	0,286
gips			0,060
spon	0,022	0,140	0,157
Gulvbelegg			0,030
Innvendig varmeovergangs-motstand			0,170

Total varmemotstand

$$R_T = 12,444 \frac{m^2K}{W}$$

U-verdi

$$U_{gulv,friluft} = \frac{1}{R_T + \Delta U} = 0,080 \frac{W}{m^2K}$$

Glassfasade og vinduer

Materiale	Areal	U-verdi
	m^2	$\frac{W}{m^2K}$
Glass	922,480	0,500
Tettfelt	467,980	0,340
Ramme/losholt	109,800	1,500

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_p U_p + A_{Tj} U_{Tj}}{A_g + A_p + A_{Tj}} = 0,52 \frac{W}{m^2K}$$

U-verdi beregning betongløsning

Yttervegg mot sør

Øvre grenseverdi

Sjikt	Tykkelse m	Konduktivitet (λ) $\frac{W}{mK}$	Varmemotstand (R)	
			$\frac{m^2K}{W}$	
			Felt a Isolasjons-felt	Felt b Innhuk-felt
Ventilert kledning og utvendig varmemotstand			0,130	0,130
Isolasjon	0,150	0,033	4,545	
Isolasjon innhuk	0,150	0,033	4,545	4,545
Armert betong	0,150	2,400	0,063	0,063
Innvendig varmeovergangs-motstand			0,130	0,130
Sum varmemotstand			9,413	4,868
Andel av total konstruksjon			0,840	0,160

Total varmemotstand, øvre grenseverdi

$$R_{T\varnothing} = \frac{A_a + A_b}{\frac{A_a}{R_{Ta}} + \frac{A_b}{R_{Tb}}} = 8,190 \frac{m^2K}{W}$$

Nedre grenseverdi

Sjikt	Tykkelse <i>m</i>	Andel luft	Andel isolasjon	λ Isolasjon $\frac{W}{mK}$	λ Betong $\frac{W}{mK}$	Varmemotstand $\frac{m^2K}{W}$
Ventilert kledning og utvendig varmemotstand						0,130
Isolasjon med innhuk	0,150	0,160	0,840	0,033		5,411
Isolasjon	0,150			0,033		4,545
Armert betong	0,150				2,400	0,063
Innvendig varmeovergangs-motstand						0,130
Sum varmemotstand, nedre grenseverdi R_{tn}						10,279

Total varmemotstand

$$R_T = \frac{(R_{T\phi} + R_{Tn})}{2} = 9,235 \frac{m^2K}{W}$$

U-verdi

$$U = \frac{1}{R_T + \Delta U} = 0,11 \frac{W}{m^2K}$$

Yttervegg mot vest

Øvre grenseverdi

Sjikt	Tykkelse <i>m</i>	Konduktivitet (λ) $\frac{W}{mK}$	Varmemotstand (R)	
			$\frac{m^2K}{W}$	
			Felt a Isolasjons-felt	Felt b Innhuk-felt
Ventilert kledning og utvendig varmemotstand			0,130	0,130
Isolasjon	0,150	0,033	4,545	
Isolasjon innhuk	0,150	0,033	4,545	4,545
Armert betong	0,150	2,400	0,063	0,063
Innvendig varmeovergangs-motstand			0,130	0,130
Sum varmemotstand			9,413	4,868
Andel av total konstruksjon			0,930	0,070

Total varmemotstand, øvre verdi

$$R_{T\phi} = \frac{A_a + A_b + A_c}{\frac{A_a}{R_{Ta}} + \frac{A_b}{R_{Tb}} + \frac{A_c}{R_{Tc}}} = 8,836 \frac{m^2K}{W}$$

Nedre grenseverdi

Sjikt	Tykkelse <i>m</i>	Andel luft	Andel isolasjon	λ Isolasjon $\frac{W}{mK}$	λ Betong $\frac{W}{mK}$	Varmemotstand (R) $\frac{m^2K}{W}$
Ventilert kledning og utvendig varmemotstand						0,130
Isolasjon med innhuk	0,150	0,070	0,930	0,033		4,888
Isolasjon	0,150			0,033		4,545
Armert betong	0,150				2,400	0,063
Innvendig varmeovergangs-motstand						0,130
Sum varmemotstand, nedre grenseverdi R_{tn}						9,756

Total varmemotstand

$$R_T = \frac{(R_{T\phi} + R_{Tn})}{2} = 9,296 \frac{m^2K}{W}$$

U-verdi

$$U = \frac{1}{R_T + \Delta U} = 0,11 \frac{W}{m^2K}$$

Yttervegg mot terreng

Sjikt

	Tykkelse	Konduktivitet (λ)	Varmemotstand (R)
	m	$\frac{W}{mK}$	$\frac{m^2K}{W}$
Utvendig varmeovergangsmotstand			0,040
Utvendig puss	0,010	0,900	0,011
Isolasjon	0,300	0,038	7,895
Armert betong	0,150	2,400	0,063
Innvendig varmeovergangs-motstand			0,130

Total varmemotstand

$$R_T = 8,138 \frac{m^2K}{W}$$

U-verdi

$$U_{vegg,betong,friluft} = \frac{1}{R_T + \Delta U} = 0,12 \frac{W}{m^2K}$$

Ekvivalent U-verdi (terrengbidrag)

$$U_{vegg,betong,terreng} = 0,10 \frac{W}{m^2K}$$

Tak

Sjikt

	Tykkelse	Konduktivitet (λ)	Varmemotstand (R)
	m	$\frac{W}{mK}$	$\frac{m^2K}{W}$
Utvendig varmeovergangsmotstand			0,040
Takbelegg på rull			0,030
Isolasjon	0,450	0,036	12,500
dampsperre			0,030
Armert betong	0,240	2,400	0,100
Innvendig varmeovergangs-motstand			0,100

Total varmemotstand

$$R_T = 12,800 \frac{m^2K}{W}$$

U-verdi

$$U_{tak} = \frac{1}{R_T + \Delta U} = 0,078 \frac{W}{m^2K}$$

Gulv på grunn

Sjikt

Tykkelse Konduktivitet (λ) Varmemotstand (R)

	m	$\frac{W}{mK}$	$\frac{m^2K}{W}$
Utvendig varmeovergangsmotstand			0,040
Isolasjon	0,250	0,038	6,579
Dampsperre			0,030
Armert betong	0,100	2,400	0,042
Gulvbelegg			0,030
Innvendig varmeovergangs-motstand			0,170

Total varmemotstand

$$R_T = 6,891 \frac{m^2K}{W}$$

U-verdi

$$U_{gulv} = \frac{1}{R_T + \Delta U} = 0,15 \frac{W}{m^2K}$$

Karakteristis bredde gulv

$$B = \frac{A}{0,5P} =$$

40,53

A
P

3724 m²
183,76 m

Ekvivalent U-verdi (terrengbidrag)

$$U_{gulv.ekv} = \frac{1}{R_T + \Delta U} = 0,068 \frac{W}{m^2K}$$

Gulv mot friluft

Sjikt	Tykkelse	Konduktivitet (λ)	Varmemotstand (R)
	m	$\frac{W}{mK}$	$\frac{m^2K}{W}$
Ventilert kledning og utvendig varmemotstand			0,130
Isolasjon	0,400	0,033	12,121
Armert betong	0,240	2,400	0,100
Fuktsperre			0,030
Trinnlydplate	0,020	0,070	0,286
gips			0,060
spon	0,022	0,140	0,157
Gulvbelegg			0,030
Innvendig varmeovergangs-motstand			0,170

Total varmemotstand

$$R_T = 13,084 \frac{m^2K}{W}$$

U-verdi

$$U_{gulv,friluft} = \frac{1}{R_T + \Delta U} = 0,076 \frac{W}{m^2K}$$

Glassfasade og vinduer

Materiale	Areal	U-verdi
	m^2	$\frac{W}{m^2K}$
Glass	922,480	0,500
Tettfelt	467,980	0,340
Ramme/losholt	109,800	1,500

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_p U_p + A_{Tj} U_{Tj}}{A_g + A_p + A_{Tj}} = 0,52 \frac{W}{m^2K}$$

Yttervegg i bindingsverk

Øvre grenseverdi

Sjikt	Tykkelse <i>m</i>	Konduktivitet (λ) $\frac{W}{mK}$	Varmemotstand (R)	
			$\frac{m^2K}{W}$	
			Felt a Isolasjonsfelt	Felt b Stenderfelt
Ventilert kledning og utvendig varmemotstand			0,130	0,130
Isolasjon	0,150	0,033	4,545	4,545
osb plate			0,100	0,100
Isolasjon	0,148	0,037	4,000	
Stender	0,148	0,120		1,233
Dampsperre			0,030	0,030
Isolasjon	0,050	0,037	1,351	
Påforing	0,048	0,120		0,400
Gipsplate			0,060	0,060
Innvendig varmeovergangsmotstand			0,130	0,130
Sum varmemotstand			10,347	6,629
Andel av total konstruksjon			0,780	0,220

Total varmemotstand, øvre verdi

$$R_{T\emptyset} = \frac{A_a + A_b + A_c}{\frac{A_a}{R_{Ta}} + \frac{A_b}{R_{Tb}} + \frac{A_c}{R_{Tc}}} = 9,210 \frac{m^2K}{W}$$

Nedre grenseverdi

Sjikt	Tykkelse <i>m</i>	Andel tre	Andel isolasjon	λ Isolasjon $\frac{W}{mK}$	λ Tre $\frac{W}{mK}$	Varmemotstand (R) $\frac{m^2K}{W}$
Ventilert kledning og utvendig varmemotstand						0,130
isolasjon	0,150			0,033		4,545
Osب plate						0,100
isolasjon og stendersjikt	0,148	0,220	0,780	0,037	0,120	2,678
Dampsperre						0,030
påføring og isolasjonssjikt	0,048	0,220	0,780	0,037	0,120	0,869
Gipsplate						0,060
innvendig varmeovergangsmotstand						0,130
Sum varmemotstand, nedre grenseverdi R_{tn}						8,542

Total varmemotstand

$$R_T = \frac{(R_{T\phi} + R_{Tn})}{2} = 8,876 \frac{m^2K}{W}$$

U-verdi

$$U = \frac{1}{R_T + \Delta U} = 0,11 \frac{W}{m^2K}$$

Entity	Project name	Design	Indicator name								
Joachim	Mediehus Volda	3 Referat	Klimagassutslipp, NS 3720								
Avsnitt	Ressurs	Brukerin	Enh	Klimag	Biogent	Masse	kj	Komment	Bygningsdel	Datakilde	Transformasjonsprosess
A1-A3	Forsterkning stål (arme	11901	kg	7418	0	11901			216 - Direkte fu	One Click L	
A1-A3	Betong, B35 M45/MF45	182865	kg	20572	0	182865			216 - Direkte fu	One Click L	
A1-A3				27990		194766			216 - Direkte fu		
A4	Forsterkning stål (arme	11901	kg	50		1309			216 - Direkte fu	One Click L	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Betong, B35 M45/MF45	182865	kg	1664		0			216 - Direkte fu	One Click L	Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4				1714		1309			216 - Direkte fu		
A5	Forsterkning stål (arme	11901	kg	367		1218			216 - Direkte fu	One Click L	
A5	Betong, B35 M45/MF45	182865	kg	971		14629			216 - Direkte fu	One Click L	
A5				1337		15847			216 - Direkte fu		
C1-C4	Forsterkning stål (arme	11901	kg	92					216 - Direkte fu	One Click L	Stålavfall
C1-C4	Betong, B35 M45/MF45	182865	kg	2028					216 - Direkte fu	One Click L	Muravfall
C1-C4				2120					216 - Direkte fu		
D	Forsterkning stål (arme	11901	kg	-1760		1012			216 - Direkte fu	One Click L	Fordeler med resirkulering av stål
D	Betong, B35 M45/MF45	182865	kg	-20024		685744			216 - Direkte fu	One Click L	Fordeler med resirkulering av muravfall
D				33162		211922			216 - Direkte fu		
A1-A3	Forsterkning stål (arme	774	kg	482	0	774			222 - Søyler	One Click L	
A1-A3	Strukturelle hule stålprc	2451	kg	8862	0	2451	Square H	222 - Søyler	One Click L		
A1-A3	Betong, B45 M40/MF40	9331	kg	1205	0	9331			222 - Søyler	One Click L	
A1-A3				10549		12556			222 - Søyler		
A4	Forsterkning stål (arme	774	kg	3		85			222 - Søyler	One Click L	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Strukturelle hule stålprc	2451	kg	10		270	Square H	222 - Søyler	One Click L	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate	
A4	Betong, B45 M40/MF40	9331	kg	85		0			222 - Søyler	One Click L	Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4				98		355			222 - Søyler		
A5	Forsterkning stål (arme	774	kg	24		79			222 - Søyler	One Click L	
A5	Strukturelle hule stålprc	2451	kg	293		171	Square H	222 - Søyler	One Click L		
A5	Betong, B45 M40/MF40	9331	kg	56		746			222 - Søyler	One Click L	
A5				373		996			222 - Søyler		
C1-C4	Forsterkning stål (arme	774	kg	6					222 - Søyler	One Click L	Stålavfall
C1-C4	Strukturelle hule stålprc	2451	kg	19			Square H	222 - Søyler	One Click L	Stålavfall	
C1-C4	Betong, B45 M40/MF40	9331	kg	103					222 - Søyler	One Click L	Muravfall
C1-C4				128					222 - Søyler		
D	Forsterkning stål (arme	774	kg	-114		66			222 - Søyler	One Click L	Fordeler med resirkulering av stål
D	Strukturelle hule stålprc	2451	kg	-3263		1875	Square H	222 - Søyler	One Click L	Fordeler med resirkulering av stål	
D	Betong, B45 M40/MF40	9331	kg	-1798		61585			222 - Søyler	One Click L	Fordeler med resirkulering av muravfall
D				11149		13907			222 - Søyler		
A1-A3	Forsterkning stål (arme	8040	kg	5011	0	8040			223 - Bjelker	One Click L	

A1-A3	Strukturelle stålprofiler,	16200 kg	33636	0	16200	I-beam, S	223 - Bjelker	One Click LC
A1-A3	Betong, B45 M40/MF40	98640 kg	12741	0	98640		223 - Bjelker	One Click LC
A1-A3			51388		122880		223 - Bjelker	
A4	Forsterkning stål (arme	8040 kg	34		884		223 - Bjelker	One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Strukturelle stålprofiler,	16200 kg	68		1782	I-beam, S	223 - Bjelker	One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Betong, B45 M40/MF40	98640 kg	898		0		223 - Bjelker	One Click LC Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4			1000		2666		223 - Bjelker	
A5	Forsterkning stål (arme	8040 kg	248		823		223 - Bjelker	One Click LC
A5	Strukturelle stålprofiler,	16200 kg	1116		1128	I-beam, S	223 - Bjelker	One Click LC
A5	Betong, B45 M40/MF40	98640 kg	589		7891		223 - Bjelker	One Click LC
A5			1953		9842		223 - Bjelker	
C1-C4	Forsterkning stål (arme	8040 kg	62				223 - Bjelker	One Click LC Stålavfall
C1-C4	Strukturelle stålprofiler,	16200 kg	126			I-beam, S	223 - Bjelker	One Click LC Stålavfall
C1-C4	Betong, B45 M40/MF40	98640 kg	1094				223 - Bjelker	One Click LC Muravfall
C1-C4			1282				223 - Bjelker	
D	Forsterkning stål (arme	8040 kg	-1189		683		223 - Bjelker	One Click LC Fordeler med resirkulering av stål
D	Strukturelle stålprofiler,	16200 kg	-9584		5508	I-beam, S	223 - Bjelker	One Click LC Fordeler med resirkulering av stål
D	Betong, B45 M40/MF40	98640 kg	-19010		651024		223 - Bjelker	One Click LC Fordeler med resirkulering av muravfall
D			55623		135388		223 - Bjelker	
A1-A3	Høvellast, bartre (Treinc	14 m2	184	2292	1458	Quantity a	231 - Bærende	Structural tir
A1-A3	Water-borne interior pa	16 kg	5	0	16	For inner v	231 - Bærende	EPD RTS EI
A1-A3	Høvellast, bartre (Treinc	27 m2	355	4419	2812	Quantity a	231 - Bærende	Structural tir
A1-A3	Water-borne interior pa	31 kg	10	0	31	For inner v	231 - Bærende	EPD RTS EI
A1-A3	Høvellast, bartre (Treinc	65 m2	165	2059	1310	Quantity a	231 - Bærende	Structural tir
A1-A3	Høvellast, bartre (Treinc	95 m2	997	12415	7900	Quantity a	231 - Bærende	Structural tir
A1-A3	Glassull isolasjonsplate	103 m2	114	0	644	Quantity a	231 - Bærende	One Click LC
A1-A3	Perforert murblokk, lav	114 m2	2669	0	17556	498x200x12	231 - Bærende	Leca Univer
A1-A3	Finishing wall mortars, l	117 m2	1464	0	2457		231 - Bærende	MDEGD_FD
A1-A3	Dampsperre i plast, 0.2	117 m2	50	0	22		231 - Bærende	Gram Damp
A1-A3	Utvendig-X typ EH2 (Gl	117 m2	200	0	798		231 - Bærende	Windliner - >
A1-A3	Glassull isolasjonsplate	207 m2	230	0	1294	Quantity a	231 - Bærende	One Click LC
A1-A3	Betong, B35 M45/MF45	234 m2	12636	0	112320		231 - Bærende	One Click LC
A1-A3	Utvendig-X typ EH2 (Gl	234 m2	399	0	1596		231 - Bærende	Windliner - >
A1-A3	Glassull isolasjonsplate	723 m2	643	0	3615	Quantity a	231 - Bærende	One Click LC
A1-A3	Glassull isolasjonsplate	753 m2	167	0	941	Quantity a	231 - Bærende	One Click LC
A1-A3	Gipsplater, vanlig, gene	818 m2	2361	0	9124		231 - Bærende	One Click LC
A1-A3	Dampsperre i plast, 0.2	818 m2	348	0	151		231 - Bærende	Gram Damp
A1-A3	Utvendig-X typ EH2 (Gl	818 m2	1395	0	5580		231 - Bærende	Windliner - >
A1-A3	Masonry mortar, light, 1	2923 kg	1537	0	2923	Assumed	231 - Bærende	EPD Mineral
A1-A3	Forsterkning stål (arme	3975 kg	2478	0	3975	Estimated	231 - Bærende	One Click LC

A1-A3		28407	21185	176524	231 - Bærende
A4	Høvellast, bartre (Treinc	14 m2	7	0	Quantity a; 231 - Bærende Structural tir Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Water-borne interior pa	16 kg	0	0	For inner v 231 - Bærende EPD RTS EI Stor varebil, 9 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Høvellast, bartre (Treinc	27 m2	14	0	Quantity a; 231 - Bærende Structural tir Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Water-borne interior pa	31 kg	0	0	For inner v 231 - Bærende EPD RTS EI Stor varebil, 9 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Høvellast, bartre (Treinc	65 m2	7	0	Quantity a; 231 - Bærende Structural tir Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Høvellast, bartre (Treinc	95 m2	39	0	Quantity a; 231 - Bærende Structural tir Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Glassull isolasjonsplate	103 m2	2	45	Quantity a; 231 - Bærende One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Perforert murblokk, lav	114 m2	47	0	498x200x1231 - Bærende Leca Univer: Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Finishing wall mortars, l	117 m2	7	172	231 - Bærende MDEGD_FD Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Dampsperre i plast, 0.2	117 m2	0	2	231 - Bærende Gram Damp Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Utvendig-X typ EH2 (Gl	117 m2	2	56	231 - Bærende Windliner - > Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Glassull isolasjonsplate	207 m2	3	91	Quantity a; 231 - Bærende One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Betong, B35 M45/MF45	234 m2	1022	0	231 - Bærende One Click LC Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Utvendig-X typ EH2 (Gl	234 m2	4	112	231 - Bærende Windliner - > Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Glassull isolasjonsplate	723 m2	10	253	Quantity a; 231 - Bærende One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Glassull isolasjonsplate	753 m2	3	66	Quantity a; 231 - Bærende One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Gipsplater, vanlig, gene	818 m2	24	639	231 - Bærende One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Dampsperre i plast, 0.2	818 m2	1	17	231 - Bærende Gram Damp Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Utvendig-X typ EH2 (Gl	818 m2	15	391	231 - Bærende Windliner - > Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Masonry mortar, light, 1	2923 kg	8	205	Assumed ! 231 - Bærende EPD Mineral Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arme	3975 kg	17	437	Estimated 231 - Bærende One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			1232	2484	231 - Bærende
A5	Høvellast, bartre (Treinc	14 m2	67	522	Quantity a; 231 - Bærende Structural tir
A5	Water-borne interior pa	16 kg	1	3	For inner v 231 - Bærende EPD RTS EI
A5	Høvellast, bartre (Treinc	27 m2	129	1007	Quantity a; 231 - Bærende Structural tir
A5	Water-borne interior pa	31 kg	1	6	For inner v 231 - Bærende EPD RTS EI
A5	Høvellast, bartre (Treinc	65 m2	60	469	Quantity a; 231 - Bærende Structural tir
A5	Høvellast, bartre (Treinc	95 m2	363	2828	Quantity a; 231 - Bærende Structural tir
A5	Glassull isolasjonsplate	103 m2	12	107	Quantity a; 231 - Bærende One Click LC
A5	Perforert murblokk, lav	114 m2	207	2633	498x200x1231 - Bærende Leca Univer:
A5	Finishing wall mortars, l	117 m2	192	661	231 - Bærende MDEGD_FD
A5	Dampsperre i plast, 0.2	117 m2	5	5	231 - Bærende Gram Damp
A5	Utvendig-X typ EH2 (Gl	117 m2	27	206	231 - Bærende Windliner - >
A5	Glassull isolasjonsplate	207 m2	23	214	Quantity a; 231 - Bærende One Click LC
A5	Betong, B35 M45/MF45	234 m2	596	8986	231 - Bærende One Click LC
A5	Utvendig-X typ EH2 (Gl	234 m2	53	413	231 - Bærende Windliner - >
A5	Glassull isolasjonsplate	723 m2	65	599	Quantity a; 231 - Bærende One Click LC
A5	Glassull isolasjonsplate	753 m2	17	156	Quantity a; 231 - Bærende One Click LC
A5	Gipsplater, vanlig, gene	818 m2	348	2361	231 - Bærende One Click LC
A5	Dampsperre i plast, 0.2	818 m2	35	32	231 - Bærende Gram Damp

A5	Utvendig-X typ EH2 (Gl	818 m2	186	1444	231 - Bærende	Windliner - >
A5	Masonry mortar, light, 1	2923 kg	202	787	Assumed ! 231 - Bærende	EPD Mineral
A5	Forsterkning stål (arme	3975 kg	122	407	Estimated 231 - Bærende	One Click LC
A5			2711	23845	231 - Bærende	
B4-B5	Water-borne interior pa	16 kg	29	160	For inner v 231 - Bærende	EPD RTS EI
B4-B5	Water-borne interior pa	31 kg	56	310	For inner v 231 - Bærende	EPD RTS EI
B4-B5	Dampspærre i plast, 0.2	117 m2	51	46	231 - Bærende	Gram Damp
B4-B5	Dampspærre i plast, 0.2	818 m2	355	319	231 - Bærende	Gram Damp
B4-B5			490	835	231 - Bærende	
C1-C4	Høvellast, bartre (Treinc	14 m2	183		Quantity a 231 - Bærende	Structural tir Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Water-borne interior pa	16 kg	0		For inner v 231 - Bærende	EPD RTS EI Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Høvellast, bartre (Treinc	27 m2	353		Quantity a 231 - Bærende	Structural tir Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Water-borne interior pa	31 kg	0		For inner v 231 - Bærende	EPD RTS EI Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Høvellast, bartre (Treinc	65 m2	164		Quantity a 231 - Bærende	Structural tir Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Høvellast, bartre (Treinc	95 m2	992		Quantity a 231 - Bærende	Structural tir Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Glassull isolasjonsplate	103 m2	28		Quantity a 231 - Bærende	One Click LC Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Perforert murblokk, lav	114 m2	48	498x200x1231	Bærende	Leca Univer: Preparation of construction waste
C1-C4	Finishing wall mortars, l	117 m2	7		231 - Bærende	MDEGD_FD Preparation of construction waste
C1-C4	Dampspærre i plast, 0.2	117 m2	1		231 - Bærende	Gram Damp Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Utvendig-X typ EH2 (Gl	117 m2	11		231 - Bærende	Windliner - > Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Glassull isolasjonsplate	207 m2	56		Quantity a 231 - Bærende	One Click LC Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Betong, B35 M45/MF45	234 m2	1246		231 - Bærende	One Click LC Muravfall
C1-C4	Utvendig-X typ EH2 (Gl	234 m2	22		231 - Bærende	Windliner - > Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Glassull isolasjonsplate	723 m2	158		Quantity a 231 - Bærende	One Click LC Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Glassull isolasjonsplate	753 m2	41		Quantity a 231 - Bærende	One Click LC Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Gipsplater, vanlig, gene	818 m2	398		231 - Bærende	One Click LC Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Dampspærre i plast, 0.2	818 m2	7		231 - Bærende	Gram Damp Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Utvendig-X typ EH2 (Gl	818 m2	76		231 - Bærende	Windliner - > Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Masonry mortar, light, 1	2923 kg	8		Assumed ! 231 - Bærende	EPD Mineral Preparation of construction waste
C1-C4	Forsterkning stål (arme	3975 kg	31		Estimated 231 - Bærende	One Click LC Stålavfall
C1-C4			3828		231 - Bærende	
D	Høvellast, bartre (Treinc	14 m2	-1099	1458	Quantity a 231 - Bærende	Structural tir Incineration of wood D
D	Høvellast, bartre (Treinc	27 m2	-2119	2812	Quantity a 231 - Bærende	Structural tir Incineration of wood D
D	Høvellast, bartre (Treinc	65 m2	-988	1310	Quantity a 231 - Bærende	Structural tir Incineration of wood D
D	Høvellast, bartre (Treinc	95 m2	-5954	7900	Quantity a 231 - Bærende	Structural tir Incineration of wood D
D	Perforert murblokk, lav	114 m2	-461	15800	498x200x1231 - Bærende	Leca Univer: Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Betong, B35 M45/MF45	234 m2	-12299	421200	231 - Bærende	One Click LC Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Masonry mortar, light, 1	2923 kg	-37	-2338	Assumed ! 231 - Bærende	EPD Mineral Crushed stone
D	Forsterkning stål (arme	3975 kg	-588	338	Estimated 231 - Bærende	One Click LC Fordeler med resirkulering av stål
D					231 - Bærende	
			36668	21185	203688	231 - Bærende

A1-A3	Høvellast, bartre (Treinc	21 m2	13	166	106	Quantity a	235 - Utvendig	Structural tir
A1-A3	Cement-composite façade	234 m2	687	0	4844		235 - Utvendig	EPD Grossfr
A1-A3	Masonry mortar, light, 1	28056 kg	14752	0	28056	Assumed	235 - Utvendig	EPD Mineral
A1-A3	Bricks, 226x104x60, 22	104742 kg	3889	0	104742	Assumed	235 - Utvendig	Bricks Wien
A1-A3			19342	166	137748		235 - Utvendig	
A4	Høvellast, bartre (Treinc	21 m2	1		0	Quantity a	235 - Utvendig	Structural tir Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Cement-composite façade	234 m2	13		339		235 - Utvendig	EPD Grossfr Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Masonry mortar, light, 1	28056 kg	75		1964	Assumed	235 - Utvendig	EPD Mineral Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Bricks, 226x104x60, 22	104742 kg	281		7332	Assumed	235 - Utvendig	Bricks Wien Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			369		9635		235 - Utvendig	
A5	Høvellast, bartre (Treinc	21 m2	5		38	Quantity a	235 - Utvendig	Structural tir
A5	Cement-composite façade	234 m2	46		501		235 - Utvendig	EPD Grossfr
A5	Masonry mortar, light, 1	28056 kg	1938		7550	Assumed	235 - Utvendig	EPD Mineral
A5	Bricks, 226x104x60, 22	104742 kg	267		10841	Assumed	235 - Utvendig	Bricks Wien
A5			2255		18930		235 - Utvendig	
C1-C4	Høvellast, bartre (Treinc	21 m2	13			Quantity a	235 - Utvendig	Structural tir Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Cement-composite façade	234 m2	211				235 - Utvendig	EPD Grossfr Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Masonry mortar, light, 1	28056 kg	77			Assumed	235 - Utvendig	EPD Mineral Preparation of construction waste
C1-C4	Bricks, 226x104x60, 22	104742 kg	1162			Assumed	235 - Utvendig	Bricks Wien Murstein
C1-C4			1463				235 - Utvendig	
D	Høvellast, bartre (Treinc	21 m2	-80		106	Quantity a	235 - Utvendig	Structural tir Incineration of wood D
D	Masonry mortar, light, 1	28056 kg	-354		-22445	Assumed	235 - Utvendig	EPD Mineral Crushed stone
D	Bricks, 226x104x60, 22	104742 kg	-1321		-83794	Assumed	235 - Utvendig	Bricks Wien Crushed stone
D							235 - Utvendig	
			23429	166	166312		235 - Utvendig	
A1-A3	Water-borne interior pa	37 kg	12	0	37	For both si	241 - Bærende	EPD RTS EI
A1-A3	Water-borne interior pa	74 kg	24	0	74	For both si	241 - Bærende	EPD RTS EI
A1-A3	Finishing wall mortars, l	137 m2	1714	0	2877		241 - Bærende	MDEGD_FD
A1-A3	Perforert murblokk, lav	137 m2	2406	0	15824	498x150x1	241 - Bærende	Leca Univer
A1-A3	Finishing wall mortars, l	137 m2	1714	0	2877		241 - Bærende	MDEGD_FD
A1-A3	Finishing wall mortars, l	275 m2	229	0	385		241 - Bærende	MDEGD_FD
A1-A3	Ferdigbetong, normal s	275 m2	9525	0	99000		241 - Bærende	One Click LC
A1-A3	Finishing wall mortars, l	275 m2	229	0	385		241 - Bærende	MDEGD_FD
A1-A3	Water-borne interior pa	515 kg	170	0	515	For both si	241 - Bærende	EPD RTS EI
A1-A3	Gipsplater, vanlig, gene	1923 m2	5550	0	21450		241 - Bærende	One Click LC
A1-A3	Glassull isolasjonsplate	1923 m2	855	0	4808		241 - Bærende	One Click LC
A1-A3	Gipsplater, vanlig, gene	1923 m2	5550	0	21450		241 - Bærende	One Click LC
A1-A3	Masonry mortar, light, 1	2060 kg	1083	0	2060	Assumed	241 - Bærende	EPD Mineral
A1-A3	Forsterkning stål (arme	3502 kg	2183	0	3502	Average a	241 - Bærende	One Click LC
A1-A3	Strukturelle stålprofiler,	5321 kg	11048	0	5321	Estimated	241 - Bærende	One Click LC
A1-A3			42294		180564		241 - Bærende	

A4	Water-borne interior pa	37 kg	1	0	For both si 241 - Bærende	EPD RTS EI Stor varebil, 9 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Water-borne interior pa	74 kg	1	0	For both si 241 - Bærende	EPD RTS EI Stor varebil, 9 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Finishing wall mortars, l	137 m2	8	201	241 - Bærende	MDEGD_FD Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Perforert murblokk, lav	137 m2	42	0	498x150x1241 - Bærende	Leca Univer: Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Finishing wall mortars, l	137 m2	8	201	241 - Bærende	MDEGD_FD Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Finishing wall mortars, l	275 m2	1	27	241 - Bærende	MDEGD_FD Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Ferdigbetong, normal s	275 m2	901	0	241 - Bærende	One Click LC Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Finishing wall mortars, l	275 m2	1	27	241 - Bærende	MDEGD_FD Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Water-borne interior pa	515 kg	7	0	For both si 241 - Bærende	EPD RTS EI Stor varebil, 9 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Gipsplater, vanlig, gene	1923 m2	57	1501	241 - Bærende	One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Glassull isolasjonsplate	1923 m2	13	337	241 - Bærende	One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Gipsplater, vanlig, gene	1923 m2	57	1501	241 - Bærende	One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Masonry mortar, light, 1	2060 kg	6	144	Assumed ! 241 - Bærende	EPD Mineral Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arme)	3502 kg	15	385	Average a 241 - Bærende	One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Strukturelle stålprofiler,	5321 kg	22	585	Estimated 241 - Bærende	One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			1140	4911	241 - Bærende	
A5	Water-borne interior pa	37 kg	1	7	For both si 241 - Bærende	EPD RTS EI
A5	Water-borne interior pa	74 kg	3	15	For both si 241 - Bærende	EPD RTS EI
A5	Finishing wall mortars, l	137 m2	225	774	241 - Bærende	MDEGD_FD
A5	Perforert murblokk, lav	137 m2	187	2374	498x150x1241 - Bærende	Leca Univer:
A5	Finishing wall mortars, l	137 m2	225	774	241 - Bærende	MDEGD_FD
A5	Finishing wall mortars, l	275 m2	30	104	241 - Bærende	MDEGD_FD
A5	Ferdigbetong, normal s	275 m2	461	7920	241 - Bærende	One Click LC
A5	Finishing wall mortars, l	275 m2	30	104	241 - Bærende	MDEGD_FD
A5	Water-borne interior pa	515 kg	18	103	For both si 241 - Bærende	EPD RTS EI
A5	Gipsplater, vanlig, gene	1923 m2	818	5550	241 - Bærende	One Click LC
A5	Glassull isolasjonsplate	1923 m2	86	796	241 - Bærende	One Click LC
A5	Gipsplater, vanlig, gene	1923 m2	818	5550	241 - Bærende	One Click LC
A5	Masonry mortar, light, 1	2060 kg	142	554	Assumed ! 241 - Bærende	EPD Mineral
A5	Forsterkning stål (arme)	3502 kg	108	358	Average a 241 - Bærende	One Click LC
A5	Strukturelle stålprofiler,	5321 kg	367	371	Estimated 241 - Bærende	One Click LC
A5			3519	25354	241 - Bærende	
B4-B5	Water-borne interior pa	37 kg	66	370	For both si 241 - Bærende	EPD RTS EI
B4-B5	Water-borne interior pa	74 kg	133	740	For both si 241 - Bærende	EPD RTS EI
B4-B5	Water-borne interior pa	515 kg	923	5150	For both si 241 - Bærende	EPD RTS EI
B4-B5			1122	6260	241 - Bærende	
C1-C4	Water-borne interior pa	37 kg	1		For both si 241 - Bærende	EPD RTS EI Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Water-borne interior pa	74 kg	1		For both si 241 - Bærende	EPD RTS EI Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Finishing wall mortars, l	137 m2	8		241 - Bærende	MDEGD_FD Preparation of construction waste
C1-C4	Perforert murblokk, lav	137 m2	43	498x150x1241	- Bærende	Leca Univer: Preparation of construction waste
C1-C4	Finishing wall mortars, l	137 m2	8		241 - Bærende	MDEGD_FD Preparation of construction waste

C1-C4	Finishing wall mortars, l	275 m2	1			241 - Bærende	MDEGD_FD Preparation of construction waste
C1-C4	Ferdigbetong, normal s	275 m2	1098			241 - Bærende	One Click LC Muravfall
C1-C4	Finishing wall mortars, l	275 m2	1			241 - Bærende	MDEGD_FD Preparation of construction waste
C1-C4	Water-borne interior pa	515 kg	7			For both si 241 - Bærende	EPD RTS EI Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Gipsplater, vanlig, gene	1923 m2	935			241 - Bærende	One Click LC Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Glassull isolasjonsplate	1923 m2	209			241 - Bærende	One Click LC Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Gipsplater, vanlig, gene	1923 m2	935			241 - Bærende	One Click LC Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Masonry mortar, light, 1	2060 kg	6			Assumed ! 241 - Bærende	EPD Mineral Preparation of construction waste
C1-C4	Forsterkning stål (arme	3502 kg	27			Average a 241 - Bærende	One Click LC Stålavfall
C1-C4	Strukturelle stålprofiler,	5321 kg	41			Estimated 241 - Bærende	One Click LC Stålavfall
C1-C4			3320			241 - Bærende	
D	Perforert murblokk, lav	137 m2	-416		14241	498x150x1241 - Bærende	Leca Univer: Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Ferdigbetong, normal s	275 m2	-2426		83098	241 - Bærende	One Click LC Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Masonry mortar, light, 1	2060 kg	-26		-1648	Assumed ! 241 - Bærende	EPD Mineral Crushed stone
D	Forsterkning stål (arme	3502 kg	-518		298	Average a 241 - Bærende	One Click LC Fordeler med resirkulering av stål
D	Strukturelle stålprofiler,	5321 kg	-3148		1809	Estimated 241 - Bærende	One Click LC Fordeler med resirkulering av stål
D						241 - Bærende	
			51395		217089	241 - Bærende	
A1-A3	Glassveggsystem, 2400	137 m2	7710	0	3247	Wooden fr 243 - Systemve	NEPD-388-2
A4	Glassveggsystem, 2400	137 m2	7		195	Wooden fr 243 - Systemve	NEPD-388-2 Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A5	Glassveggsystem, 2400	137 m2	0		0	Wooden fr 243 - Systemve	NEPD-388-2
C1-C4	Glassveggsystem, 2400	137 m2	44			Wooden fr 243 - Systemve	NEPD-388-2 Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
			7762		3442	243 - Systemve	
A1-A3	Multifunctional steel doc	38 m2	3136	0	1653	244 - Vinduer, d	EPD Multifur
A1-A3	Climate door, 809x2053	275 m2	15928	17220	10598	244 - Vinduer, d	EPD Climate
A1-A3	Aluminum profile for wir	340 kg	1642	0	340	Average w 244 - Vinduer, d	EPD for Alur
A1-A3	Planglass, enkeltglaser	756 m2	6065	0	7560	Generic 244 - Vinduer, d	One Click LC
A1-A3	Planglass, enkeltglaser	756 m2	6065	0	7560	244 - Vinduer, d	One Click LC
A1-A3	Planglass, enkeltglaser	756 m2	6065	0	7560	244 - Vinduer, d	One Click LC
A1-A3	Terrassebord, kledning,	4536 kg	1324	8392	4536	Average w 244 - Vinduer, d	Accoya Woc
A1-A3			40225	25611	39807	244 - Vinduer, d	
A4	Multifunctional steel doc	38 m2	8		0	244 - Vinduer, d	EPD Multifur Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Climate door, 809x2053	275 m2	53		0	244 - Vinduer, d	EPD Climate Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Aluminum profile for wir	340 kg	1		14	Average w 244 - Vinduer, d	EPD for Alur Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Planglass, enkeltglaser	756 m2	17		454	Generic 244 - Vinduer, d	One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Planglass, enkeltglaser	756 m2	17		454	244 - Vinduer, d	One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Planglass, enkeltglaser	756 m2	17		454	244 - Vinduer, d	One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Terrassebord, kledning,	4536 kg	23		0	Average w 244 - Vinduer, d	Accoya Woc Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			136		1374	244 - Vinduer, d	
A5	Multifunctional steel doc	38 m2	0		0	244 - Vinduer, d	EPD Multifur
A5	Climate door, 809x2053	275 m2	0		0	244 - Vinduer, d	EPD Climate

A5	Aluminum profile for wir	340 kg	123		52 Average w	244 - Vinduer, d EPD for Alur
A5	Planglass, enkeltglaser	756 m2	64		156 Generic	244 - Vinduer, d One Click LC
A5	Planglass, enkeltglaser	756 m2	64		156	244 - Vinduer, d One Click LC
A5	Planglass, enkeltglaser	756 m2	64		156	244 - Vinduer, d One Click LC
A5	Terrassebord, kledning,	4536 kg	343		1624 Average w	244 - Vinduer, d Accoya Woc
A5			659		2143	244 - Vinduer, d
B4-B5	Multifunctional steel doc	38 m2	3146		3306	244 - Vinduer, d EPD Multifur
B4-B5	Climate door, 809x2053	275 m2	17311		21197	244 - Vinduer, d EPD Climate
B4-B5	Planglass, enkeltglaser	756 m2	6412		15574 Generic	244 - Vinduer, d One Click LC
B4-B5	Planglass, enkeltglaser	756 m2	6412		15574	244 - Vinduer, d One Click LC
B4-B5	Planglass, enkeltglaser	756 m2	6412		15574	244 - Vinduer, d One Click LC
B4-B5			39693		71224	244 - Vinduer, d
C1-C4	Multifunctional steel doc	38 m2	1			244 - Vinduer, d EPD Multifur End of life of stainless steel C4
C1-C4	Climate door, 809x2053	275 m2	1330			244 - Vinduer, d EPD Climate Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Aluminum profile for wir	340 kg	1		Average w	244 - Vinduer, d EPD for Alur Preparation of construction waste
C1-C4	Planglass, enkeltglaser	756 m2	329		Generic	244 - Vinduer, d One Click LC (Bygningsavfall til deponi)
C1-C4	Planglass, enkeltglaser	756 m2	329			244 - Vinduer, d One Click LC (Bygningsavfall til deponi)
C1-C4	Planglass, enkeltglaser	756 m2	329			244 - Vinduer, d One Click LC (Bygningsavfall til deponi)
C1-C4	Terrassebord, kledning,	4536 kg	569		Average w	244 - Vinduer, d Accoya Woc Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4			2890			244 - Vinduer, d
D	Multifunctional steel doc	38 m2	-2791		992	244 - Vinduer, d EPD Multifur End of life of stainless steel D
D	Climate door, 809x2053	275 m2	-5339		9104	244 - Vinduer, d EPD Climate Incineration of wood products D
D	Terrassebord, kledning,	4536 kg	-3418		4536 Average w	244 - Vinduer, d Accoya Woc Incineration of wood D
D						244 - Vinduer, d
			83603	25611	114549	244 - Vinduer, d
A1-A3	Huldekker, generisk, B	1889 m2	76550	0	700819	251 - Frittbarer One Click LC
A1-A3	Betong, B35 M45/MF45	1889 m2	25502	0	226680	251 - Frittbarer One Click LC
A1-A3	Glass wool, acoustic ce	1889 m2	6106	0	7556	251 - Frittbarer EPD for Eco
A1-A3	Self levelling mortar, for	1889 m2	21835	0	52892	251 - Frittbarer Oekobau.da
A1-A3	Forsterkning stål (arme	4194 kg	2614	0	4194 Assumed /	251 - Frittbarer One Click LC
A1-A3			132606		992141	251 - Frittbare
A4	Huldekker, generisk, B	1889 m2	1879		49057	251 - Frittbarer One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Betong, B35 M45/MF45	1889 m2	2063		0	251 - Frittbarer One Click LC (Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Glass wool, acoustic ce	1889 m2	20		0	251 - Frittbarer EPD for Eco Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Self levelling mortar, for	1889 m2	142		3702	251 - Frittbarer Oekobau.da Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arme	4194 kg	18		461 Assumed /	251 - Frittbarer One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			4121		53221	251 - Frittbare
A5	Huldekker, generisk, B	1889 m2	0		0	251 - Frittbarer One Click LC
A5	Betong, B35 M45/MF45	1889 m2	1203		18134	251 - Frittbarer One Click LC
A5	Glass wool, acoustic ce	1889 m2	492		1209	251 - Frittbarer EPD for Eco
A5	Self levelling mortar, for	1889 m2	2876		14233	251 - Frittbarer Oekobau.da

A5	Forsterkning stål (arme	4194 kg	129	429 Assumed / 251 - Frittbærer One Click LC
A5			4700	34006 251 - Frittbære
C1-C4	Hulldykker, generisk, B	1889 m2	7772	251 - Frittbærer One Click LC (Muravfall)
C1-C4	Betong, B35 M45/MF45	1889 m2	2514	251 - Frittbærer One Click LC (Muravfall)
C1-C4	Glass wool, acoustic ce	1889 m2	21	251 - Frittbærer EPD for Eco Preparation of construction waste
C1-C4	Self levelling mortar, for	1889 m2	144	251 - Frittbærer Oekobau.da Preparation of construction waste
C1-C4	Forsterkning stål (arme	4194 kg	33	Assumed / 251 - Frittbærer One Click LC (Stålavfall)
C1-C4			10484	251 - Frittbære
D	Hulldykker, generisk, B	1889 m2	-17394	595696 251 - Frittbærer One Click LC (Fordeler med resisrkulering av muravfall)
D	Betong, B35 M45/MF45	1889 m2	-24821	850050 251 - Frittbærer One Click LC (Fordeler med resisrkulering av muravfall)
D	Forsterkning stål (arme	4194 kg	-620	356 Assumed / 251 - Frittbærer One Click LC (Fordeler med resirkulering av stål)
D				251 - Frittbære
			151911	251 - Frittbære
A1-A3	EPS-isolasjon, T: 10-24	149 m2	2115	0 477 252 - Gulv på gr EPD Lavlan
A1-A3	EPS-isolasjon, T: 10-24	1889 m2	33515	0 7556 Lambda = 252 - Gulv på gr EPD Lavlan
A1-A3	Betong, B35 M45/MF45	1889 m2	153009	0 1360080 252 - Gulv på gr One Click LC
A1-A3	Dampspærre i plast, 0.2	1889 m2	803	0 349 252 - Gulv på gr Gram Damp
A1-A3	Self levelling mortar, for	1889 m2	21835	0 52892 252 - Gulv på gr Oekobau.da
A1-A3	Forsterkning stål (arme	51003 kg	31789	0 51003 90 kg/m3 f 252 - Gulv på gr One Click LC
A1-A3			243065	1472357 252 - Gulv på g
A4	EPS-isolasjon, T: 10-24	149 m2	3	86 252 - Gulv på gr EPD Lavlan Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	EPS-isolasjon, T: 10-24	1889 m2	52	1360 Lambda = 252 - Gulv på gr EPD Lavlan Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Betong, B35 M45/MF45	1889 m2	12377	0 252 - Gulv på gr One Click LC (Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate)
A4	Dampspærre i plast, 0.2	1889 m2	1	38 252 - Gulv på gr Gram Damp Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Self levelling mortar, for	1889 m2	142	3702 252 - Gulv på gr Oekobau.da Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arme	51003 kg	215	5610 90 kg/m3 f 252 - Gulv på gr One Click LC (Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate)
A4			12790	10797 252 - Gulv på g
A5	EPS-isolasjon, T: 10-24	149 m2	85	42 252 - Gulv på gr EPD Lavlan
A5	EPS-isolasjon, T: 10-24	1889 m2	1347	659 Lambda = 252 - Gulv på gr EPD Lavlan
A5	Betong, B35 M45/MF45	1889 m2	7219	108806 252 - Gulv på gr One Click LC
A5	Dampspærre i plast, 0.2	1889 m2	82	74 252 - Gulv på gr Gram Damp
A5	Self levelling mortar, for	1889 m2	2876	14233 252 - Gulv på gr Oekobau.da
A5	Forsterkning stål (arme	51003 kg	1571	5219 90 kg/m3 f 252 - Gulv på gr One Click LC
A5			13180	129033 252 - Gulv på g
B4-B5	Dampspærre i plast, 0.2	1889 m2	820	737 252 - Gulv på gr Gram Damp
C1-C4	EPS-isolasjon, T: 10-24	149 m2	6	252 - Gulv på gr EPD Lavlan Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	EPS-isolasjon, T: 10-24	1889 m2	102	Lambda = 252 - Gulv på gr EPD Lavlan Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Betong, B35 M45/MF45	1889 m2	15084	252 - Gulv på gr One Click LC (Muravfall)
C1-C4	Dampspærre i plast, 0.2	1889 m2	15	252 - Gulv på gr Gram Damp Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Self levelling mortar, for	1889 m2	144	252 - Gulv på gr Oekobau.da Preparasjon of construction waste
C1-C4	Forsterkning stål (arme	51003 kg	395	90 kg/m3 f 252 - Gulv på gr One Click LC (Stålavfall)

C1-C4			15747			252 - Gulv på g
D	Betong, B35 M45/MF45	1889 m2	-1E+05	5100300		252 - Gulv på g One Click LC Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Forsterkning stål (arme	51003 kg	-7543	4335	90 kg/m3 f	252 - Gulv på g One Click LC Fordeler med resirkulering av stål
D						252 - Gulv på g
			285601	1612925		252 - Gulv på g
A1-A3	Dampspærre i plast, 0.2	361 m2	153	0	67	255 - Gulvoverfl Gram Damp
A1-A3	Massive wooden floorin	361 m2	2462	7737	4552	255 - Gulvoverfl Oekobau.da
A1-A3	Vinyl flooring, Be Natur	361 m2	4148	0	1128	255 - Gulvoverfl FDES
A1-A3	Waterproof, protective,	361 m2	265	0	542	255 - Gulvoverfl Oekobau.da
A1-A3	Tile adhesive, all round	361 m2	209	0	505	255 - Gulvoverfl Oekobau.da
A1-A3	Ceramic wall tiles, 7.5 r	361 m2	245	0	8123	255 - Gulvoverfl EPD for For
A1-A3	Linoleum flooring, 2.25	2524 m2	1150	0	8133	255 - Gulvoverfl EPD ERFMI
A1-A3			8632	7737	23050	255 - Gulvoverl
A4	Dampspærre i plast, 0.2	361 m2	0		7	255 - Gulvoverfl Gram Damp Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Massive wooden floorin	361 m2	23		592	255 - Gulvoverfl Oekobau.da Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Vinyl flooring, Be Natur	361 m2	5		0	255 - Gulvoverfl FDES Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Waterproof, protective,	361 m2	8		81	255 - Gulvoverfl Oekobau.da Stor varebil, 9 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Tile adhesive, all round	361 m2	1		35	255 - Gulvoverfl Oekobau.da Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Ceramic wall tiles, 7.5 r	361 m2	22		0	255 - Gulvoverfl EPD for For Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Linoleum flooring, 2.25	2524 m2	34		895	255 - Gulvoverfl EPD ERFMI Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			93		1610	255 - Gulvoverl
A5	Dampspærre i plast, 0.2	361 m2	16		14	255 - Gulvoverfl Gram Damp
A5	Massive wooden floorin	361 m2	447		1736	255 - Gulvoverfl Oekobau.da
A5	Vinyl flooring, Be Natur	361 m2	700		226	255 - Gulvoverfl FDES
A5	Waterproof, protective,	361 m2	28		116	255 - Gulvoverfl Oekobau.da
A5	Tile adhesive, all round	361 m2	27		136	255 - Gulvoverfl Oekobau.da
A5	Ceramic wall tiles, 7.5 r	361 m2	29		1625	255 - Gulvoverfl EPD for For
A5	Linoleum flooring, 2.25	2524 m2	154		1716	255 - Gulvoverfl EPD ERFMI
A5			1401		5568	255 - Gulvoverl
B4-B5	Dampspærre i plast, 0.2	361 m2	157		141	255 - Gulvoverfl Gram Damp
B4-B5	Vinyl flooring, Be Natur	361 m2	14004		4512	255 - Gulvoverfl FDES
B4-B5	Waterproof, protective,	361 m2	560		2328	255 - Gulvoverfl Oekobau.da
B4-B5	Ceramic wall tiles, 7.5 r	361 m2	289		16245	255 - Gulvoverfl EPD for For
B4-B5	Linoleum flooring, 2.25	2524 m2	3078		34321	255 - Gulvoverfl EPD ERFMI
B4-B5			18087		57548	255 - Gulvoverl
C1-C4	Dampspærre i plast, 0.2	361 m2	3			255 - Gulvoverfl Gram Damp Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Massive wooden floorin	361 m2	12			255 - Gulvoverfl Oekobau.da Preparation of construction waste
C1-C4	Vinyl flooring, Be Natur	361 m2	2849			255 - Gulvoverfl FDES Incineration of plastic (including benefits) C4
C1-C4	Waterproof, protective,	361 m2	7			255 - Gulvoverfl Oekobau.da Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Tile adhesive, all round	361 m2	1			255 - Gulvoverfl Oekobau.da Preparation of construction waste
C1-C4	Ceramic wall tiles, 7.5 r	361 m2	22			255 - Gulvoverfl EPD for For Preparation of construction waste

C1-C4	Linoleum flooring, 2.25	2524 m2	354			255 - Gulvoverfl EPD ERFMI Bygningsavfall til deponi
C1-C4			3250			255 - Gulvoverfl
D	Massive wooden floorin	361 m2	-3431	4552		255 - Gulvoverfl Oekobau.da Incineration of wood D
D	Vinyl flooring, Be Natur	361 m2	-1756	1128		255 - Gulvoverfl FDES Incineration of plastic (including benefits) D
D						255 - Gulvoverfl
			31463	7737	87776	255 - Gulvoverfl
A1-A3	Water-borne interior pa	290 kg	96	0	290	For both si 256 - Faste him EPD RTS EI
A1-A3	Gipsplater, vanlig, gene	1082 m2	3123	0	12069	256 - Faste him One Click LC
A1-A3	Thin steel sheet beams	1978 kg	5646	0	1978	Estimated 256 - Faste him FDES
A1-A3	Glass wool, acoustic ce	2524 m2	8159	0	10096	256 - Faste him EPD for Eco
A1-A3			17023		24433	256 - Faste hir
A4	Water-borne interior pa	290 kg	4	0	0	For both si 256 - Faste him EPD RTS EI Stor varebil, 9 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Gipsplater, vanlig, gene	1082 m2	32	845		256 - Faste him One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Thin steel sheet beams	1978 kg	8	218	Estimated	256 - Faste him FDES Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Glass wool, acoustic ce	2524 m2	27	0		256 - Faste him EPD for Eco Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			72	1062		256 - Faste hir
A5	Water-borne interior pa	290 kg	10	58	For both si	256 - Faste him EPD RTS EI
A5	Gipsplater, vanlig, gene	1082 m2	460	3123		256 - Faste him One Click LC
A5	Thin steel sheet beams	1978 kg	566	417	Estimated	256 - Faste him FDES
A5	Glass wool, acoustic ce	2524 m2	657	1615		256 - Faste him EPD for Eco
A5			1694	5214		256 - Faste hir
B4-B5	Water-borne interior pa	290 kg	520	2900	For both si	256 - Faste him EPD RTS EI
C1-C4	Water-borne interior pa	290 kg	4		For both si	256 - Faste him EPD RTS EI Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Gipsplater, vanlig, gene	1082 m2	526			256 - Faste him One Click LC Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Thin steel sheet beams	1978 kg	5		Estimated	256 - Faste him FDES Preparation of construction waste
C1-C4	Glass wool, acoustic ce	2524 m2	28			256 - Faste him EPD for Eco Preparation of construction waste
C1-C4			563			256 - Faste hir
D	Thin steel sheet beams	1978 kg	-318	1549	Estimated	256 - Faste him FDES End of life of steel profiles D
			19871	33609		256 - Faste hir
A1-A3	Hulldykker, generisk, B:	1889 m2	76550	0	700819	261 - Primærko One Click LC
A1-A3	Dampsperr i plast, 0.2	1889 m2	803	0	349	261 - Primærko Gram Damp
A1-A3	EPS-isolasjon, T: 10-24	1889 m2	40217	0	9067	Lambda = 261 - Primærko EPD Lavlan
A1-A3			117570	710236		261 - Primærkc
A4	Hulldykker, generisk, B:	1889 m2	1879	49057		261 - Primærko One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Dampsperr i plast, 0.2	1889 m2	1	38		261 - Primærko Gram Damp Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	EPS-isolasjon, T: 10-24	1889 m2	62	1632	Lambda =	261 - Primærko EPD Lavlan Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			1943	50728		261 - Primærkc
A5	Hulldykker, generisk, B:	1889 m2	0	0		261 - Primærko One Click LC
A5	Dampsperr i plast, 0.2	1889 m2	82	74		261 - Primærko Gram Damp
A5	EPS-isolasjon, T: 10-24	1889 m2	1616	791	Lambda =	261 - Primærko EPD Lavlan
A5			1698	864		261 - Primærkc

B4-B5	Dampspærre i plast, 0.2	1889 m2	820		737	261 - Primærko	Gram Damp
C1-C4	Hulldækker, generisk, B	1889 m2	7772			261 - Primærko	One Click LC Muravfall
C1-C4	Dampspærre i plast, 0.2	1889 m2	15			261 - Primærko	Gram Damp Bygningsavfall til deponi
C1-C4	EPS-isolasjon, T: 10-24	1889 m2	123			Lambda = 261 - Primærko	EPD Lavlan Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4			7910			261 - Primærko	
D	Hulldækker, generisk, B	1889 m2	-17394	595696		261 - Primærko	One Click LC Fordeler med resisirkulering av muravfall
			129940	762565		261 - Primærko	
A1-A3	Bitumen sheets for wat	1889 m2	30357	0	17001	262 - Takteknin	MDEGD_FD
A4	Bitumen sheets for wat	1889 m2	39	0	0	262 - Takteknin	MDEGD_FD Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A5	Bitumen sheets for wat	1889 m2	3044	3400		262 - Takteknin	MDEGD_FD
B4-B5	Bitumen sheets for wat	1889 m2	60884	68004		262 - Takteknin	MDEGD_FD
C1-C4	Bitumen sheets for wat	1889 m2	46			262 - Takteknin	MDEGD_FD Preparation of construction waste
			94371	88405		262 - Takteknir	
A1-A3	Betong, B35 M45/MF45	4,3 m3	1161	0	10320	Flights of ε 281 - Innvendig	One Click LC
A1-A3	Betong, B35 M45/MF45	12 m3	3240	0	28800	Cast-in-plε 281 - Innvendig	One Click LC
A1-A3	Forsterkning stål (arme	431 kg	269	0	431	Reinforcer 281 - Innvendig	One Click LC
A1-A3	Forsterkning stål (arme	1242 kg	774	0	1242	Reinforcer 281 - Innvendig	One Click LC
A1-A3			5444	40793		281 - Innvendig	
A4	Betong, B35 M45/MF45	4,3 m3	94	0	0	Flights of ε 281 - Innvendig	One Click LC Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Betong, B35 M45/MF45	12 m3	262	0	0	Cast-in-plε 281 - Innvendig	One Click LC Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arme	431 kg	2	47	47	Reinforcer 281 - Innvendig	One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arme	1242 kg	5	137	137	Reinforcer 281 - Innvendig	One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			363	184		281 - Innvendig	
A5	Betong, B35 M45/MF45	4,3 m3	55	826	826	Flights of ε 281 - Innvendig	One Click LC
A5	Betong, B35 M45/MF45	12 m3	153	2304	2304	Cast-in-plε 281 - Innvendig	One Click LC
A5	Forsterkning stål (arme	431 kg	13	44	44	Reinforcer 281 - Innvendig	One Click LC
A5	Forsterkning stål (arme	1242 kg	38	127	127	Reinforcer 281 - Innvendig	One Click LC
A5			259	3301		281 - Innvendig	
C1-C4	Betong, B35 M45/MF45	4,3 m3	114			Flights of ε 281 - Innvendig	One Click LC Muravfall
C1-C4	Betong, B35 M45/MF45	12 m3	319			Cast-in-plε 281 - Innvendig	One Click LC Muravfall
C1-C4	Forsterkning stål (arme	431 kg	3			Reinforcer 281 - Innvendig	One Click LC Stålavfall
C1-C4	Forsterkning stål (arme	1242 kg	10			Reinforcer 281 - Innvendig	One Click LC Stålavfall
C1-C4			447			281 - Innvendig	
D	Betong, B35 M45/MF45	4,3 m3	-1130	38700	38700	Flights of ε 281 - Innvendig	One Click LC Fordeler med resisirkulering av muravfall
D	Betong, B35 M45/MF45	12 m3	-3154	108000	108000	Cast-in-plε 281 - Innvendig	One Click LC Fordeler med resisirkulering av muravfall
D	Forsterkning stål (arme	431 kg	-64	37	37	Reinforcer 281 - Innvendig	One Click LC Fordeler med resirkulering av stål
D	Forsterkning stål (arme	1242 kg	-184	106	106	Reinforcer 281 - Innvendig	One Click LC Fordeler med resirkulering av stål
D						281 - Innvendig	
			6513	44278		281 - Innvendig	
A1-A3	Betong, B35 M45/MF45	76 m2	4104	0	36480	284 - Balkonger	One Click LC
A1-A3	Forsterkning stål (arme	1824 kg	1137	0	1824	Reinforcer 284 - Balkonger	One Click LC

A1-A3			5241
A4	Betong, B35 M45/MF45	76 m2	332
A4	Forsterkning stål (arme	1824 kg	8
A4			340
A5	Betong, B35 M45/MF45	76 m2	194
A5	Forsterkning stål (arme	1824 kg	56
A5			250
C1-C4	Betong, B35 M45/MF45	76 m2	405
C1-C4	Forsterkning stål (arme	1824 kg	14
C1-C4			419
D	Betong, B35 M45/MF45	76 m2	-3995
D	Forsterkning stål (arme	1824 kg	-270
D			6249
B6	Elektrisitet, Norge, forv	15021 kWh	21938
B6	Elektrisitet, Norge, forv	22531 kWh	32906
B6	Elektrisitet, Norge, forv	41919 kWh	61222
B6	Elektrisitet, Norge, forv	183855 kWh	268515
B6			384581
			384581

38304	284 - Balkonge
0	284 - Balkonger One Click LC Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
201	Reinforcer 284 - Balkonger One Click LC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
201	284 - Balkonge
2918	284 - Balkonger One Click LC
187	Reinforcer 284 - Balkonger One Click LC
3105	284 - Balkonge
	284 - Balkonger One Click LC Muravfall
	Reinforcer 284 - Balkonger One Click LC Stålavfall
284 - Balkonge	
136800	284 - Balkonger One Click LC Fordeler med resirkulering av muravfall
155	Reinforcer 284 - Balkonger One Click LC Fordeler med resirkulering av stål
	284 - Balkonge
41610	
Kjøling (va	LCA study fc
Primærvar	LCA study fc
Sekundær	LCA study fc
Elektrisitet	LCA study fc

Entity	Project name	Design	Indicator name								
Joachim	Mediehus Volda	3	Massivt Klimagassutslipp, NS 3720								
Avsnitt	Ressurs	Brukerin	Enh	Klimaga	Biogent	Masse	I	Komment	Bygningsdel	Datakilde	Transformasjonsprosess
A1-A3	Standard limtrebjelke, 4	21,92	m3	2745	16550	10302			222 - Søyler	Standard I	
A4	Standard limtrebjelke, 4	21,92	m3	51		0			222 - Søyler	Standard I	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A5	Standard limtrebjelke, 4	21,92	m3	123		618			222 - Søyler	Standard I	
C1-C4	Standard limtrebjelke, 4	21,92	m3	1293					222 - Søyler	Standard I	Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
D	Standard limtrebjelke, 4	21,92	m3	-6041		10302			222 - Søyler	Standard I	Incineration of wood products D
				4212	16550	10921			222 - Søyler		
A1-A3	Standard limtrebjelke, 4	46,51	m3	5825	35115	21860			223 - Bjelker	Standard I	
A4	Standard limtrebjelke, 4	46,51	m3	109		0			223 - Bjelker	Standard I	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A5	Standard limtrebjelke, 4	46,51	m3	260		1312			223 - Bjelker	Standard I	
C1-C4	Standard limtrebjelke, 4	46,51	m3	2744					223 - Bjelker	Standard I	Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
D	Standard limtrebjelke, 4	46,51	m3	-12819		21860			223 - Bjelker	Standard I	Incineration of wood products D
				8938	35115	23171			223 - Bjelker		
A1-A3	Insulation EPS, graphit	43,22	m2	41	0	69			23 - Yttervegger	MD-16006	
A1-A3	Ferdigbetong, eksklude	109,63	m2	7478	0	70646			23 - Yttervegger	B35 MF45	
A1-A3	Insulation EPS, graphit	167,73	m2	474	0	805			23 - Yttervegger	MD-16006	
A1-A3	Mørtel, fiberforsterket, |	167,73	m2	660	0	3556	Puss, 9 rov	23 - Yttervegger	EPD for U		
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	168,62	m2	167	2773	1745	Tre - Lekte	23 - Yttervegger	Sawn drier		
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	171,59	m2	354	5889	3706	Stender/lsc	23 - Yttervegger	Sawn drier		
A1-A3	Ferdigbetong, eksklude	399,12	m2	13613	0	128596		23 - Yttervegger	B35 MF45		
A1-A3	Isolasjon/mineralull, Fl	608,36	m2	1061	0	1022	Stender/lsc	23 - Yttervegger	ROCKWO		
A1-A3	Isolasjon/mineralull, 0.(	736,75	m2	11149	0	10130	Isolasjon, €	23 - Yttervegger	ROCKWO		
A1-A3	Gipsplate, 12.5 mm, 9	779,9	m2	1326	0	7019	Gips, 320 r	23 - Yttervegger	EPD Gypr		
A1-A3	Dampsperre i plast, 0.1	779,96	m2	245	0	108	Vapour / M	23 - Yttervegger	Gram Darr		
A1-A3	Fasadeplate i naturstei	779,96	m2	13135	0	9360	Fasadeplat	23 - Yttervegger	NEPD000		
A1-A3	Glass façade, 3050 x 3	1500,26	m2	156499	0	62216		23 - Yttervegger	EPD		
A1-A3	Cross laminated timber	1559,93	m2	325	22806	14663	CLT - vertic	23 - Yttervegger	EPD CLT I		
A1-A3	Cross laminated timber	2339,89	m2	488	34209	21995	CLT - horiz	23 - Yttervegger	EPD CLT I		
A1-A3	Forsterkning stål (arme	9270	kg	3485	0	9270		23 - Yttervegger	One Click		
A1-A3				210500	65677	344907			23 - Yttervegge		
A4	Insulation EPS, graphit	43,22	m2	0	0	0		23 - Yttervegger	MD-16006	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate	
A4	Ferdigbetong, eksklude	109,63	m2	184	0	0		23 - Yttervegger	B35 MF45	Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate	
A4	Insulation EPS, graphit	167,73	m2	2	0	0		23 - Yttervegger	MD-16006	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate	
A4	Mørtel, fiberforsterket, |	167,73	m2	10	249	Puss, 9 rov	23 - Yttervegger	EPD for U	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate		
A4	Trelast, bartre (Treindu	168,62	m2	9	0	Tre - Lekte	23 - Yttervegger	Sawn drier	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate		
A4	Trelast, bartre (Treindu	171,59	m2	18	0	Stender/lsc	23 - Yttervegger	Sawn drier	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate		
A4	Ferdigbetong, eksklude	399,12	m2	334	0	0	23 - Yttervegger	B35 MF45	Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate		
A4	Isolasjon/mineralull, Fl	608,36	m2	3	0	Stender/lsc	23 - Yttervegger	ROCKWO	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate		
A4	Isolasjon/mineralull, 0.(	736,75	m2	27	0	Isolasjon, €	23 - Yttervegger	ROCKWO	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate		

A4	Gipsplate, 12.5 mm, 9	779,9 m2	19	0 Gips, 320 r 23 - Yttervegger EPD Gypr	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Dampsperr i plast, 0.1	779,96 m2	0	12 Vapour / M 23 - Yttervegger Gram Dar	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Fasadeplate i naturstei	779,96 m2	25	0 Fasadeplat 23 - Yttervegger NEPD000!	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Glass façade, 3050 x 3	1500,26 m2	143	0	23 - Yttervegger EPD Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Cross laminated timber	1559,93 m2	73	0 CLT - vertic 23 - Yttervegger EPD CLT I	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Cross laminated timber	2339,89 m2	109	0 CLT - horiz 23 - Yttervegger EPD CLT I	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arme	9270 kg	39	1020	23 - Yttervegger One Click Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			995	1281	23 - Yttervegge
A5	Insulation EPS, graphit	43,22 m2	2	6	23 - Yttervegger MD-16006
A5	Ferdigbetong, eksklude	109,63 m2	314	5652	23 - Yttervegger B35 MF45
A5	Insulation EPS, graphit	167,73 m2	19	64	23 - Yttervegger MD-16006
A5	Mørtel, fiberforsterket, |	167,73 m2	34	368	Puss, 9 rov 23 - Yttervegger EPD for U
A5	Trelast, bartre (Treindu	168,62 m2	39	349	Tre - Lekte 23 - Yttervegger Sawn drier
A5	Trelast, bartre (Treindu	171,59 m2	67	593	Stender/lsc 23 - Yttervegger Sawn drier
A5	Ferdigbetong, eksklude	399,12 m2	572	10288	23 - Yttervegger B35 MF45
A5	Isolasjon/mineralull, Fl	608,36 m2	89	164	Stender/lsc 23 - Yttervegger ROCKWO
A5	Isolasjon/mineralull, 0.(	736,75 m2	465	810	Isolasjon, € 23 - Yttervegger ROCKWO
A5	Gipsplate, 12.5 mm, 9	779,9 m2	144	1404	Gips, 320 r 23 - Yttervegger EPD Gypr
A5	Dampsperr i plast, 0.1	779,96 m2	25	23	Vapour / M 23 - Yttervegger Gram Dar
A5	Fasadeplate i naturstei	779,96 m2	593	842	Fasadeplat 23 - Yttervegger NEPD000!
A5	Glass façade, 3050 x 3	1500,26 m2	0	0	23 - Yttervegger EPD
A5	Cross laminated timber	1559,93 m2	112	1466	CLT - vertic 23 - Yttervegger EPD CLT I
A5	Cross laminated timber	2339,89 m2	168	2199	CLT - horiz 23 - Yttervegger EPD CLT I
A5	Forsterkning stål (arme	9270 kg	174	949	23 - Yttervegger One Click
A5			2818	25177	23 - Yttervegge
C1-C4	Insulation EPS, graphit	43,22 m2	1	23	Yttervegger MD-16006 Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Ferdigbetong, eksklude	109,63 m2	193	23	Yttervegger B35 MF45 Preparation of construction waste
C1-C4	Insulation EPS, graphit	167,73 m2	11	23	Yttervegger MD-16006 Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Mørtel, fiberforsterket, |	167,73 m2	10	Puss, 9 rov 23 - Yttervegger EPD for U	Preparation of construction waste
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	168,62 m2	219	Tre - Lekte 23 - Yttervegger Sawn drier	Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	171,59 m2	465	Stender/lsc 23 - Yttervegger Sawn drier	Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Ferdigbetong, eksklude	399,12 m2	351	23	Yttervegger B35 MF45 Preparation of construction waste
C1-C4	Isolasjon/mineralull, Fl	608,36 m2	45	Stender/lsc 23 - Yttervegger ROCKWO	Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Isolasjon/mineralull, 0.(	736,75 m2	441	Isolasjon, € 23 - Yttervegger ROCKWO	Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Gipsplate, 12.5 mm, 9	779,9 m2	95	Gips, 320 r 23 - Yttervegger EPD Gypr	Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Dampsperr i plast, 0.1	779,96 m2	5	Vapour / M 23 - Yttervegger Gram Dar	Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Fasadeplate i naturstei	779,96 m2	26	Fasadeplat 23 - Yttervegger NEPD000!	Preparation of construction waste
C1-C4	Glass façade, 3050 x 3	1500,26 m2	170	23	Yttervegger EPD Preparation of construction waste
C1-C4	Cross laminated timber	1559,93 m2	1841	CLT - vertic 23 - Yttervegger EPD CLT I	Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Cross laminated timber	2339,89 m2	2761	CLT - horiz 23 - Yttervegger EPD CLT I	Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Forsterkning stål (arme	9270 kg	72	23	Yttervegger One Click Stålavfall

C1-C4			6704			23 - Yttervegge
D	Ferdigbetong, eksklude	109,63 m2	-1857	63581		23 - Yttervegge B35 MF45 Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Mørtel, fiberforsterket, |	167,73 m2	-45	-2845	Puss, 9 rov	23 - Yttervegge EPD for Ui Crushed stone
D	Trelast, bartre (Treindu	168,62 m2	-1315	1745	Tre - Lekte	23 - Yttervegge Sawn drier Incineration of wood D
D	Trelast, bartre (Treindu	171,59 m2	-2793	3706	Stender/lsc	23 - Yttervegge Sawn drier Incineration of wood D
D	Ferdigbetong, eksklude	399,12 m2	-3380	115737		23 - Yttervegge B35 MF45 Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Fasadeplate i naturstei	779,96 m2	-118	-7488	Fasadeplat	23 - Yttervegge NEPD000! Crushed stone
D	Cross laminated timber	1559,93 m2	-11050	14663	CLT - vertic	23 - Yttervegge EPD CLT I Incineration of wood D
D	Cross laminated timber	2339,89 m2	-16575	21995	CLT - horiz	23 - Yttervegge EPD CLT I Incineration of wood D
D	Forsterkning stål (arme	9270 kg	0	0		23 - Yttervegge One Click Fordeler med resirkulering av stål
D						23 - Yttervegge
			221017	65677	371365	23 - Yttervegge
A1-A3	Insulation EPS, graphit	142 m2	134	0	227	24 - Innervegge MD-16006
A1-A3	Kryssfiner fra bøk, gen	284 m2	325	5853	3874	24 - Innervegge One Click
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	462 m2	1947	32372	20374	24 - Innervegge Sawn drier
A1-A3	Isolasjon/mineralull, Fl	1638 m2	5832	0	5618	24 - Innervegge ROCKWO
A1-A3	Glassveggsystem, 240	1710 m2	98104	0	43606	24 - Innervegge NEPD-388
A1-A3	Gipsplate, 12.5 mm, 9	4200 m2	7140	0	37800	24 - Innervegge EPD Gypr
A1-A3			113482	38225	111499	24 - Innervegge
A4	Insulation EPS, graphit	142 m2	1	0	0	24 - Innervegge MD-16006 Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Kryssfiner fra bøk, gen	284 m2	19	0	0	24 - Innervegge One Click Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Trelast, bartre (Treindu	462 m2	101	0	0	24 - Innervegge Sawn drier Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, Fl	1638 m2	15	0	0	24 - Innervegge ROCKWO Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Glassveggsystem, 240	1710 m2	100	2616	2616	24 - Innervegge NEPD-388 Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Gipsplate, 12.5 mm, 9	4200 m2	101	0	0	24 - Innervegge EPD Gypr Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			338		2616	24 - Innervegge
A5	Insulation EPS, graphit	142 m2	5	18	18	24 - Innervegge MD-16006
A5	Kryssfiner fra bøk, gen	284 m2	38	775	775	24 - Innervegge One Click
A5	Trelast, bartre (Treindu	462 m2	461	4075	4075	24 - Innervegge Sawn drier
A5	Isolasjon/mineralull, Fl	1638 m2	487	899	899	24 - Innervegge ROCKWO
A5	Glassveggsystem, 240	1710 m2	0	0	0	24 - Innervegge NEPD-388
A5	Gipsplate, 12.5 mm, 9	4200 m2	775	7560	7560	24 - Innervegge EPD Gypr
A5			1767		13327	24 - Innervegge
C1-C4	Insulation EPS, graphit	142 m2	3			24 - Innervegge MD-16006 Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Kryssfiner fra bøk, gen	284 m2	35			24 - Innervegge One Click Trevirke
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	462 m2	2557			24 - Innervegge Sawn drier Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Isolasjon/mineralull, Fl	1638 m2	245			24 - Innervegge ROCKWO Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Glassveggsystem, 240	1710 m2	590			24 - Innervegge NEPD-388 Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Gipsplate, 12.5 mm, 9	4200 m2	512			24 - Innervegge EPD Gypr Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4			3942			24 - Innervegge
D	Trelast, bartre (Treindu	462 m2	-15354	20374		24 - Innervegge Sawn drier Incineration of wood D

			119529	38225	127442	24 - Innervegge	
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	112 m2	111	1842	1159	25 - Dekker	Sawn drier
A1-A3	Isolasjon/mineralull, 0.0	509,88 m2	9259	0	8413	25 - Dekker	ROCKWO
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	509,88 m2	351	5833	3671	25 - Dekker	Sawn drier
A1-A3	Ferdigbetong, eksklude	2009,49 m2	31985	0	302147	25 - Dekker	B35 MF45
A1-A3	Forestia Sponplater, 6	2009,49 m2	8665	46729	29487	Sponplater 25 - Dekker	NEPD002
A1-A3	Gipsplate, gulvplate, 1	2009,49 m2	6229	0	24114	Gips, 4 row 25 - Dekker	Norgips H
A1-A3	Glava glassull, L = 0.0	2009,49 m2	3543	0	4662	Tre - Gulv - 25 - Dekker	EPD Glav
A1-A3	Dampsperre i plast, 0.1	2120,31 m2	666	0	295	Plastic - Tr: 25 - Dekker	Gram Dar
A1-A3	Cross laminated timber	4130,12 m2	1723	120765	77646	CLT - vertic 25 - Dekker	EPD CLT I
A1-A3	Cross laminated timber	6195,18 m2	5169	362294	232939	CLT - horiz 25 - Dekker	EPD CLT I
A1-A3	Forsterkning stål (arme	14066 kg	5288	0	14066	25 - Dekker	One Click
A1-A3			72989	537462	698599	25 - Dekker	
A4	Trelast, bartre (Treindu	112 m2	6		0	25 - Dekker	Sawn drier Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, 0.0	509,88 m2	23		0	25 - Dekker	ROCKWO Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Trelast, bartre (Treindu	509,88 m2	18		0	25 - Dekker	Sawn drier Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Ferdigbetong, eksklude	2009,49 m2	1571		0	25 - Dekker	B35 MF45 Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Forestia Sponplater, 6	2009,49 m2	147		0	Sponplater 25 - Dekker	NEPD002 Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Gipsplate, gulvplate, 1	2009,49 m2	65		1688	Gips, 4 row 25 - Dekker	Norgips H Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Glava glassull, L = 0.0	2009,49 m2	12		326	Tre - Gulv - 25 - Dekker	EPD Glav Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Dampsperre i plast, 0.1	2120,31 m2	1		32	Plastic - Tr: 25 - Dekker	Gram Dar Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Cross laminated timber	4130,12 m2	387		0	CLT - vertic 25 - Dekker	EPD CLT I Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Cross laminated timber	6195,18 m2	1160		0	CLT - horiz 25 - Dekker	EPD CLT I Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arme	14066 kg	59		1547	25 - Dekker	One Click Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			3448		3594	25 - Dekker	
A5	Trelast, bartre (Treindu	112 m2	26		232	25 - Dekker	Sawn drier
A5	Isolasjon/mineralull, 0.0	509,88 m2	772		1346	25 - Dekker	ROCKWO
A5	Trelast, bartre (Treindu	509,88 m2	66		587	25 - Dekker	Sawn drier
A5	Ferdigbetong, eksklude	2009,49 m2	344		6043	25 - Dekker	B35 MF45
A5	Forestia Sponplater, 6	2009,49 m2	921		5897	Sponplater 25 - Dekker	NEPD002
A5	Gipsplate, gulvplate, 1	2009,49 m2	647		4992	Gips, 4 row 25 - Dekker	Norgips H
A5	Glava glassull, L = 0.0	2009,49 m2	285		772	Tre - Gulv - 25 - Dekker	EPD Glav
A5	Dampsperre i plast, 0.1	2120,31 m2	68		62	Plastic - Tr: 25 - Dekker	Gram Dar
A5	Cross laminated timber	4130,12 m2	593		7765	CLT - vertic 25 - Dekker	EPD CLT I
A5	Cross laminated timber	6195,18 m2	1778		23294	CLT - horiz 25 - Dekker	EPD CLT I
A5	Forsterkning stål (arme	14066 kg	265		1439	25 - Dekker	One Click
A5			5765		52429	25 - Dekker	
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	112 m2	146			25 - Dekker	Sawn drier Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Isolasjon/mineralull, 0.0	509,88 m2	367			25 - Dekker	ROCKWO Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	509,88 m2	461			25 - Dekker	Sawn drier Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Ferdigbetong, eksklude	2009,49 m2	825			25 - Dekker	B35 MF45 Preparation of construction waste

C1-C4	Forestia Sponplater, 6:	2009,49	m2	399			Sponplater 25 - Dekker	NEPD002: Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Gipsplate, gulvplate, 1:	2009,49	m2	172			Gips, 4 row 25 - Dekker	Norgips H: Gips
C1-C4	Glava glassull, L = 0.0:	2009,49	m2	13			Tre - Gulv - 25 - Dekker	EPD Glav: Preparation of construction waste
C1-C4	Dampsperre i plast, 0.1	2120,31	m2	13			Plastic - Tr: 25 - Dekker	Gram Dan Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Cross laminated timber	4130,12	m2	9746			CLT - vertic 25 - Dekker	EPD CLT I Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Cross laminated timber	6195,18	m2	29239			CLT - horiz 25 - Dekker	EPD CLT I Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Forsterkning stål (arme	14066	kg	109			25 - Dekker	One Click Stålavfall
C1-C4				41489			25 - Dekker	
D	Trelast, bartre (Treindu	112	m2	-874		1159	25 - Dekker	Sawn drier Incineration of wood D
D	Trelast, bartre (Treindu	509,88	m2	-2767		3671	25 - Dekker	Sawn drier Incineration of wood D
D	Ferdigbetong, eksklude	2009,49	m2	-7940		271932	25 - Dekker	B35 MF45 Fordeler med resisirkulering av muravfall
D	Cross laminated timber	4130,12	m2	-58514		77646	CLT - vertic 25 - Dekker	EPD CLT I Incineration of wood D
D	Cross laminated timber	6195,18	m2	-175542		232939	CLT - horiz 25 - Dekker	EPD CLT I Incineration of wood D
D	Forsterkning stål (arme	14066	kg	0		0	25 - Dekker	One Click Fordeler med resirkulering av stål
D							25 - Dekker	
		123692		537462		754623	25 - Dekker	
A1-A3	Ferdigbetong, eksklude	1623,43	m2	36915		0 348713	252 - Gulv på gr B35 MF45	
A1-A3	Insulation EPS, graphit	1623,43	m2	3822		0 6494	252 - Gulv på gr MD-16006	
A1-A3	Forsterkning stål (arme	16234	kg	6103		0 16234	252 - Gulv på gr One Click	
A1-A3				46840		371440	252 - Gulv på g	
A4	Ferdigbetong, eksklude	1623,43	m2	1813		0	252 - Gulv på gr B35 MF45 Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate	
A4	Insulation EPS, graphit	1623,43	m2	45		0	252 - Gulv på gr MD-16006 Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate	
A4	Forsterkning stål (arme	16234	kg	68		1786	252 - Gulv på gr One Click Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate	
A4				1926		1786	252 - Gulv på g	
A5	Ferdigbetong, eksklude	1623,43	m2	397		6974	252 - Gulv på gr B35 MF45	
A5	Insulation EPS, graphit	1623,43	m2	158		519	252 - Gulv på gr MD-16006	
A5	Forsterkning stål (arme	16234	kg	305		1661	252 - Gulv på gr One Click	
A5				860		9155	252 - Gulv på g	
C1-C4	Ferdigbetong, eksklude	1623,43	m2	952			252 - Gulv på gr B35 MF45 Preparation of construction waste	
C1-C4	Insulation EPS, graphit	1623,43	m2	88			252 - Gulv på gr MD-16006 Disposal of inert material (e.g. Glass) C4	
C1-C4	Forsterkning stål (arme	16234	kg	126			252 - Gulv på gr One Click Stålavfall	
C1-C4				1165			252 - Gulv på g	
D	Ferdigbetong, eksklude	1623,43	m2	-9164		313841	252 - Gulv på gr B35 MF45 Fordeler med resisirkulering av muravfall	
D	Forsterkning stål (arme	16234	kg	0		0	252 - Gulv på gr One Click Fordeler med resirkulering av stål	
D							252 - Gulv på g	
		50792		382381		252 - Gulv på g		
A1-A3	Linoleum, 3 kg/m2	401,9	m2	1659		0 1206	Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.c	
A1-A3	Linoleum, 3 kg/m2	649,37	m2	2680		0 1948	Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.c	
A1-A3	Woven carpet tiles, bitu	974,06	m2	2233		0 4237	Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigm	
A1-A3	Woven carpet tiles, bitu	1607,59	m2	3685		0 6993	Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigm	
A1-A3				10257		14384	255 - Gulvoverl	

A4	Linoleum, 3 kg/m2	401,9 m2	5	0 Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.c Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Linoleum, 3 kg/m2	649,37 m2	8	0 Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.c Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Woven carpet tiles, bitu	974,06 m2	18	0 Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigm Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Woven carpet tiles, bitu	1607,59 m2	29	0 Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigm Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			61	255 - Gulvoverl
A5	Linoleum, 3 kg/m2	401,9 m2	235	121 Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.c
A5	Linoleum, 3 kg/m2	649,37 m2	380	195 Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.c
A5	Woven carpet tiles, bitu	974,06 m2	113	423 Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigm
A5	Woven carpet tiles, bitu	1607,59 m2	187	699 Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigm
A5			916	1438 255 - Gulvoverl
B4-B5	Linoleum, 3 kg/m2	401,9 m2	9419	4823 Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.c
B4-B5	Linoleum, 3 kg/m2	649,37 m2	15218	7792 Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.c
B4-B5	Woven carpet tiles, bitu	974,06 m2	4524	16939 Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigm
B4-B5	Woven carpet tiles, bitu	1607,59 m2	7467	27956 Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigm
B4-B5			36629	57510 255 - Gulvoverl
C1-C4	Linoleum, 3 kg/m2	401,9 m2	3045	Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.c Incineration of plastic (including benefits) C4
C1-C4	Linoleum, 3 kg/m2	649,37 m2	4921	Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.c Incineration of plastic (including benefits) C4
C1-C4	Woven carpet tiles, bitu	974,06 m2	12	Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigm Preparation of construction waste
C1-C4	Woven carpet tiles, bitu	1607,59 m2	19	Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigm Preparation of construction waste
C1-C4			7997	255 - Gulvoverl
D	Linoleum, 3 kg/m2	401,9 m2	-1877	1206 Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.c Incineration of plastic (including benefits) D
D	Linoleum, 3 kg/m2	649,37 m2	-3032	1948 Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.c Incineration of plastic (including benefits) D
D	Woven carpet tiles, bitu	974,06 m2	-6588	4232 Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigm Incineration of plastic (including benefits) D
D	Woven carpet tiles, bitu	1607,59 m2	-10873	6985 Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigm Incineration of plastic (including benefits) D
D			55858	73332 255 - Gulvoverl
A1-A3	Akustiske himlingsplat	3142,32 m2	3482	0 5971 Himlingspl� 257 - Systemhir NEPD-340
A4	Akustiske himlingsplat	3142,32 m2	41	1075 Himlingspl� 257 - Systemhir NEPD-340 Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A5	Akustiske himlingsplat	3142,32 m2	288	1041 Himlingspl� 257 - Systemhir NEPD-340
C1-C4	Akustiske himlingsplat	3142,32 m2	81	Himlingspl� 257 - Systemhir NEPD-340 Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
			3892	8087 257 - Systemhi
A1-A3	Dampsp�rre i plast, 0.1	2052,57 m2	645	0 285 Vapour / M 26 - Yttertak Gram Darr
A1-A3	Bitumenpolymer memb	2120,63 m2	4873	0 7952 Roofing - E 26 - Yttertak Isola Mest
A1-A3	Isolasjon/mineralull, 0.1	2120,63 m2	44928	0 40822 26 - Yttertak ROCKWO
A1-A3	Cross laminated timbe	4130,12 m2	1723	120765 77646 CLT - vertic 26 - Yttertak EPD CLT I
A1-A3	Cross laminated timbe	6195,18 m2	5169	362294 232939 CLT - horiz 26 - Yttertak EPD CLT I
A1-A3			57338 483059 359645	26 - Yttertak
A4	Dampsp�rre i plast, 0.1	2052,57 m2	1	31 Vapour / M 26 - Yttertak Gram Darr Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Bitumenpolymer memb	2120,63 m2	18	477 Roofing - E 26 - Yttertak Isola Mest Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, 0.1	2120,63 m2	109	0 26 - Yttertak ROCKWO Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Cross laminated timbe	4130,12 m2	387	0 CLT - vertic 26 - Yttertak EPD CLT I Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate

A4	Cross laminated timber	6195,18 m2	1160		0 CLT - horiz 26 - Yttertak	EPD CLT I Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			1675	509	26 - Yttertak	
A5	Dampsperre i plast, 0.1	2052,57 m2	66		60 Vapour / M 26 - Yttertak	Gram Darr
A5	Bitumenpolymer memb	2120,63 m2	524		1638 Roofing - E 26 - Yttertak	Isola Mest
A5	Isolasjon/mineralull, 0.1	2120,63 m2	3745		6532 26 - Yttertak	ROCKWO
A5	Cross laminated timber	4130,12 m2	593		7765 CLT - vertic 26 - Yttertak	EPD CLT I
A5	Cross laminated timber	6195,18 m2	1778		23294 CLT - horiz 26 - Yttertak	EPD CLT I
A5			6706	39288	26 - Yttertak	
B4-B5	Bitumenpolymer memb	2120,63 m2	10475		32764 Roofing - E 26 - Yttertak	Isola Mest
C1-C4	Dampsperre i plast, 0.1	2052,57 m2	12		Vapour / M 26 - Yttertak	Gram Darr Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Bitumenpolymer memb	2120,63 m2	347		Roofing - E 26 - Yttertak	Isola Mest Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Isolasjon/mineralull, 0.1	2120,63 m2	1779		26 - Yttertak	ROCKWO Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Cross laminated timber	4130,12 m2	9746		CLT - vertic 26 - Yttertak	EPD CLT I Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Cross laminated timber	6195,18 m2	29239		CLT - horiz 26 - Yttertak	EPD CLT I Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4			41124		26 - Yttertak	
D	Cross laminated timber	4130,12 m2	-58514		77646 CLT - vertic 26 - Yttertak	EPD CLT I Incineration of wood D
D	Cross laminated timber	6195,18 m2	-175542		232939 CLT - horiz 26 - Yttertak	EPD CLT I Incineration of wood D
D			117318	483059	432206	26 - Yttertak
A1-A3	Ferdigbetong, eksklude	17,32 m3	3938	0	37203	28 - Trapper, ba B35 MF45
A1-A3	Forsterkning stål (arme	1732 kg	651	0	1732	28 - Trapper, ba One Click
A1-A3			4589		38935	28 - Trapper, b:
A4	Ferdigbetong, eksklude	17,32 m3	193		0	28 - Trapper, ba B35 MF45 Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arme	1732 kg	7		191	28 - Trapper, ba One Click Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			201		191	28 - Trapper, b:
A5	Ferdigbetong, eksklude	17,32 m3	42		744	28 - Trapper, ba B35 MF45
A5	Forsterkning stål (arme	1732 kg	33		177	28 - Trapper, ba One Click
A5			75		921	28 - Trapper, b:
C1-C4	Ferdigbetong, eksklude	17,32 m3	102			28 - Trapper, ba B35 MF45 Preparation of construction waste
C1-C4	Forsterkning stål (arme	1732 kg	13			28 - Trapper, ba One Click Stålavfall
C1-C4			115			28 - Trapper, b:
D	Ferdigbetong, eksklude	17,32 m3	-978		33483	28 - Trapper, ba B35 MF45 Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Forsterkning stål (arme	1732 kg	0		0	28 - Trapper, ba One Click Fordeler med resirkulering av stål
D			4980		40047	28 - Trapper, b:
B6	Elektrisitet, Norge, forv	105682 kWh	154346			LCA study
			154346			

Entity	Project name	Design	n	Indicator name					
Joachin	Mediehus Volda	3	Massivt Klimagassutslipp, NS 3720						
Avsnitt	Ressurs	Brukerin	Enhe	Klimaga	Biogent	Masse	k	Komment	
								Bygningsdel	
								Datakilde	
								Transformasjonsprosess	
A1-A3	Strukturelle stålprofiler	2,12	m3	21939	0	16642		222 - Søyler	One Click L
A4	Strukturelle stålprofiler	2,12	m3	70		1831		222 - Søyler	One Click L Trailer, 40 tons kapasitet, 100% fyllingsrate
A5	Strukturelle stålprofiler	2,12	m3	731		1159		222 - Søyler	One Click L
C1-C4	Strukturelle stålprofiler	2,12	m3	129				222 - Søyler	One Click L Stålavfall
D	Strukturelle stålprofiler	2,12	m3	-4923		2829		222 - Søyler	One Click L Fordeler med resirkulering av stål
				22868		19631		222 - Søyler	
A1-A3	Strukturelle stålprofiler	10,31	m3	106693	0	80934		223 - Bjelker	One Click L
A4	Strukturelle stålprofiler	10,31	m3	341		8903		223 - Bjelker	One Click L Trailer, 40 tons kapasitet, 100% fyllingsrate
A5	Strukturelle stålprofiler	10,31	m3	3553		5635		223 - Bjelker	One Click L
C1-C4	Strukturelle stålprofiler	10,31	m3	627				223 - Bjelker	One Click L Stålavfall
D	Strukturelle stålprofiler	10,31	m3	-23940		13759		223 - Bjelker	One Click L Fordeler med resirkulering av stål
				111214		95472		223 - Bjelker	
A1-A3	Insulation EPS, graphi	43,22	m2	41	0	69		23 - Yttervegger	MD-16006-
A1-A3	Ferdigbetong, eksklud	109,12	m2	7444	0	70317		23 - Yttervegger	B35 MF45 |
A1-A3	Mørtel, fiberforsterket,	167,73	m2	660	0	3556	Puss, 9 ro	23 - Yttervegger	EPD for Un
A1-A3	Insulation EPS, graphi	167,73	m2	474	0	805		23 - Yttervegger	MD-16006-
A1-A3	Trelast, bartre (Treind	168,62	m2	167	2773	1745	Tre - Lekte	23 - Yttervegger	Sawn dried
A1-A3	Trelast, bartre (Treind	171,59	m2	354	5889	3706	Stender/Is	23 - Yttervegger	Sawn dried
A1-A3	Ferdigbetong, eksklud	399,12	m2	13613	0	128596		23 - Yttervegger	B35 MF45 |
A1-A3	Isolasjon/mineralull, FI	608,36	m2	1061	0	1022	Stender/Is	23 - Yttervegger	ROCKWOC
A1-A3	Isolasjon/mineralull, 0.	736,75	m2	11149	0	10130	Isolasjon, I	23 - Yttervegger	ROCKWOC
A1-A3	Gipsplate, 12.5 mm, 9	779,9	m2	1326	0	7019	Gips, 320 I	23 - Yttervegger	EPD Gypro
A1-A3	Dampsperre i plast, 0.	779,96	m2	245	0	108	Vapour / M	23 - Yttervegger	Gram Dam
A1-A3	Fasadeplate i naturste	779,96	m2	13135	0	9360	Fasadepla	23 - Yttervegger	NEPD0009
A1-A3	Cross laminated timbe	1559,93	m2	325	22806	14663	CLT - verti	23 - Yttervegger	EPD CLT b
A1-A3	Cross laminated timbe	2339,89	m2	488	34209	21995	CLT - horiz	23 - Yttervegger	EPD CLT b
A1-A3	Forsterkning stål (arm	9270	kg	3485	0	9270		23 - Yttervegger	One Click L
A1-A3				53966	65677	282363		23 - Yttervegger	
A4	Insulation EPS, graphi	43,22	m2	0		0		23 - Yttervegger	MD-16006- Trailer, 40 tons kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Ferdigbetong, eksklud	109,12	m2	366		0		23 - Yttervegger	B35 MF45 | Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Mørtel, fiberforsterket,	167,73	m2	10		249	Puss, 9 ro	23 - Yttervegger	EPD for Un Trailer, 40 tons kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Insulation EPS, graphi	167,73	m2	2		0		23 - Yttervegger	MD-16006- Trailer, 40 tons kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Trelast, bartre (Treind	168,62	m2	9		0	Tre - Lekte	23 - Yttervegger	Sawn dried Trailer, 40 tons kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Trelast, bartre (Treind	171,59	m2	18		0	Stender/Is	23 - Yttervegger	Sawn dried Trailer, 40 tons kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Ferdigbetong, eksklud	399,12	m2	669		0		23 - Yttervegger	B35 MF45 | Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, FI	608,36	m2	3		0	Stender/Is	23 - Yttervegger	ROCKWOC Trailer, 40 tons kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, 0.	736,75	m2	27		0	Isolasjon, I	23 - Yttervegger	ROCKWOC Trailer, 40 tons kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Gipsplate, 12.5 mm, 9	779,9	m2	19		0	Gips, 320 I	23 - Yttervegger	EPD Gypro Trailer, 40 tons kapasitet, 100% fyllingsrate

A4	Dampsperre i plast, 0.	779,96 m2	0	12 Vapour / N 23 - Yttervegger	Gram Dam| Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Fasadeplate i naturste	779,96 m2	25	0 Fasadepla 23 - Yttervegger	NEPD0009 Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Cross laminated timbe	1559,93 m2	73	0 CLT - verti 23 - Yttervegger	EPD CLT b Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Cross laminated timbe	2339,89 m2	109	0 CLT - horiz 23 - Yttervegger	EPD CLT b Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arm	9270 kg	39	1020 23 - Yttervegger	One Click L Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			1369	1281	23 - Yttervegger
A5	Insulation EPS, graphi	43,22 m2	2	6 23 - Yttervegger	MD-16006-
A5	Ferdigbetong, eksklud	109,12 m2	80	1406 23 - Yttervegger	B35 MF45 |
A5	Mørtel, fiberforsterket,	167,73 m2	88	957 Puss, 9 ro 23 - Yttervegger	EPD for Un
A5	Insulation EPS, graphi	167,73 m2	19	64 23 - Yttervegger	MD-16006-
A5	Trelast, bartre (Treindt	168,62 m2	39	349 Tre - Lekte 23 - Yttervegger	Sawn dried
A5	Trelast, bartre (Treindt	171,59 m2	67	593 Stender/ls 23 - Yttervegger	Sawn dried
A5	Ferdigbetong, eksklud	399,12 m2	146	2572 23 - Yttervegger	B35 MF45 |
A5	Isolasjon/mineralull, Fl	608,36 m2	89	164 Stender/ls 23 - Yttervegger	ROCKWOC
A5	Isolasjon/mineralull, 0.	736,75 m2	465	810 Isolasjon, l 23 - Yttervegger	ROCKWOC
A5	Gipsplate, 12.5 mm, 9	779,9 m2	144	1404 Gips, 320 l 23 - Yttervegger	EPD Gypro
A5	Dampsperre i plast, 0.	779,96 m2	25	23 Vapour / N 23 - Yttervegger	Gram Dam|
A5	Fasadeplate i naturste	779,96 m2	593	842 Fasadepla 23 - Yttervegger	NEPD0009
A5	Cross laminated timbe	1559,93 m2	112	1466 CLT - verti 23 - Yttervegger	EPD CLT b
A5	Cross laminated timbe	2339,89 m2	168	2199 CLT - horiz 23 - Yttervegger	EPD CLT b
A5	Forsterkning stål (arm	9270 kg	174	949 23 - Yttervegger	One Click L
A5			2212	13805	23 - Yttervegger
C1-C4	Insulation EPS, graphi	43,22 m2	1	23 - Yttervegger	MD-16006- Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Ferdigbetong, eksklud	109,12 m2	192	23 - Yttervegger	B35 MF45 | Preparation of construction waste
C1-C4	Mørtel, fiberforsterket,	167,73 m2	10	Puss, 9 ro 23 - Yttervegger	EPD for Un Preparation of construction waste
C1-C4	Insulation EPS, graphi	167,73 m2	11	23 - Yttervegger	MD-16006- Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Trelast, bartre (Treindt	168,62 m2	219	Tre - Lekte 23 - Yttervegger	Sawn dried Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Trelast, bartre (Treindt	171,59 m2	465	Stender/ls 23 - Yttervegger	Sawn dried Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Ferdigbetong, eksklud	399,12 m2	351	23 - Yttervegger	B35 MF45 | Preparation of construction waste
C1-C4	Isolasjon/mineralull, Fl	608,36 m2	45	Stender/ls 23 - Yttervegger	ROCKWOC Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Isolasjon/mineralull, 0.	736,75 m2	441	Isolasjon, l 23 - Yttervegger	ROCKWOC Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Gipsplate, 12.5 mm, 9	779,9 m2	95	Gips, 320 l 23 - Yttervegger	EPD Gypro Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Dampsperre i plast, 0.	779,96 m2	5	Vapour / N 23 - Yttervegger	Gram Dam| Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Fasadeplate i naturste	779,96 m2	26	Fasadepla 23 - Yttervegger	NEPD0009 Preparation of construction waste
C1-C4	Cross laminated timbe	1559,93 m2	1841	CLT - verti 23 - Yttervegger	EPD CLT b Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Cross laminated timbe	2339,89 m2	2761	CLT - horiz 23 - Yttervegger	EPD CLT b Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Forsterkning stål (arm	9270 kg	72	23 - Yttervegger	One Click L Stålavfall
C1-C4			6533	23 - Yttervegger	
D	Ferdigbetong, eksklud	109,12 m2	-1848	63285 23 - Yttervegger	B35 MF45 | Fordeler med resisrkulering av muravfall
D	Mørtel, fiberforsterket,	167,73 m2	-45	-2845 Puss, 9 ro 23 - Yttervegger	EPD for Un Crushed stone
D	Trelast, bartre (Treindt	168,62 m2	-1315	1745 Tre - Lekte 23 - Yttervegger	Sawn dried Incineration of wood D

D	Trelast, bartre (Treindt	171,59 m2	-2793		3706 Stender/Is	23 - Yttervegger	Sawn dried Incineration of wood D
D	Ferdigbetong, eksklud	399,12 m2	-3380	115737		23 - Yttervegger	B35 MF45 | Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Fasadeplate i naturste	779,96 m2	-118		-7488 Fasadepla	23 - Yttervegger	NEPD0009 Crushed stone
D	Cross laminated timbe	1559,93 m2	-11050		14663 CLT - verti	23 - Yttervegger	EPD CLT b Incineration of wood D
D	Cross laminated timbe	2339,89 m2	-16575		21995 CLT - hori	23 - Yttervegger	EPD CLT b Incineration of wood D
D	Forsterkning stål (arm	9270 kg	0		0	23 - Yttervegger	One Click L Fordeler med resirkulering av stål
D						23 - Yttervegger	
			64080	65677	297448	23 - Yttervegger	
A1-A3	Glass façade, 3050 x 3	1500,26 m2	156499	0	62216	233 - Glassfasac	EPD
A4	Glass façade, 3050 x 3	1500,26 m2	143		0	233 - Glassfasac	EPD Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A5	Glass façade, 3050 x 3	1500,26 m2	0		0	233 - Glassfasac	EPD
C1-C4	Glass façade, 3050 x 3	1500,26 m2	170			233 - Glassfasac	EPD Preparation of construction waste
			156812	62216		233 - Glassfasa	
A1-A3	Insulation, EPS, L = 0.	142 m2	128	0	213	24 - Innervegger	MD-16005-
A1-A3	Kryssfiner fra bøk, ger	284 m2	325	5853	3874	24 - Innervegger	One Click L
A1-A3	Trelast, bartre (Treindt	462 m2	1947	32372	20374	24 - Innervegger	Sawn dried
A1-A3	Isolasjon/mineralull, FI	1638 m2	5832	0	5618	24 - Innervegger	ROCKWOC
A1-A3	Glassveggsystem, 24C	1710 m2	98104	0	43606	24 - Innervegger	NEPD-388-
A1-A3	Gipsplate, 12.5 mm, 9	4200 m2	7140	0	37800	24 - Innervegger	EPD Gypro
A1-A3			113477	38225	111485	24 - Innervegge	
A4	Insulation, EPS, L = 0.	142 m2	0		0	24 - Innervegger	MD-16005- Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Kryssfiner fra bøk, ger	284 m2	19		0	24 - Innervegger	One Click L Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Trelast, bartre (Treindt	462 m2	101		0	24 - Innervegger	Sawn dried Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, FI	1638 m2	15		0	24 - Innervegger	ROCKWOC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Glassveggsystem, 24C	1710 m2	100		2616	24 - Innervegger	NEPD-388- Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Gipsplate, 12.5 mm, 9	4200 m2	101		0	24 - Innervegger	EPD Gypro Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			338	2616		24 - Innervegge	
A5	Insulation, EPS, L = 0.	142 m2	5		17	24 - Innervegger	MD-16005-
A5	Kryssfiner fra bøk, ger	284 m2	38		775	24 - Innervegger	One Click L
A5	Trelast, bartre (Treindt	462 m2	461		4075	24 - Innervegger	Sawn dried
A5	Isolasjon/mineralull, FI	1638 m2	487		899	24 - Innervegger	ROCKWOC
A5	Glassveggsystem, 24C	1710 m2	0		0	24 - Innervegger	NEPD-388-
A5	Gipsplate, 12.5 mm, 9	4200 m2	775		7560	24 - Innervegger	EPD Gypro
A5			1766	13326		24 - Innervegge	
C1-C4	Insulation, EPS, L = 0.	142 m2	3			24 - Innervegger	MD-16005- Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Kryssfiner fra bøk, ger	284 m2	35			24 - Innervegger	One Click L Trevirke
C1-C4	Trelast, bartre (Treindt	462 m2	2557			24 - Innervegger	Sawn dried Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Isolasjon/mineralull, FI	1638 m2	245			24 - Innervegger	ROCKWOC Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Glassveggsystem, 24C	1710 m2	590			24 - Innervegger	NEPD-388- Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Gipsplate, 12.5 mm, 9	4200 m2	512			24 - Innervegger	EPD Gypro Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4			3942			24 - Innervegge	

D	Trelast, bartre (Treindu	462 m2	-15354		20374	24 - Innervegger	Sawn dried Incineration of wood D
			119523	38225	127427	24 - Innervegge	
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	112 m2	111	1842	1159	25 - Dekker	Sawn dried
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	509,88 m2	351	5833	3671	25 - Dekker	Sawn dried
A1-A3	Isolasjon/mineralull, 0.	509,88 m2	9259	0	8413	25 - Dekker	ROCKWOOL
A1-A3	Glava glassull, L = 0.0	2009,49 m2	3543	0	4662	Tre - Gulv 25 - Dekker	EPD Glava
A1-A3	Forestia Sponplater, 6	2009,49 m2	8665	46729	29487	Sponplater 25 - Dekker	NEPD0027
A1-A3	Gipsplate, gulvplate, 1	2009,49 m2	6229	0	24114	Gips, 4 rov 25 - Dekker	Norgips Ha
A1-A3	Ferdigbetong, eksklud	2009,49 m2	31985	0	302147	25 - Dekker	B35 MF45
A1-A3	Dampsperre i plast, 0.	2120,31 m2	666	0	295	Plastic - Tr 25 - Dekker	Gram Dam
A1-A3	Cross laminated timbe	4130,12 m2	1723	120765	77646	CLT - verti 25 - Dekker	EPD CLT b
A1-A3	Cross laminated timbe	6195,18 m2	5169	362294	232939	CLT - horiz 25 - Dekker	EPD CLT b
A1-A3	Forsterkning stål (arm	14066 kg	5288	0	14066	25 - Dekker	One Click L
A1-A3			72989	537462	698599	25 - Dekker	
A4	Trelast, bartre (Treindu	112 m2	6		0	25 - Dekker	Sawn dried Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Trelast, bartre (Treindu	509,88 m2	18		0	25 - Dekker	Sawn dried Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, 0.	509,88 m2	23		0	25 - Dekker	ROCKWOOL Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Glava glassull, L = 0.0	2009,49 m2	12		326	Tre - Gulv 25 - Dekker	EPD Glava Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forestia Sponplater, 6	2009,49 m2	147		0	Sponplater 25 - Dekker	NEPD0027 Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Gipsplate, gulvplate, 1	2009,49 m2	65		1688	Gips, 4 rov 25 - Dekker	Norgips Ha Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Ferdigbetong, eksklud	2009,49 m2	1571		0	25 - Dekker	B35 MF45 | Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Dampsperre i plast, 0.	2120,31 m2	1		32	Plastic - Tr 25 - Dekker	Gram Dam | Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Cross laminated timbe	4130,12 m2	387		0	CLT - verti 25 - Dekker	EPD CLT b Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Cross laminated timbe	6195,18 m2	1160		0	CLT - horiz 25 - Dekker	EPD CLT b Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arm	14066 kg	59		1547	25 - Dekker	One Click L Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			3448		3594	25 - Dekker	
A5	Trelast, bartre (Treindu	112 m2	26		232	25 - Dekker	Sawn dried
A5	Trelast, bartre (Treindu	509,88 m2	66		587	25 - Dekker	Sawn dried
A5	Isolasjon/mineralull, 0.	509,88 m2	772		1346	25 - Dekker	ROCKWOOL
A5	Glava glassull, L = 0.0	2009,49 m2	285		772	Tre - Gulv 25 - Dekker	EPD Glava
A5	Forestia Sponplater, 6	2009,49 m2	921		5897	Sponplater 25 - Dekker	NEPD0027
A5	Gipsplate, gulvplate, 1	2009,49 m2	647		4992	Gips, 4 rov 25 - Dekker	Norgips Ha
A5	Ferdigbetong, eksklud	2009,49 m2	344		6043	25 - Dekker	B35 MF45
A5	Dampsperre i plast, 0.	2120,31 m2	68		62	Plastic - Tr 25 - Dekker	Gram Dam
A5	Cross laminated timbe	4130,12 m2	593		7765	CLT - verti 25 - Dekker	EPD CLT b
A5	Cross laminated timbe	6195,18 m2	1778		23294	CLT - horiz 25 - Dekker	EPD CLT b
A5	Forsterkning stål (arm	14066 kg	265		1439	25 - Dekker	One Click L
A5			5765		52429	25 - Dekker	
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	112 m2	146			25 - Dekker	Sawn dried Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	509,88 m2	461			25 - Dekker	Sawn dried Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Isolasjon/mineralull, 0.	509,88 m2	367			25 - Dekker	ROCKWOOL Bygningsavfall til deponi

C1-C4	Glava glassull, L = 0.0	2009,49 m2	13		Tre - Gulv 25 - Dekker	EPD Glava Preparation of construction waste
C1-C4	Forestia Sponplater, 6	2009,49 m2	399		Sponplate 25 - Dekker	NEPD0027 Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Gipsplate, gulvplate, 1	2009,49 m2	172		Gips, 4 rov 25 - Dekker	Norgips Ha Gips
C1-C4	Ferdigbetong, eksklud	2009,49 m2	825		25 - Dekker	B35 MF45 | Preparation of construction waste
C1-C4	Dampsperre i plast, 0.	2120,31 m2	13		Plastic - Tr 25 - Dekker	Gram Dam Byggningsavfall til deponi
C1-C4	Cross laminated timbe	4130,12 m2	9746		CLT - verti 25 - Dekker	EPD CLT b Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Cross laminated timbe	6195,18 m2	29239		CLT - horiz 25 - Dekker	EPD CLT b Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Forsterkning stål (arm	14066 kg	109		25 - Dekker	One Click L Stålavfall
C1-C4			41489		25 - Dekker	
D	Trelast, bartre (Treindt	112 m2	-874	1159	25 - Dekker	Sawn dried Incineration of wood D
D	Trelast, bartre (Treindt	509,88 m2	-2767	3671	25 - Dekker	Sawn dried Incineration of wood D
D	Ferdigbetong, eksklud	2009,49 m2	-7940	271932	25 - Dekker	B35 MF45 | Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Cross laminated timbe	4130,12 m2	-58514	77646	CLT - verti 25 - Dekker	EPD CLT b Incineration of wood D
D	Cross laminated timbe	6195,18 m2	-175542	232939	CLT - horiz 25 - Dekker	EPD CLT b Incineration of wood D
D	Forsterkning stål (arm	14066 kg	0	0	25 - Dekker	One Click L Fordeler med resirkulering av stål
D					25 - Dekker	
			123692	537462	754623	25 - Dekker
A1-A3	Insulation EPS, graphi	1623,43 m2	3822	0	6494	252 - Gulv på gr MD-16006-
A1-A3	Ferdigbetong, eksklud	1623,43 m2	36915	0	348713	252 - Gulv på gr B35 MF45 |
A1-A3	Forsterkning stål (arm	16234 kg	6103	0	16234	252 - Gulv på gr One Click L
A1-A3			46840		371440	252 - Gulv på gr
A4	Insulation EPS, graphi	1623,43 m2	15	0		252 - Gulv på gr MD-16006- Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Ferdigbetong, eksklud	1623,43 m2	1813	0		252 - Gulv på gr B35 MF45 | Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arm	16234 kg	68	1786		252 - Gulv på gr One Click L Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			1897		1786	252 - Gulv på gr
A5	Insulation EPS, graphi	1623,43 m2	157	519		252 - Gulv på gr MD-16006-
A5	Ferdigbetong, eksklud	1623,43 m2	397	6974		252 - Gulv på gr B35 MF45 |
A5	Forsterkning stål (arm	16234 kg	305	1661		252 - Gulv på gr One Click L
A5			859		9155	252 - Gulv på gr
C1-C4	Insulation EPS, graphi	1623,43 m2	88			252 - Gulv på gr MD-16006- Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Ferdigbetong, eksklud	1623,43 m2	952			252 - Gulv på gr B35 MF45 | Preparation of construction waste
C1-C4	Forsterkning stål (arm	16234 kg	126			252 - Gulv på gr One Click L Stålavfall
C1-C4			1165			252 - Gulv på gr
D	Ferdigbetong, eksklud	1623,43 m2	-9164	313841		252 - Gulv på gr B35 MF45 | Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Forsterkning stål (arm	16234 kg	0	0		252 - Gulv på gr One Click L Fordeler med resirkulering av stål
D						252 - Gulv på gr
			50761		382381	252 - Gulv på gr
A1-A3	Linoleum, 3 kg/m2	401,9 m2	1659	0	1206 Vinyl, 4 ro\	255 - Gulvoverflæ Oekobau.d
A1-A3	Linoleum, 3 kg/m2	649,37 m2	2680	0	1948 Gulv, 2 rov	255 - Gulvoverflæ Oekobau.d
A1-A3	Woven carpet tiles, bit	974,06 m2	2233	0	4237 Gulv, 2 rov	255 - Gulvoverflæ EPD Sigma
A1-A3	Woven carpet tiles, bit	1607,59 m2	3685	0	6993 Vinyl, 4 ro\	255 - Gulvoverflæ EPD Sigma

A1-A3			10257	14384	255 - Gulvoverfl
A4	Linoleum, 3 kg/m2	401,9 m2	5	0 Vinyl, 4 ro\ 255	- Gulvoverfl� Oekobau.d Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Linoleum, 3 kg/m2	649,37 m2	8	0 Gulv, 2 rov 255	- Gulvoverfl� Oekobau.d Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Woven carpet tiles, bit	974,06 m2	18	0 Gulv, 2 rov 255	- Gulvoverflæ EPD Sigma Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Woven carpet tiles, bit	1607,59 m2	29	0 Vinyl, 4 ro\ 255	- Gulvoverflæ EPD Sigma Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			61		255 - Gulvoverfl
A5	Linoleum, 3 kg/m2	401,9 m2	188	96 Vinyl, 4 ro\ 255	- Gulvoverflæ Oekobau.d
A5	Linoleum, 3 kg/m2	649,37 m2	304	156 Gulv, 2 rov 255	- Gulvoverfl� Oekobau.d
A5	Woven carpet tiles, bit	974,06 m2	90	339 Gulv, 2 rov 255	- Gulvoverfl� EPD Sigma
A5	Woven carpet tiles, bit	1607,59 m2	149	559 Vinyl, 4 ro\ 255	- Gulvoverfl� EPD Sigma
A5			733	1150	255 - Gulvoverfl
B4-B5	Linoleum, 3 kg/m2	401,9 m2	9419	4823 Vinyl, 4 ro\ 255	- Gulvoverfl� Oekobau.d
B4-B5	Linoleum, 3 kg/m2	649,37 m2	15218	7792 Gulv, 2 rov 255	- Gulvoverfl� Oekobau.d
B4-B5	Woven carpet tiles, bit	974,06 m2	4524	16939 Gulv, 2 rov 255	- Gulvoverflæ EPD Sigma
B4-B5	Woven carpet tiles, bit	1607,59 m2	7467	27956 Vinyl, 4 ro\ 255	- Gulvoverflæ EPD Sigma
B4-B5			36629	57510	255 - Gulvoverfl
C1-C4	Linoleum, 3 kg/m2	401,9 m2	3045	Vinyl, 4 ro\ 255	- Gulvoverflæ Oekobau.d Incineration of plastic (including benefits) C4
C1-C4	Linoleum, 3 kg/m2	649,37 m2	4921	Gulv, 2 rov 255	- Gulvoverflæ Oekobau.d Incineration of plastic (including benefits) C4
C1-C4	Woven carpet tiles, bit	974,06 m2	12	Gulv, 2 rov 255	- Gulvoverflæ EPD Sigma Preparation of construction waste
C1-C4	Woven carpet tiles, bit	1607,59 m2	19	Vinyl, 4 ro\ 255	- Gulvoverflæ EPD Sigma Preparation of construction waste
C1-C4			7997		255 - Gulvoverfl
D	Linoleum, 3 kg/m2	401,9 m2	-1877	1206 Vinyl, 4 ro\ 255	- Gulvoverflæ Oekobau.d Incineration of plastic (including benefits) D
D	Linoleum, 3 kg/m2	649,37 m2	-3032	1948 Gulv, 2 rov 255	- Gulvoverflæ Oekobau.d Incineration of plastic (including benefits) D
D	Woven carpet tiles, bit	974,06 m2	-6588	4232 Gulv, 2 rov 255	- Gulvoverflæ EPD Sigma Incineration of plastic (including benefits) D
D	Woven carpet tiles, bit	1607,59 m2	-10873	6985 Vinyl, 4 ro\ 255	- Gulvoverflæ EPD Sigma Incineration of plastic (including benefits) D
D			55675		255 - Gulvoverfl
A1-A3	Akustiskte himlingspla	3142,32 m2	3482	73044	255 - Gulvoverfl
A4	Akustiskte himlingspla	3142,32 m2	41	0 5971 Himlingspl 257	- Systemhim NEPD-340-
A5	Akustiskte himlingspla	3142,32 m2	288	1075 Himlingspl 257	- Systemhim NEPD-340- Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
C1-C4	Akustiskte himlingspla	3142,32 m2	81	1041 Himlingspl 257	- Systemhim NEPD-340- Himlingspl 257 - Systemhim NEPD-340- Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
			3892	8087	257 - Systemhin
A1-A3	Dampsperre i plast, 0.	2009,49 m2	631	0 279 Vapour / M 26	- Yttertak Gram Dam
A1-A3	Bitumenpolymer meml	2120,63 m2	4873	0 7952 Roofing - E 26	- Yttertak Isola Meste
A1-A3	Isolasjon/mineralull, 0.	2120,63 m2	44928	0 40822 26	- Yttertak ROCKWOOL
A1-A3	Cross laminated timbe	4130,12 m2	1723	120765 77646 CLT - verti	26 - Yttertak EPD CLT b
A1-A3	Cross laminated timbe	6195,18 m2	5169	362294 232939 CLT - horiz	26 - Yttertak EPD CLT b
A1-A3			57324	483059	359639
A4	Dampsperre i plast, 0.	2009,49 m2	1	31 Vapour / M 26	- Yttertak Gram Dam Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Bitumenpolymer meml	2120,63 m2	18	477 Roofing - E 26	- Yttertak Isola Meste Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, 0.	2120,63 m2	109	0 26	- Yttertak ROCKWOOL Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate

A4	Cross laminated timbe	4130,12 m2	387		0 CLT - verti 26 - Yttertak	EPD CLT b Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Cross laminated timbe	6195,18 m2	1160		0 CLT - horiz 26 - Yttertak	EPD CLT b Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			1675	508	26 - Yttertak	
A5	Dampsperre i plast, 0.	2009,49 m2	64		59 Vapour / M 26 - Yttertak	Gram Dam
A5	Bitumenpolymer meml	2120,63 m2	524		1638 Roofing - E 26 - Yttertak	Isola Meste
A5	Isolasjon/mineralull, 0.	2120,63 m2	3745		6532 26 - Yttertak	ROCKWOOL
A5	Cross laminated timbe	4130,12 m2	593		7765 CLT - verti 26 - Yttertak	EPD CLT b
A5	Cross laminated timbe	6195,18 m2	1778		23294 CLT - horiz 26 - Yttertak	EPD CLT b
A5			6705	39287	26 - Yttertak	
B4-B5	Bitumenpolymer meml	2120,63 m2	10475		32764 Roofing - E 26 - Yttertak	Isola Meste
C1-C4	Dampsperre i plast, 0.	2009,49 m2	12		Vapour / M 26 - Yttertak	Gram Dam
C1-C4	Bitumenpolymer meml	2120,63 m2	347		Roofing - E 26 - Yttertak	Isola Meste
C1-C4	Isolasjon/mineralull, 0.	2120,63 m2	1779		26 - Yttertak	ROCKWOOL
C1-C4	Cross laminated timbe	4130,12 m2	9746		CLT - verti 26 - Yttertak	EPD CLT b
C1-C4	Cross laminated timbe	6195,18 m2	29239		CLT - horiz 26 - Yttertak	EPD CLT b
C1-C4			41123		26 - Yttertak	Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
D	Cross laminated timbe	4130,12 m2	-58514		77646 CLT - verti 26 - Yttertak	EPD CLT b
D	Cross laminated timbe	6195,18 m2	-175542		232939 CLT - horiz 26 - Yttertak	EPD CLT b
D			117303	483059	432198	26 - Yttertak
A1-A3	Ferdigbetong, eksklud	17,32 m3	3938	0	37203	28 - Trapper, bal B35 MF45
A1-A3	Forsterkning stål (arm	1732 kg	651	0	1732	28 - Trapper, bal One Click L
A1-A3			4589		38935	28 - Trapper, ba
A4	Ferdigbetong, eksklud	17,32 m3	193		0	28 - Trapper, bal B35 MF45
A4	Forsterkning stål (arm	1732 kg	7		191	28 - Trapper, bal One Click L
A4			201		191	28 - Trapper, ba
A5	Ferdigbetong, eksklud	17,32 m3	42		744	28 - Trapper, bal B35 MF45
A5	Forsterkning stål (arm	1732 kg	33		177	28 - Trapper, bal One Click L
A5			75		921	28 - Trapper, ba
C1-C4	Ferdigbetong, eksklud	17,32 m3	102			28 - Trapper, bal B35 MF45
C1-C4	Forsterkning stål (arm	1732 kg	13			28 - Trapper, bal One Click L
C1-C4			115			28 - Trapper, ba
D	Ferdigbetong, eksklud	17,32 m3	-978		33483	28 - Trapper, bal B35 MF45
D	Forsterkning stål (arm	1732 kg	0		0	28 - Trapper, bal One Click L
D			4980		40047	28 - Trapper, ba
B6	Elektrisitet, Norge, for	105682 kWh	154346			LCA study
			154346			

Entity	Project name	Design nr	Indicator name				Bygningsdel	Datkilde	Transformasjonsprosess
	Joachir Mediehus Volda	3	Standar Klimagassutslipp, NS 3720						
Avsnitt	Ressurs	Brukerinr	Enhe	Klimag	Biogent	Masse	k	Kommenta	Bygningsdel
A1-A3	Ferdigbetong, normal	19,23	m3	4889	0	46152		222 - Søyler	One Click L
A1-A3	Forsterkning stål (arm	1923	kg	723	0	1923	armering sø	222 - Søyler	One Click L
A1-A3				5612		48075		222 - Søyler	
A4	Ferdigbetong, normal	19,23	m3	240		0		222 - Søyler	One Click L Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arm	1923	kg	8		212	armering sø	222 - Søyler	One Click L Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4				248		212		222 - Søyler	
A5	Ferdigbetong, normal	19,23	m3	56		923		222 - Søyler	One Click L
A5	Forsterkning stål (arm	1923	kg	36		197	armering sø	222 - Søyler	One Click L
A5				93		1120		222 - Søyler	
C1-C4	Ferdigbetong, normal	19,23	m3	512				222 - Søyler	One Click L Muravfall
C1-C4	Forsterkning stål (arm	1923	kg	15			armering sø	222 - Søyler	One Click L Stålavfall
C1-C4				527				222 - Søyler	
D	Ferdigbetong, normal	19,23	m3	-1145		39229		222 - Søyler	One Click L Fordeler med resisrkulering av muravfall
D	Forsterkning stål (arm	1923	kg	0		0	armering sø	222 - Søyler	One Click L Fordeler med resirkulering av stål
D				6480		49406		222 - Søyler	
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	59,39	m2	123	2038	1283	Stender/Isol	23 - Yttervegge	Sawn dried
A1-A3	Ferdigbetong, normal	109,63	m2	8362	0	78934		23 - Yttervegge	One Click L
A1-A3	Mørtel, fiberforsterket,	167,73	m2	660	0	3556	Puss, 9 row	23 - Yttervegge	EPD for Un
A1-A3	Insulation EPS, graphi	167,73	m2	474	0	805		23 - Yttervegge	MD-16006-
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	168,62	m2	167	2773	1745	Tre - Lekter	23 - Yttervegge	Sawn dried
A1-A3	Isolasjon/mineralull, Fl	210,56	m2	367	0	354	Stender/Isol	23 - Yttervegge	ROCKWOC
A1-A3	Isolasjon/mineralull, Fl	269,95	m2	1452	0	1398	Stender/Isol	23 - Yttervegge	ROCKWOC
A1-A3	Gipsplate, 12.5 mm, 9	269,95	m2	459	0	2430	Gips, 261 rc	23 - Yttervegge	EPD Gypro
A1-A3	Dampsperre i plast, 0.	269,95	m2	85	0	38	Vapour / Mc	23 - Yttervegge	Gram Dam
A1-A3	Orienterte strandbrett	269,95	m2	169	2350	2964	Sponplater,	23 - Yttervegge	One Click L
A1-A3	Isolasjon/mineralull, 0.	313,17	m2	2844	0	2584	Isolasjon, 2	23 - Yttervegge	ROCKWOC
A1-A3	Isolasjon/mineralull, 0.	463,32	m2	8414	0	7645	Isolasjon, 4	23 - Yttervegge	ROCKWOC
A1-A3	Fasadeplate i naturste	776,49	m2	13076	0	9318	Fasadeplate	23 - Yttervegge	NEPD0009
A1-A3	Ferdigbetong, normal	904,8	m2	34508	0	325728		23 - Yttervegge	One Click L
A1-A3	Forsterkning stål (arm	16861	kg	6339	0	16861		23 - Yttervegge	One Click L
A1-A3				77496	7162	455641		23 - Yttervegg	
A4	Trelast, bartre (Treindu	59,39	m2	6		0	Stender/Isol	23 - Yttervegge	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Ferdigbetong, normal	109,63	m2	410		0		23 - Yttervegge	One Click L Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Mørtel, fiberforsterket,	167,73	m2	10		249	Puss, 9 row	23 - Yttervegge	EPD for Un Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Insulation EPS, graphi	167,73	m2	2		0		23 - Yttervegge	MD-16006- Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Trelast, bartre (Treindu	168,62	m2	9		0	Tre - Lekter	23 - Yttervegge	Sawn dried Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, Fl	210,56	m2	1		0	Stender/Isol	23 - Yttervegge	ROCKWOC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate

A4	Isolasjon/mineralull, Fl	269,95 m2	4	0 Stender/Isol 23 - Yttervegge ROCKWOOL Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Gipsplate, 12.5 mm, 9	269,95 m2	7	0 Gips, 261 rc 23 - Yttervegge EPD Gypro Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Dampspærre i plast, 0.	269,95 m2	0	4 Vapour / Mc 23 - Yttervegge Gram Dam Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Orienterte strandbrett	269,95 m2	15	0 Sponplater, 23 - Yttervegge One Click L Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, 0.	313,17 m2	7	0 Isolasjon, 2' 23 - Yttervegge ROCKWOOL Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, 0.	463,32 m2	20	0 Isolasjon, 4' 23 - Yttervegge ROCKWOOL Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Fasadeplate i naturste	776,49 m2	25	0 Fasadeplate 23 - Yttervegge NEPD0009 Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Ferdigbetong, normal	904,8 m2	1694	0 23 - Yttervegge One Click L Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arm	16861 kg	71	1855 23 - Yttervegge One Click L Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			2280	2108 23 - Yttervegg:
A5	Trelast, bartre (Treindu	59,39 m2	29	257 Stender/Isol 23 - Yttervegge Sawn dried
A5	Ferdigbetong, normal	109,63 m2	96	1579 23 - Yttervegge One Click L
A5	Mørtel, fiberforsterket,	167,73 m2	68	736 Puss, 9 row 23 - Yttervegge EPD for Un
A5	Insulation EPS, graphi	167,73 m2	19	64 23 - Yttervegge MD-16006-
A5	Trelast, bartre (Treindu	168,62 m2	39	349 Tre - Lekter 23 - Yttervegge Sawn dried
A5	Isolasjon/mineralull, Fl	210,56 m2	38	71 Stender/Isol 23 - Yttervegge ROCKWOOL
A5	Isolasjon/mineralull, Fl	269,95 m2	152	280 Stender/Isol 23 - Yttervegge ROCKWOOL
A5	Gipsplate, 12.5 mm, 9	269,95 m2	50	486 Gips, 261 rc 23 - Yttervegge EPD Gypro
A5	Dampspærre i plast, 0.	269,95 m2	9	8 Vapour / Mc 23 - Yttervegge Gram Dam
A5	Orienterte strandbrett	269,95 m2	21	593 Sponplater, 23 - Yttervegge One Click L
A5	Isolasjon/mineralull, 0.	313,17 m2	237	413 Isolasjon, 2' 23 - Yttervegge ROCKWOOL
A5	Isolasjon/mineralull, 0.	463,32 m2	701	1223 Isolasjon, 4' 23 - Yttervegge ROCKWOOL
A5	Fasadeplate i naturste	776,49 m2	591	839 Fasadeplate 23 - Yttervegge NEPD0009
A5	Ferdigbetong, normal	904,8 m2	398	6515 23 - Yttervegge One Click L
A5	Forsterkning stål (arm	16861 kg	317	1725 23 - Yttervegge One Click L
A5			2766	15137 23 - Yttervegg:
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	59,39 m2	161	Stender/Isol 23 - Yttervegge Sawn dried Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Ferdigbetong, normal	109,63 m2	875	23 - Yttervegge One Click L Muravfall
C1-C4	Mørtel, fiberforsterket,	167,73 m2	10	Puss, 9 row 23 - Yttervegge EPD for Un Preparation of construction waste
C1-C4	Insulation EPS, graphi	167,73 m2	11	23 - Yttervegge MD-16006- Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	168,62 m2	219	Tre - Lekter 23 - Yttervegge Sawn dried Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Isolasjon/mineralull, Fl	210,56 m2	15	Stender/Isol 23 - Yttervegge ROCKWOOL Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Isolasjon/mineralull, Fl	269,95 m2	61	Stender/Isol 23 - Yttervegge ROCKWOOL Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Gipsplate, 12.5 mm, 9	269,95 m2	33	Gips, 261 rc 23 - Yttervegge EPD Gypro Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Dampspærre i plast, 0.	269,95 m2	2	Vapour / Mc 23 - Yttervegge Gram Dam Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Orienterte strandbrett	269,95 m2	27	Sponplater, 23 - Yttervegge One Click L Trevirke
C1-C4	Isolasjon/mineralull, 0.	313,17 m2	113	Isolasjon, 2' 23 - Yttervegge ROCKWOOL Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Isolasjon/mineralull, 0.	463,32 m2	333	Isolasjon, 4' 23 - Yttervegge ROCKWOOL Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Fasadeplate i naturste	776,49 m2	25	Fasadeplate 23 - Yttervegge NEPD0009 Preparation of construction waste
C1-C4	Ferdigbetong, normal	904,8 m2	3612	23 - Yttervegge One Click L Muravfall
C1-C4	Forsterkning stål (arm	16861 kg	131	23 - Yttervegge One Click L Stålavfall

C1-C4			5628						23 - Yttervegg
D	Trelast, bartre (Treindu	59,39 m2	-967			1283	Stender/Isol	23 - Yttervegge	Sawn dried Incineration of wood D
D	Ferdigbetong, normal	109,63 m2	-1959			67094		23 - Yttervegge	One Click I Fordeler med resisrkulering av muravfall
D	Mørtel, fiberforsterket,	167,73 m2	-45			-2845	Puss, 9 row	23 - Yttervegge	EPD for Un Crushed stone
D	Trelast, bartre (Treindu	168,62 m2	-1315			1745	Tre - Lekter	23 - Yttervegge	Sawn dried Incineration of wood D
D	Fasadeplate i naturste	776,49 m2	-118			-7454	Fasadeplate	23 - Yttervegge	NEPD0009 Crushed stone
D	Ferdigbetong, normal	904,8 m2	-8085			276869		23 - Yttervegge	One Click I Fordeler med resisrkulering av muravfall
D	Forsterkning stål (armi	16861 kg	0			0		23 - Yttervegge	One Click I Fordeler med resirkulering av stål
D								23 - Yttervegg	
			88171	7162	472886			233 - Glassfas	
A1-A3	Glass façade, 3050 x	1500,26 m2	156499	0	62216			233 - Glassfas	EPD
A4	Glass façade, 3050 x	1500,26 m2	143		0			233 - Glassfas	EPD Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A5	Glass façade, 3050 x	1500,26 m2	0		0			233 - Glassfas	EPD
C1-C4	Glass façade, 3050 x	1500,26 m2	170		0			233 - Glassfas	EPD Preparation of construction waste
			156812		62216			233 - Glassfas	
A1-A3	Insulation EPS, graphi	142 m2	134	0	227			24 - Innervegg	MD-16006-
A1-A3	Kryssfiner fra bøk, ger	284 m2	325	5853	3874			24 - Innervegg	One Click L
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	462 m2	1947	32372	20374			24 - Innervegg	Sawn dried
A1-A3	Isolasjon/mineralull, Fl	1638 m2	5832	0	5618			24 - Innervegg	ROCKWOC
A1-A3	Gipsplate, 12.5 mm, 9	4200 m2	7140	0	37800			24 - Innervegg	EPD Gypro
A1-A3			15377	38225	67894			24 - Innervegg	
A4	Insulation EPS, graphi	142 m2	1		0			24 - Innervegg	MD-16006- Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Kryssfiner fra bøk, ger	284 m2	19		0			24 - Innervegg	One Click L Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Trelast, bartre (Treindu	462 m2	101		0			24 - Innervegg	Sawn dried Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, Fl	1638 m2	15		0			24 - Innervegg	ROCKWOC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Gipsplate, 12.5 mm, 9	4200 m2	101		0			24 - Innervegg	EPD Gypro Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			238					24 - Innervegg	
A5	Insulation EPS, graphi	142 m2	5		18			24 - Innervegg	MD-16006-
A5	Kryssfiner fra bøk, ger	284 m2	38		775			24 - Innervegg	One Click L
A5	Trelast, bartre (Treindu	462 m2	461		4075			24 - Innervegg	Sawn dried
A5	Isolasjon/mineralull, Fl	1638 m2	487		899			24 - Innervegg	ROCKWOC
A5	Gipsplate, 12.5 mm, 9	4200 m2	775		7560			24 - Innervegg	EPD Gypro
A5			1767		13327			24 - Innervegg	
C1-C4	Insulation EPS, graphi	142 m2	3					24 - Innervegg	MD-16006- Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Kryssfiner fra bøk, ger	284 m2	35					24 - Innervegg	One Click L Trevirke
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	462 m2	2557					24 - Innervegg	Sawn dried Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Isolasjon/mineralull, Fl	1638 m2	245					24 - Innervegg	ROCKWOC Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Gipsplate, 12.5 mm, 9	4200 m2	512					24 - Innervegg	EPD Gypro Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4			3352					24 - Innervegg	
D	Trelast, bartre (Treindu	462 m2	-15354		20374			24 - Innervegg	Sawn dried Incineration of wood D
			20734	38225	81220			24 - Innervegg	

A1-A3	Glassveggsystem, 240	1710 m2	98104	0	43606	243 - Systemve	NEPD-388-
A4	Glassveggsystem, 240	1710 m2	100		2616	243 - Systemve	NEPD-388- Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A5	Glassveggsystem, 240	1710 m2	0		0	243 - Systemve	NEPD-388-
C1-C4	Glassveggsystem, 240	1710 m2	590			243 - Systemve	NEPD-388- Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
			98795		46222	243 - Systemve	
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	112,01 m2	111	1842	1159	25 - Dekker	Sawn dried
A1-A3	Isolasjon/mineralull, 0.	509,18 m2	12329	0	11202	25 - Dekker	ROCKWOC
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	509,18 m2	350	5825	3666	25 - Dekker	Sawn dried
A1-A3	Forestia Sponplater, 6	2008,4 m2	8660	46703	29471	Sponplater, 25 - Dekker	NEPD0027
A1-A3	Gipsplate, gulvplate, 1	2008,4 m2	6226	0	24101	Gips, 4 row: 25 - Dekker	Norgips Ha
A1-A3	Glava glassull, L = 0.0	2008,4 m2	3541	0	4659	Tre - Gulv - 25 - Dekker	EPD Glava
A1-A3	Ferdigbetong, normal	2064,08 m2	125953	0	1E+06	25 - Dekker	One Click L
A1-A3	Dampsperre i plast, 0.	2119,76 m2	887	0	393	Vapour / Mc 25 - Dekker	Gram Dam
A1-A3	Stål, forspent (betong	14138,5 kg	37891	0	14139	25 - Dekker	Prestresse
A1-A3	Forsterkning stål (arm	24768,5 kg	9311	0	24769	25 - Dekker	One Click L
A1-A3			205260	54370	1E+06	25 - Dekker	
A4	Trelast, bartre (Treindu	112,01 m2	6		0	25 - Dekker	Sawn dried Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, 0.	509,18 m2	30		0	25 - Dekker	ROCKWOC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Trelast, bartre (Treindu	509,18 m2	18		0	25 - Dekker	Sawn dried Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forestia Sponplater, 6	2008,4 m2	147		0	Sponplater, 25 - Dekker	NEPD0027 Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Gipsplate, gulvplate, 1	2008,4 m2	65		1687	Gips, 4 row: 25 - Dekker	Norgips Ha Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Glava glassull, L = 0.0	2008,4 m2	12		326	Tre - Gulv - 25 - Dekker	EPD Glava Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Ferdigbetong, normal	2064,08 m2	6182		0	25 - Dekker	One Click L Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Dampsperre i plast, 0.	2119,76 m2	2		43	Vapour / Mc 25 - Dekker	Gram Dam Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Stål, forspent (betong	14138,5 kg	60		1555	25 - Dekker	Prestresse Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arm	24768,5 kg	104		2725	25 - Dekker	One Click L Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			6626		6336	25 - Dekker	
A5	Trelast, bartre (Treindu	112,01 m2	26		232	25 - Dekker	Sawn dried
A5	Isolasjon/mineralull, 0.	509,18 m2	1028		1792	25 - Dekker	ROCKWOC
A5	Trelast, bartre (Treindu	509,18 m2	83		733	25 - Dekker	Sawn dried
A5	Forestia Sponplater, 6	2008,4 m2	921		5894	Sponplater, 25 - Dekker	NEPD0027
A5	Gipsplate, gulvplate, 1	2008,4 m2	646		4989	Gips, 4 row: 25 - Dekker	Norgips Ha
A5	Glava glassull, L = 0.0	2008,4 m2	285		772	Tre - Gulv - 25 - Dekker	EPD Glava
A5	Ferdigbetong, normal	2064,08 m2	1453		23778	25 - Dekker	One Click L
A5	Dampsperre i plast, 0.	2119,76 m2	91		83	Vapour / Mc 25 - Dekker	Gram Dam
A5	Stål, forspent (betong	14138,5 kg	1846		1447	25 - Dekker	Prestresse
A5	Forsterkning stål (arm	24768,5 kg	466		2535	25 - Dekker	One Click L
A5			6845		42255	25 - Dekker	
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	112,01 m2	146			25 - Dekker	Sawn dried Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Isolasjon/mineralull, 0.	509,18 m2	488			25 - Dekker	ROCKWOC Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	509,18 m2	460			25 - Dekker	Sawn dried Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)

C1-C4	Forestia Sponplater, 6	2008,4 m2	399		Sponplater, 25 - Dekker	NEPD0027 Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Gipsplate, gulvplate, 1	2008,4 m2	172		Gips, 4 row: 25 - Dekker	Norgips Ha Gips
C1-C4	Glava glassull, L = 0.0	2008,4 m2	13		Tre - Gulv - 25 - Dekker	EPD Glava Preparation of construction waste
C1-C4	Ferdigbetong, normal	2064,08 m2	13185		25 - Dekker	One Click L Muravfall
C1-C4	Dampsperre i plast, 0.	2119,76 m2	17		Vapour / Mc 25 - Dekker	Gram Dam Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Stål, forspent (betong)	14138,5 kg	110		25 - Dekker	Prestresse Stålavfall
C1-C4	Forsterkning stål (arm)	24768,5 kg	192		25 - Dekker	One Click L Stålavfall
C1-C4			15181		25 - Dekker	
D	Trelast, bartre (Treind)	112,01 m2	-874	1159	25 - Dekker	Sawn dried Incineration of wood D
D	Trelast, bartre (Treind)	509,18 m2	-2763	3666	25 - Dekker	Sawn dried Incineration of wood D
D	Ferdigbetong, normal	2064,08 m2	-29509	1E+06	25 - Dekker	One Click L Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Stål, forspent (betong)	14138,5 kg	-1834	-3535	25 - Dekker	Prestresse Stål, armeringsprodukter (betongarmering)
D	Forsterkning stål (arm)	24768,5 kg	0	0	25 - Dekker	One Click L Fordeler med resirkulering av stål
D					25 - Dekker	
		233912	54370	1E+06	25 - Dekker	
A1-A3	Ferdigbetong, normal	1623,18 m2	41270	0 389563	252 - Gulv på g One Click L	
A1-A3	Insulation EPS, graphi	1623,18 m2	3822	0 6493	Isolasjon H: 252 - Gulv på g MD-16006-	
A1-A3	Forsterkning stål (arm)	16231 kg	6102	0 16231	252 - Gulv på g One Click L	
A1-A3			51194	412287	252 - Gulv på g	
A4	Ferdigbetong, normal	1623,18 m2	2026	0	252 - Gulv på g One Click L	Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Insulation EPS, graphi	1623,18 m2	45	0	Isolasjon H: 252 - Gulv på g MD-16006-	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arm)	16231 kg	68	1785	252 - Gulv på g One Click L	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			2139	1785	252 - Gulv på g	
A5	Ferdigbetong, normal	1623,18 m2	476	7791	252 - Gulv på g One Click L	
A5	Insulation EPS, graphi	1623,18 m2	316	1039	Isolasjon H: 252 - Gulv på g MD-16006-	
A5	Forsterkning stål (arm)	16231 kg	305	1661	252 - Gulv på g One Click L	
A5			1098	10491	252 - Gulv på g	
C1-C4	Ferdigbetong, normal	1623,18 m2	4320		252 - Gulv på g One Click L	Muravfall
C1-C4	Insulation EPS, graphi	1623,18 m2	88		Isolasjon H: 252 - Gulv på g MD-16006-	Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Forsterkning stål (arm)	16231 kg	126		252 - Gulv på g One Click L	Stålavfall
C1-C4			4534		252 - Gulv på g	
D	Ferdigbetong, normal	1623,18 m2	-9669	331129	252 - Gulv på g One Click L	Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Forsterkning stål (arm)	16231 kg	0	0	252 - Gulv på g One Click L	Fordeler med resirkulering av stål
D					252 - Gulv på g	
		58964	424563		252 - Gulv på g	
A1-A3	Linoleum, 3 kg/m2	401,68 m2	1658	0 1205	Vinyl, 4 row: 255 - Gulvoverl	Oekobau.d
A1-A3	Linoleum, 3 kg/m2	649,27 m2	2680	0 1948	Gulv, 2 row: 255 - Gulvoverl	Oekobau.d
A1-A3	Woven carpet tiles, bit	973,91 m2	2232	0 4236	Gulv, 2 row: 255 - Gulvoverl	EPD Sigma
A1-A3	Woven carpet tiles, bit	1606,72 m2	3683	0 6989	Vinyl, 4 row: 255 - Gulvoverl	EPD Sigma
A1-A3			10253	14379	255 - Gulvover	
A4	Linoleum, 3 kg/m2	401,68 m2	5	0	Vinyl, 4 row: 255 - Gulvoverl	Oekobau.d Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate

A4	Linoleum, 3 kg/m2	649,27 m2	8	0 Gulv, 2 row: 255 - Gulvoverf Oekobau.d Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Woven carpet tiles, bit	973,91 m2	18	0 Gulv, 2 row: 255 - Gulvoverf EPD Sigma Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Woven carpet tiles, bit	1606,72 m2	29	0 Vinyl, 4 row: 255 - Gulvoverf EPD Sigma Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			61	255 - Gulvoverf
A5	Linoleum, 3 kg/m2	401,68 m2	471	241 Vinyl, 4 row: 255 - Gulvoverf Oekobau.d
A5	Linoleum, 3 kg/m2	649,27 m2	761	390 Gulv, 2 row: 255 - Gulvoverf Oekobau.d
A5	Woven carpet tiles, bit	973,91 m2	226	847 Gulv, 2 row: 255 - Gulvoverf EPD Sigma
A5	Woven carpet tiles, bit	1606,72 m2	373	1397 Vinyl, 4 row: 255 - Gulvoverf EPD Sigma
A5			1831	2874 255 - Gulvoverf
B4-B5	Linoleum, 3 kg/m2	401,68 m2	9414	4820 Vinyl, 4 row: 255 - Gulvoverf Oekobau.d
B4-B5	Linoleum, 3 kg/m2	649,27 m2	15216	7791 Gulv, 2 row: 255 - Gulvoverf Oekobau.d
B4-B5	Woven carpet tiles, bit	973,91 m2	4524	16936 Gulv, 2 row: 255 - Gulvoverf EPD Sigma
B4-B5	Woven carpet tiles, bit	1606,72 m2	7463	27941 Vinyl, 4 row: 255 - Gulvoverf EPD Sigma
B4-B5			36616	57489 255 - Gulvoverf
C1-C4	Linoleum, 3 kg/m2	401,68 m2	3044	Vinyl, 4 row: 255 - Gulvoverf Oekobau.d Incineration of plastic (including benefits) C4
C1-C4	Linoleum, 3 kg/m2	649,27 m2	4920	Gulv, 2 row: 255 - Gulvoverf Oekobau.d Incineration of plastic (including benefits) C4
C1-C4	Woven carpet tiles, bit	973,91 m2	12	Gulv, 2 row: 255 - Gulvoverf EPD Sigma Preparation of construction waste
C1-C4	Woven carpet tiles, bit	1606,72 m2	19	Vinyl, 4 row: 255 - Gulvoverf EPD Sigma Preparation of construction waste
C1-C4			7994	255 - Gulvoverf
D	Linoleum, 3 kg/m2	401,68 m2	-1876	1205 Vinyl, 4 row: 255 - Gulvoverf Oekobau.d Incineration of plastic (including benefits) D
D	Linoleum, 3 kg/m2	649,27 m2	-3032	1948 Gulv, 2 row: 255 - Gulvoverf Oekobau.d Incineration of plastic (including benefits) D
D	Woven carpet tiles, bit	973,91 m2	-6587	4232 Gulv, 2 row: 255 - Gulvoverf EPD Sigma Incineration of plastic (including benefits) D
D	Woven carpet tiles, bit	1606,72 m2	-10867	6981 Vinyl, 4 row: 255 - Gulvoverf EPD Sigma Incineration of plastic (including benefits) D
D			56755	255 - Gulvoverf
A1-A3	Akustiskte himlingspla	3142,32 m2	3482	74742 255 - Gulvoverf
A4	Akustiskte himlingspla	3142,32 m2	41	0 5971 Himlingspla 257 - Systemhi NEPD-340-
A5	Akustiskte himlingspla	3142,32 m2	288	1075 Himlingspla 257 - Systemhi NEPD-340- Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
C1-C4	Akustiskte himlingspla	3142,32 m2	81	1041 Himlingspla 257 - Systemhi NEPD-340-
				Himlingspla 257 - Systemhi NEPD-340- Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
			3892	8087 257 - Systemh
A1-A3	Ferdigbetong, normal	2064,08 m2	125953	0 1E+06 26 - Yttertak One Click L
A1-A3	Bitumenpolymer meml	2119,76 m2	4871	0 7949 Roofing - Ef 26 - Yttertak Isola Meste
A1-A3	Isolasjon/mineralull, 0.	2119,76 m2	57741	0 52464 Isolasjon Hε 26 - Yttertak ROCKWOC
A1-A3	Dampsperre i plast, 0.	2132,37 m2	670	0 296 Plastic - Tra 26 - Yttertak Gram Dam
A1-A3	Stål, forspent (betongε	14138,5 kg	37891	0 14139 26 - Yttertak Prestresser
A1-A3	Forsterkning stål (armε	24768,5 kg	9311	0 24769 26 - Yttertak One Click L
A1-A3			236437	1E+06 26 - Yttertak
A4	Ferdigbetong, normal	2064,08 m2	6182	0 26 - Yttertak One Click L Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Bitumenpolymer meml	2119,76 m2	18	477 Roofing - Ef 26 - Yttertak Isola Meste Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, 0.	2119,76 m2	141	0 Isolasjon Hε 26 - Yttertak ROCKWOC Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Dampsperre i plast, 0.	2132,37 m2	1	33 Plastic - Tra 26 - Yttertak Gram Dam Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate

A4	Stål, forspent (betong	14138,5 kg	60	1555	26 - Yttertak	Prestresse	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arm	24768,5 kg	104	2725	26 - Yttertak	One Click L	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			6506	4789	26 - Yttertak		
A5	Ferdigbetong, normal	2064,08 m2	1453	23778	26 - Yttertak	One Click L	
A5	Bitumenpolymer meml	2119,76 m2	524	1638	Roofing - Ef 26 - Yttertak	Isola Meste	
A5	Isolasjon/mineralull, 0.	2119,76 m2	4813	8394	Isolasjon Hε 26 - Yttertak	ROCKWOC	
A5	Dampsperre i plast, 0.	2132,37 m2	68	63	Plastic - Tra 26 - Yttertak	Gram Dam	
A5	Stål, forspent (betong	14138,5 kg	1846	1447	26 - Yttertak	Prestresse	
A5	Forsterkning stål (arm	24768,5 kg	466	2535	26 - Yttertak	One Click L	
A5			9170	37854	26 - Yttertak		
B4-B5	Bitumenpolymer meml	2119,76 m2	10471	32750	Roofing - Ef 26 - Yttertak	Isola Meste	
C1-C4	Ferdigbetong, normal	2064,08 m2	13185		26 - Yttertak	One Click L	Muravfall
C1-C4	Bitumenpolymer meml	2119,76 m2	346		Roofing - Ef 26 - Yttertak	Isola Meste	Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Isolasjon/mineralull, 0.	2119,76 m2	2286		Isolasjon Hε 26 - Yttertak	ROCKWOC	Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Dampsperre i plast, 0.	2132,37 m2	13		Plastic - Tra 26 - Yttertak	Gram Dam	Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Stål, forspent (betong	14138,5 kg	110		26 - Yttertak	Prestresse	Stålavfall
C1-C4	Forsterkning stål (arm	24768,5 kg	192		26 - Yttertak	One Click L	Stålavfall
C1-C4			16132		26 - Yttertak		
D	Ferdigbetong, normal	2064,08 m2	-29509	1E+06	26 - Yttertak	One Click L	Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Stål, forspent (betong	14138,5 kg	-1834	-3535	26 - Yttertak	Prestresse	Stål, armeringsprodukter (betongarmering)
D	Forsterkning stål (arm	24768,5 kg	0	0	26 - Yttertak	One Click L	Fordeler med resirkulering av stål
D					26 - Yttertak		
			278717	1E+06	26 - Yttertak		
A1-A3	Ferdigbetong, normal	17,32 m3	4404	0	41568	28 - Trapper, b:	One Click L
A1-A3	Forsterkning stål (arm	173,19 kg	65	0	173	28 - Trapper, b:	One Click L
A1-A3			4469	41741	28 - Trapper, b		
A4	Ferdigbetong, normal	17,32 m3	216	0		28 - Trapper, b:	One Click L Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arm	173,19 kg	1	19		28 - Trapper, b:	One Click L Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			217	19	28 - Trapper, b		
A5	Ferdigbetong, normal	17,32 m3	203	3325		28 - Trapper, b:	One Click L
A5	Forsterkning stål (arm	173,19 kg	3	18		28 - Trapper, b:	One Click L
A5			206	3343	28 - Trapper, b		
C1-C4	Ferdigbetong, normal	17,32 m3	461			28 - Trapper, b:	One Click L Muravfall
C1-C4	Forsterkning stål (arm	173,19 kg	1			28 - Trapper, b:	One Click L Stålavfall
C1-C4			462		28 - Trapper, b		
D	Ferdigbetong, normal	17,32 m3	-1032	35333		28 - Trapper, b:	One Click L Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Forsterkning stål (arm	173,19 kg	0	0		28 - Trapper, b:	One Click L Fordeler med resirkulering av stål
D					28 - Trapper, b		
			5355	45103	28 - Trapper, b		
B6	Elektrisitet, Norge, for	105682 kWh	154346				LCA study
			154346				

Entity u	Project name	Design n	Indicator name								
Joachim	Mediehus Volda	3 Lavkart	Klimagassutslipp, NS 3720								
Avsnitt	Ressurs	Brukerin	Enh	Klimagas	Biogent	Masse	Kommenta	Bygningsdel	Datakilde	Transformasjonsprosess	
A1-A3	Ferdigbetong, normal s	19,23 m3	3093	0	46152	222 - Søyler	One Click L				
A1-A3	Forsterkning stål (arme	1923 kg	723	0	1923	222 - Søyler	One Click L				
A1-A3			3816		48075	222 - Søyler					
A4	Ferdigbetong, normal s	19,23 m3	240	0	222 - Søyler	One Click L	(Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate				
A4	Forsterkning stål (arme	1923 kg	8	212	222 - Søyler	One Click L	(Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate				
A4			248		212	222 - Søyler					
A5	Ferdigbetong, normal s	19,23 m3	38	923	222 - Søyler	One Click L					
A5	Forsterkning stål (arme	1923 kg	36	197	222 - Søyler	One Click L					
A5			75		1120	222 - Søyler					
C1-C4	Ferdigbetong, normal s	19,23 m3	512		222 - Søyler	One Click L	(Muravfall				
C1-C4	Forsterkning stål (arme	1923 kg	15		222 - Søyler	One Click L	(Stålavfall				
C1-C4			527			222 - Søyler					
D	Ferdigbetong, normal s	19,23 m3	-1088	37268	222 - Søyler	One Click L	(Fordeler med resirkulering av muravfall				
D	Forsterkning stål (arme	1923 kg	0	0	222 - Søyler	One Click L	(Fordeler med resirkulering av stål				
D						222 - Søyler					
			4666		49406	222 - Søyler					
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	59,39 m2	123	2038	1283	Stender/Iso 23 - Yttervegge	Sawn dried i				
A1-A3	Ferdigbetong, normal s	109,63 m2	5290	0	78934	23 - Yttervegge	One Click L				
A1-A3	Mørtel, fiberforsterket, j	167,73 m2	660	0	3556	Puss, 9 row 23 - Yttervegge	EPD for Unij				
A1-A3	Insulation EPS, graphiti	167,73 m2	474	0	805	23 - Yttervegge	MD-16006-E				
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	168,62 m2	167	2773	1745	Tre - Lekter 23 - Yttervegge	Sawn dried i				
A1-A3	Isolasjon/mineralull, Fle	210,56 m2	367	0	354	Stender/Iso 23 - Yttervegge	ROCKWOO				
A1-A3	Isolasjon/mineralull, Fle	269,95 m2	1452	0	1398	Stender/Iso 23 - Yttervegge	ROCKWOO				
A1-A3	Gipsplate, 12.5 mm, 9 l	269,95 m2	459	0	2430	Gips, 261 r 23 - Yttervegge	EPD Gyproc				
A1-A3	Dampsperre i plast, 0.1	269,95 m2	85	0	38	Vapour / M 23 - Yttervegge	Gram Damp				
A1-A3	Orienterte strandbrett (i	269,95 m2	169	2350	2964	Sponplater, 23 - Yttervegge	One Click L				
A1-A3	Isolasjon/mineralull, 0.C	313,17 m2	2844	0	2584	Isolasjon, 2 23 - Yttervegge	ROCKWOO				
A1-A3	Isolasjon/mineralull, 0.C	463,32 m2	8414	0	7645	Isolasjon, 4 23 - Yttervegge	ROCKWOO				
A1-A3	Fasadeplate i naturstei	776,49 m2	13076	0	9318	Fasadeplate 23 - Yttervegge	NEPD00097				
A1-A3	Ferdigbetong, normal s	904,8 m2	21831	0	325728	23 - Yttervegge	One Click L				
A1-A3	Forsterkning stål (arme	16860 kg	6338	0	16860	23 - Yttervegge	One Click L				
A1-A3			61747		7162 455640	23 - Yttervegge					
A4	Trelast, bartre (Treindu	59,39 m2	6	0	Stender/Iso 23 - Yttervegge	Sawn dried i	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate				
A4	Ferdigbetong, normal s	109,63 m2	410	0	23 - Yttervegge	One Click L	(Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate				
A4	Mørtel, fiberforsterket, j	167,73 m2	10	249	Puss, 9 row 23 - Yttervegge	EPD for Unij	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate				
A4	Insulation EPS, graphiti	167,73 m2	2	0	23 - Yttervegge	MD-16006-E	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate				
A4	Trelast, bartre (Treindu	168,62 m2	9	0	Tre - Lekter 23 - Yttervegge	Sawn dried i	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate				
A4	Isolasjon/mineralull, Fle	210,56 m2	1	0	Stender/Iso 23 - Yttervegge	ROCKWOO	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate				
A4	Isolasjon/mineralull, Fle	269,95 m2	4	0	Stender/Iso 23 - Yttervegge	ROCKWOO	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate				

A4	Gipsplate, 12.5 mm, 9 l	269,95 m2	7	0 Gips, 261 r	23 - Yttervegge	EPD Gyproc Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Dampsperre i plast, 0.1	269,95 m2	0	4 Vapour / M	23 - Yttervegge	Gram Damp Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Orienterte strandbrett (l	269,95 m2	15	0 Sponplater, 23	- Yttervegge	One Click L(Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, 0.C	313,17 m2	7	0 Isolasjon, 2	23 - Yttervegge	ROCKWOO Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, 0.C	463,32 m2	20	0 Isolasjon, 4	23 - Yttervegge	ROCKWOO Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Fasadeplate i naturstei	776,49 m2	25	0 Fasadeplate	23 - Yttervegge	NEPD00097 Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Ferdigbetong, normal s	904,8 m2	1694	0	23 - Yttervegge	One Click L(Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arme	16860 kg	71	1855	23 - Yttervegge	One Click L(Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			2280	2108	23 - Yttervegge	
A5	Trelast, bartre (Treindu	59,39 m2	29	257 Stender/Iso	23 - Yttervegge	Sawn dried i
A5	Ferdigbetong, normal s	109,63 m2	66	1579	23 - Yttervegge	One Click L(
A5	Mørtel, fiberforsterket, j	167,73 m2	34	368 Puss, 9 row	23 - Yttervegge	EPD for Unij
A5	Insulation EPS, graphit	167,73 m2	19	64	23 - Yttervegge	MD-16006-E
A5	Trelast, bartre (Treindu	168,62 m2	39	349 Tre - Lekter	23 - Yttervegge	Sawn dried i
A5	Isolasjon/mineralull, Fle	210,56 m2	38	71 Stender/Iso	23 - Yttervegge	ROCKWOO
A5	Isolasjon/mineralull, Fle	269,95 m2	152	280 Stender/Iso	23 - Yttervegge	ROCKWOO
A5	Gipsplate, 12.5 mm, 9 l	269,95 m2	50	486 Gips, 261 r	23 - Yttervegge	EPD Gyproc
A5	Dampsperre i plast, 0.1	269,95 m2	9	8 Vapour / M	23 - Yttervegge	Gram Damp
A5	Orienterte strandbrett (l	269,95 m2	21	593 Sponplater, 23	- Yttervegge	One Click L(
A5	Isolasjon/mineralull, 0.C	313,17 m2	237	413 Isolasjon, 2	23 - Yttervegge	ROCKWOO
A5	Isolasjon/mineralull, 0.C	463,32 m2	701	1223 Isolasjon, 4	23 - Yttervegge	ROCKWOO
A5	Fasadeplate i naturstei	776,49 m2	591	839 Fasadeplate	23 - Yttervegge	NEPD00097
A5	Ferdigbetong, normal s	904,8 m2	271	6515	23 - Yttervegge	One Click L(
A5	Forsterkning stål (arme	16860 kg	317	1725	23 - Yttervegge	One Click L(
A5			2575	14769	23 - Yttervegge	
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	59,39 m2	161	Stender/Iso	23 - Yttervegge	Sawn dried i Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Ferdigbetong, normal s	109,63 m2	875	23 - Yttervegge	One Click L(	Muravfall
C1-C4	Mørtel, fiberforsterket, j	167,73 m2	10	Puss, 9 row	23 - Yttervegge	EPD for Unij Preparation of construction waste
C1-C4	Insulation EPS, graphit	167,73 m2	11	23 - Yttervegge	MD-16006-E	Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	168,62 m2	219	Tre - Lekter	23 - Yttervegge	Sawn dried i Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Isolasjon/mineralull, Fle	210,56 m2	15	Stender/Iso	23 - Yttervegge	ROCKWOO Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Isolasjon/mineralull, Fle	269,95 m2	61	Stender/Iso	23 - Yttervegge	ROCKWOO Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Gipsplate, 12.5 mm, 9 l	269,95 m2	33	Gips, 261 r	23 - Yttervegge	EPD Gyproc Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Dampsperre i plast, 0.1	269,95 m2	2	Vapour / M	23 - Yttervegge	Gram Damp Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Orienterte strandbrett (l	269,95 m2	27	Sponplater, 23	- Yttervegge	One Click L(Trevirke
C1-C4	Isolasjon/mineralull, 0.C	313,17 m2	113	Isolasjon, 2	23 - Yttervegge	ROCKWOO Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Isolasjon/mineralull, 0.C	463,32 m2	333	Isolasjon, 4	23 - Yttervegge	ROCKWOO Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Fasadeplate i naturstei	776,49 m2	25	Fasadeplate	23 - Yttervegge	NEPD00097 Preparation of construction waste
C1-C4	Ferdigbetong, normal s	904,8 m2	3612	23 - Yttervegge	One Click L(	Muravfall
C1-C4	Forsterkning stål (arme	16860 kg	131	23 - Yttervegge	One Click L(	Stålavfall
C1-C4			5628	23 - Yttervegge		
D	Trelast, bartre (Treindu	59,39 m2	-967	1283 Stender/Iso	23 - Yttervegge	Sawn dried i Incineration of wood D

D	Ferdigbetong, normal s	109,63 m2	-1861	63739	23 - Yttervegge	One Click L (Fordeler med resisrkulering av muravfall	
D	Mørtel, fiberforsterket, j	167,73 m2	-45	-2845	Puss, 9 row	23 - Yttervegge	EPD for Uni
D	Trelast, bartre (Treindu	168,62 m2	-1315	1745	Tre - Lekter	23 - Yttervegge	Sawn dried 1
D	Fasadeplate i naturstei	776,49 m2	-118	-7454	Fasadeplat	23 - Yttervegge	NEPD00097
D	Ferdigbetong, normal s	904,8 m2	-7680	263025		23 - Yttervegge	One Click L (Fordeler med resisrkulering av muravfall
D	Forsterkning stål (arme	16860 kg	0	0		23 - Yttervegge	One Click L (Fordeler med resirkulering av stål
D			72230	7162	472517	23 - Yttervegge	
A1-A3	Glass façade, 3050 x 3	1500,26 m2	156499	0	62216	233 - Glassfasa	EPD
A4	Glass façade, 3050 x 3	1500,26 m2	143	0	0	233 - Glassfasa	EPD Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A5	Glass façade, 3050 x 3	1500,26 m2	0	0	0	233 - Glassfasa	EPD
C1-C4	Glass façade, 3050 x 3	1500,26 m2	170			233 - Glassfasa	EPD Preparation of construction waste
			156812	62216		233 - Glassfasa	
A1-A3	Insulation EPS, graphit	142 m2	134	0	227	Foldevegg	24 - Innervegge
A1-A3	Kryssfiner fra bøk, gen	284 m2	325	5853	3874	Foldevegg	24 - Innervegge
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	462 m2	1947	32372	20374		24 - Innervegge
A1-A3	Isolasjon/mineralull, Fle	1638 m2	5832	0	5618		24 - Innervegge
A1-A3	Gipsplate, 12.5 mm, 9 l	4200 m2	7140	0	37800		24 - Innervegge
A1-A3			15377	38225	67894	24 - Innervegge	
A4	Insulation EPS, graphit	142 m2	1	0	0	Foldevegg	24 - Innervegge
A4	Kryssfiner fra bøk, gen	284 m2	19	0	0	Foldevegg	24 - Innervegge
A4	Trelast, bartre (Treindu	462 m2	101	0	0		24 - Innervegge
A4	Isolasjon/mineralull, Fle	1638 m2	15	0	0		24 - Innervegge
A4	Gipsplate, 12.5 mm, 9 l	4200 m2	101	0	0		24 - Innervegge
A4			238			24 - Innervegge	
A5	Insulation EPS, graphit	142 m2	5	18	18	Foldevegg	24 - Innervegge
A5	Kryssfiner fra bøk, gen	284 m2	38	775	775	Foldevegg	24 - Innervegge
A5	Trelast, bartre (Treindu	462 m2	461	4075	4075		24 - Innervegge
A5	Isolasjon/mineralull, Fle	1638 m2	487	899	899		24 - Innervegge
A5	Gipsplate, 12.5 mm, 9 l	4200 m2	775	7560	7560		24 - Innervegge
A5			1767	13327		24 - Innervegge	
C1-C4	Insulation EPS, graphit	142 m2	3			Foldevegg	24 - Innervegge
C1-C4	Kryssfiner fra bøk, gen	284 m2	35			Foldevegg	24 - Innervegge
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	462 m2	2557				24 - Innervegge
C1-C4	Isolasjon/mineralull, Fle	1638 m2	245				24 - Innervegge
C1-C4	Gipsplate, 12.5 mm, 9 l	4200 m2	512				24 - Innervegge
C1-C4			3352			24 - Innervegge	
D	Trelast, bartre (Treindu	462 m2	-15354	20374	20374		24 - Innervegge
			20734	38225	81220	24 - Innervegge	
A1-A3	Glassveggsystem, 240l	1710 m2	98104	0	43606	243 - Systemve	NEPD-388-2
A4	Glassveggsystem, 240l	1710 m2	100	2616	2616	243 - Systemve	NEPD-388-2
A5	Glassveggsystem, 240l	1710 m2	0	0	0	243 - Systemve	NEPD-388-2

C1-C4	Glassveggsystem, 2400	1710 m2	590				243 - Systemve	NEPD-388-2	Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
			98795		46222		243 - Systemve		
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	111,98 m2	111	1842	1159		25 - Dekker		Sawn dried i
A1-A3	Isolasjon/mineralull, 0.C	509,18 m2	12329	0	11202		25 - Dekker		ROCKWOO
A1-A3	Trelast, bartre (Treindu	509,18 m2	350	5825	3666		25 - Dekker		Sawn dried i
A1-A3	Forestia Sponplater, 63	2008,4 m2	8660	46703	29471	Sponplater, 25 - Dekker			NEPD00274
A1-A3	Gipsplate, gulvplate, 12	2008,4 m2	6226	0	24101	Gips, 4 row 25 - Dekker			Norgips Har
A1-A3	Glava glassull, L = 0.03	2008,4 m2	3541	0	4659	Tre - Gulv - 25 - Dekker			EPD Glava ç
A1-A3	Ferdigbetong, normal s	2064,08 m2	79682	0	1E+06	25 - Dekker			One Click L(
A1-A3	Dampsperre i plast, 0.1	2119,76 m2	887	0	393	Vapour / M(25 - Dekker			Gram Damp
A1-A3	Stål, forspent (betongar	14138,5 kg	37891	0	14139	25 - Dekker			Prestressed
A1-A3	Forsterkning stål (arme	24768,5 kg	9311	0	24769	25 - Dekker			One Click L(
A1-A3			158989	54370	1E+06	25 - Dekker			
A4	Trelast, bartre (Treindu	111,98 m2	6		0	25 - Dekker			Sawn dried i Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, 0.C	509,18 m2	30		0	25 - Dekker			ROCKWOO Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Trelast, bartre (Treindu	509,18 m2	18		0	25 - Dekker			Sawn dried i Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forestia Sponplater, 63	2008,4 m2	147		0	Sponplater, 25 - Dekker			NEPD00274 Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Gipsplate, gulvplate, 12	2008,4 m2	65		1687	Gips, 4 row 25 - Dekker			Norgips Har Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Glava glassull, L = 0.03	2008,4 m2	12		326	Tre - Gulv - 25 - Dekker			EPD Glava ç Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Ferdigbetong, normal s	2064,08 m2	6182		0	25 - Dekker			One Click L((Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Dampsperre i plast, 0.1	2119,76 m2	2		43	Vapour / M(25 - Dekker			Gram Damp Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Stål, forspent (betongar	14138,5 kg	60		1555	25 - Dekker			Prestressed Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arme	24768,5 kg	104		2725	25 - Dekker			One Click L(Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			6626		6336	25 - Dekker			
A5	Trelast, bartre (Treindu	111,98 m2	26		232	25 - Dekker			Sawn dried i
A5	Isolasjon/mineralull, 0.C	509,18 m2	1028		1792	25 - Dekker			ROCKWOO
A5	Trelast, bartre (Treindu	509,18 m2	83		733	25 - Dekker			Sawn dried i
A5	Forestia Sponplater, 63	2008,4 m2	921		5894	Sponplater, 25 - Dekker			NEPD00274
A5	Gipsplate, gulvplate, 12	2008,4 m2	646		4989	Gips, 4 row 25 - Dekker			Norgips Har
A5	Glava glassull, L = 0.03	2008,4 m2	285		772	Tre - Gulv - 25 - Dekker			EPD Glava ç
A5	Ferdigbetong, normal s	2064,08 m2	990		23778	25 - Dekker			One Click L(
A5	Dampsperre i plast, 0.1	2119,76 m2	91		83	Vapour / M(25 - Dekker			Gram Damp
A5	Stål, forspent (betongar	14138,5 kg	1846		1447	25 - Dekker			Prestressed
A5	Forsterkning stål (arme	24768,5 kg	466		2535	25 - Dekker			One Click L(
A5			6382		42255	25 - Dekker			
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	111,98 m2	145			25 - Dekker			Sawn dried i Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Isolasjon/mineralull, 0.C	509,18 m2	488			25 - Dekker			ROCKWOO Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Trelast, bartre (Treindu	509,18 m2	460			25 - Dekker			Sawn dried i Incineration of wood C3 (without biogenic CO2)
C1-C4	Forestia Sponplater, 63	2008,4 m2	399			Sponplater, 25 - Dekker			NEPD00274 Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Gipsplate, gulvplate, 12	2008,4 m2	172			Gips, 4 row 25 - Dekker			Norgips Har Gips
C1-C4	Glava glassull, L = 0.03	2008,4 m2	13			Tre - Gulv - 25 - Dekker			EPD Glava ç Preparation of construction waste
C1-C4	Ferdigbetong, normal s	2064,08 m2	13185			25 - Dekker			One Click L((Muravfall

C1-C4	Dampspærre i plast, 0.1	2119,76 m2	17		Vapour / Moisture	25 - Dekker	Gram Damp Byggningsavfall til deponi
C1-C4	Stål, forspent (betongarmert)	14138,5 kg	110			25 - Dekker	Prestressed Stålavfall
C1-C4	Forsterkning stål (armert)	24768,5 kg	192			25 - Dekker	One Click L(Stålavfall
C1-C4			15181			25 - Dekker	
D	Trelast, bartre (Treindu)	111,98 m2	-873	1159		25 - Dekker	Sawn dried i Incineration of wood D
D	Trelast, bartre (Treindu)	509,18 m2	-2763	3666		25 - Dekker	Sawn dried i Incineration of wood D
D	Ferdigbetong, normal s	2064,08 m2	-28033	960045		25 - Dekker	One Click L(Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Stål, forspent (betongarmert)	14138,5 kg	-1834	-3535		25 - Dekker	Prestressed Stål, armeringsprodukter (betongarmering)
D	Forsterkning stål (armert)	24768,5 kg	0	0		25 - Dekker	One Click L(Fordeler med resirkulering av stål
D			187178	54370	1E+06	25 - Dekker	
A1-A3	Ferdigbetong, normal s	1623,18 m2	26109	0 389563		252 - Gulv på g	One Click L(
A1-A3	Insulation EPS, graphite	1623,18 m2	3822	0 6493	Isolasjon H:	252 - Gulv på g	MD-16006-E
A1-A3	Forsterkning stål (armert)	16230 kg	6101	0 16230		252 - Gulv på g	One Click L(
A1-A3			36032	412286		252 - Gulv på g	
A4	Ferdigbetong, normal s	1623,18 m2	2026	0		252 - Gulv på g	One Click L(Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Insulation EPS, graphite	1623,18 m2	15	0	Isolasjon H:	252 - Gulv på g	MD-16006-E Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (armert)	16230 kg	68	1785		252 - Gulv på g	One Click L(Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			2109	1785		252 - Gulv på g	
A5	Ferdigbetong, normal s	1623,18 m2	325	7791		252 - Gulv på g	One Click L(
A5	Insulation EPS, graphite	1623,18 m2	314	1039	Isolasjon H:	252 - Gulv på g	MD-16006-E
A5	Forsterkning stål (armert)	16230 kg	305	1661		252 - Gulv på g	One Click L(
A5			944	10491		252 - Gulv på g	
C1-C4	Ferdigbetong, normal s	1623,18 m2	4320			252 - Gulv på g	One Click L(Muravfall
C1-C4	Insulation EPS, graphite	1623,18 m2	88		Isolasjon H:	252 - Gulv på g	MD-16006-E Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
C1-C4	Forsterkning stål (armert)	16230 kg	126			252 - Gulv på g	One Click L(Stålavfall
C1-C4			4534			252 - Gulv på g	
D	Ferdigbetong, normal s	1623,18 m2	-9186	314572		252 - Gulv på g	One Click L(Fordeler med resirkulering av muravfall
D	Forsterkning stål (armert)	16230 kg	0	0		252 - Gulv på g	One Click L(Fordeler med resirkulering av stål
D			43619	424562		252 - Gulv på g	
A1-A3	Linoleum, 3 kg/m2	401,68 m2	1658	0 1205	Vinyl, 4 row	255 - Gulvoverfl	Oekobau.da
A1-A3	Linoleum, 3 kg/m2	649,27 m2	2680	0 1948	Gulv, 2 row	255 - Gulvoverfl	Oekobau.da
A1-A3	Woven carpet tiles, bitu	973,91 m2	2232	0 4236	Gulv, 2 row	255 - Gulvoverfl	EPD Sigma
A1-A3	Woven carpet tiles, bitu	1606,72 m2	3683	0 6989	Vinyl, 4 row	255 - Gulvoverfl	EPD Sigma
A1-A3			10253	14379		255 - Gulvoverfl	
A4	Linoleum, 3 kg/m2	401,68 m2	5	0	Vinyl, 4 row	255 - Gulvoverfl	Oekobau.da Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Linoleum, 3 kg/m2	649,27 m2	8	0	Gulv, 2 row	255 - Gulvoverfl	Oekobau.da Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Woven carpet tiles, bitu	973,91 m2	18	0	Gulv, 2 row	255 - Gulvoverfl	EPD Sigma Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Woven carpet tiles, bitu	1606,72 m2	29	0	Vinyl, 4 row	255 - Gulvoverfl	EPD Sigma Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			61			255 - Gulvoverfl	
A5	Linoleum, 3 kg/m2	401,68 m2	235	121	Vinyl, 4 row	255 - Gulvoverfl	Oekobau.da

A5	Linoleum, 3 kg/m2	649,27 m2	380	195	Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.da
A5	Woven carpet tiles, bitu	973,91 m2	113	423	Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigma
A5	Woven carpet tiles, bitu	1606,72 m2	187	699	Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigma
A5			915	1437	255 - Gulvoverfl
B4-B5	Linoleum, 3 kg/m2	401,68 m2	9414	4820	Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.da
B4-B5	Linoleum, 3 kg/m2	649,27 m2	15216	7791	Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.da
B4-B5	Woven carpet tiles, bitu	973,91 m2	4524	16936	Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigma
B4-B5	Woven carpet tiles, bitu	1606,72 m2	7463	27941	Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigma
B4-B5			36616	57489	255 - Gulvoverfl
C1-C4	Linoleum, 3 kg/m2	401,68 m2	3044		Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.da Incineration of plastic (including benefits) C4
C1-C4	Linoleum, 3 kg/m2	649,27 m2	4920		Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.da Incineration of plastic (including benefits) C4
C1-C4	Woven carpet tiles, bitu	973,91 m2	12		Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigma Preparation of construction waste
C1-C4	Woven carpet tiles, bitu	1606,72 m2	19		Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigma Preparation of construction waste
C1-C4			7994		255 - Gulvoverfl
D	Linoleum, 3 kg/m2	401,68 m2	-1876	1205	Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.da Incineration of plastic (including benefits) D
D	Linoleum, 3 kg/m2	649,27 m2	-3032	1948	Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl Oekobau.da Incineration of plastic (including benefits) D
D	Woven carpet tiles, bitu	973,91 m2	-6587	4232	Gulv, 2 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigma Incineration of plastic (including benefits) D
D	Woven carpet tiles, bitu	1606,72 m2	-10867	6981	Vinyl, 4 row 255 - Gulvoverfl EPD Sigma Incineration of plastic (including benefits) D
D					255 - Gulvoverfl
			55840	73304	255 - Gulvoverfl
A1-A3	Akustiskte himlingsplatt	3142,32 m2	3482	0	5971 Himlingsplatt 257 - Systemhir NEPD-340-2
A4	Akustiskte himlingsplatt	3142,32 m2	41	1075	Himlingsplatt 257 - Systemhir NEPD-340-2 Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A5	Akustiskte himlingsplatt	3142,32 m2	288	1041	Himlingsplatt 257 - Systemhir NEPD-340-2
C1-C4	Akustiskte himlingsplatt	3142,32 m2	81		Himlingsplatt 257 - Systemhir NEPD-340-2 Disposal of inert material (e.g. Glass) C4
			3892	8087	257 - Systemhir
A1-A3	Ferdigbetong, normal s	2064,08 m2	79682	0	1E+06 26 - Yttertak One Click L(
A1-A3	Bitumenpolymer memb	2119,76 m2	4871	0	7949 Roofing - El 26 - Yttertak Isola Mester
A1-A3	Isolasjon/mineralull, 0.C	2119,76 m2	57741	0	52464 Isolasjon H: 26 - Yttertak ROCKWOO
A1-A3	Dampspærre i plast, 0.1	2132,37 m2	670	0	296 Plastic - Træ 26 - Yttertak Gram Damp
A1-A3	Stål, forspent (betongar	14138,5 kg	37891	0	14139 26 - Yttertak Prestressed
A1-A3	Forsterkning stål (arme	24768,5 kg	9311	0	24769 26 - Yttertak One Click L(
A1-A3			190166	1E+06	26 - Yttertak
A4	Ferdigbetong, normal s	2064,08 m2	6182	0	26 - Yttertak One Click L(Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A4	Bitumenpolymer memb	2119,76 m2	18	477	Roofing - El 26 - Yttertak Isola Mester Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Isolasjon/mineralull, 0.C	2119,76 m2	141	0	Isolasjon H: 26 - Yttertak ROCKWOO Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Dampspærre i plast, 0.1	2132,37 m2	1	33	Plastic - Træ 26 - Yttertak Gram Damp Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Stål, forspent (betongar	14138,5 kg	60	1555	26 - Yttertak Prestressed Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4	Forsterkning stål (arme	24768,5 kg	104	2725	26 - Yttertak One Click L(Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
A4			6506	4789	26 - Yttertak
A5	Ferdigbetong, normal s	2064,08 m2	990	23778	26 - Yttertak One Click L(
A5	Bitumenpolymer memb	2119,76 m2	524	1638	Roofing - El 26 - Yttertak Isola Mester
A5	Isolasjon/mineralull, 0.C	2119,76 m2	4813	8394	Isolasjon H: 26 - Yttertak ROCKWOO

A5	Dampsperre i plast, 0.1	2132,37 m2	68		63 Plastic - Tr	26 - Yttertak	Gram Damp
A5	Stål, forspent (betongar	14138,5 kg	1846		1447	26 - Yttertak	Prestressed
A5	Forsterkning stål (arme	24768,5 kg	466		2535	26 - Yttertak	One Click L
A5			8708		37854	26 - Yttertak	
B4-B5	Bitumenpolymer memb	2119,76 m2	10471		32750	Roofing - El	26 - Yttertak
C1-C4	Ferdigbetong, normal s	2064,08 m2	13185			26 - Yttertak	Isola Mester
C1-C4	Bitumenpolymer memb	2119,76 m2	346			Roofing - El	26 - Yttertak
C1-C4	Isolasjon/mineralull, 0.C	2119,76 m2	2286			Isolasjon H	26 - Yttertak
C1-C4	Dampsperre i plast, 0.1	2132,37 m2	13			Plastic - Tr	26 - Yttertak
C1-C4	Stål, forspent (betongar	14138,5 kg	110			26 - Yttertak	Isola Mester Bygningsavfall til deponi
C1-C4	Forsterkning stål (arme	24768,5 kg	192			26 - Yttertak	ROCKWOO Bygningsavfall til deponi
C1-C4			16132			26 - Yttertak	Gram Damp Bygningsavfall til deponi
D	Ferdigbetong, normal s	2064,08 m2	-28033	960045		26 - Yttertak	Prestressed Stålavfall
D	Stål, forspent (betongar	14138,5 kg	-1834	-3535		26 - Yttertak	One Click L
D	Forsterkning stål (arme	24768,5 kg	0	0		26 - Yttertak	Fordeler med resisrkulering av muravfall
D			231983	1E+06		26 - Yttertak	Prestressed Stål, armeringsprodukter (betongarmering)
A1-A3	Ferdigbetong, normal s	17,32 m3	2786	0	41568	28 - Trapper, bæ	One Click L
A1-A3	Forsterkning stål (arme	1732 kg	651	0	1732	28 - Trapper, bæ	One Click L
A1-A3			3437	43300		28 - Trapper, bæ	
A4	Ferdigbetong, normal s	17,32 m3	216	0	0	28 - Trapper, bæ	One Click L
A4	Forsterkning stål (arme	1732 kg	7	191		28 - Trapper, bæ	One Click L
A4			223	191		28 - Trapper, bæ	Betongbil, omtrent 8m3, 100% fyllingsrate
A5	Ferdigbetong, normal s	17,32 m3	35	831		28 - Trapper, bæ	One Click L
A5	Forsterkning stål (arme	1732 kg	33	177		28 - Trapper, bæ	One Click L
A5			67	1009		28 - Trapper, bæ	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate
C1-C4	Ferdigbetong, normal s	17,32 m3	461			28 - Trapper, bæ	One Click L
C1-C4	Forsterkning stål (arme	1732 kg	13			28 - Trapper, bæ	One Click L
C1-C4			474			28 - Trapper, bæ	Muravfall
D	Ferdigbetong, normal s	17,32 m3	-980	33566		28 - Trapper, bæ	One Click L
D	Forsterkning stål (arme	1732 kg	0	0		28 - Trapper, bæ	One Click L
D			4202	44499		28 - Trapper, bæ	Fordeler med resisrkulering av stål
B6	Elektrisitet, Norge, forv	105682 kWh	154346			28 - Trapper, bæ	LCA study fc
			154346				

Laster på tak

Variable laster

Snølast

Snølast på mark, Volda kommune: $S_m := 4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Lastfaktor flate tak: $\gamma := 0.8$

Pålitelighetsklasse 2 gir reduksjonsfaktor 1

Dimensjonerende snølast: $S := S_m \cdot \gamma = 3.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Vindlast

Vindlasten blir ikke regnet med da denne vil skape oppløft av takkonstruksjonen.

Egenlaster ved massivtre

Massivtre $G_m := 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Isolasjon $G_i := 1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Mestertekk takbelegg $G_t := 0.05 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Massivtre 320mm $G_{m1} := G_m \cdot 0.32\text{m} = 1.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Isolasjon 350mm $G_{i1} := G_i \cdot 0.35\text{m} = 0.35 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Mestertekk takbelegg $G_{t1} := 0.05 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Total egenlast $G_{t1} := G_{m1} + G_{i1} + G_{t1} = 2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Egenlaster ved etterspent betong

Betong $G_b := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Isolasjon $G_i = 1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Mestertekk takbelegg $G_t = 0.05 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Betong 240mm $G_{b2} := G_b \cdot 240\text{mm} = 6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Isolasjon 450mm $G_{i2} := G_i \cdot 450\text{mm} = 0.45 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Mestertekk takbelegg $G_t = 0.05 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Total egenlast $G_{t2} := G_{b2} + G_{i2} + G_t = 6.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Laster på etasjeskiller

Variable laster

Nyttelast - Brukscategori C1 $q_k := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Arealreduksjon utregnet på hver konstruksjonsdel

Egenlaster ved massivtre

Massivtre $G_m = 5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Betong $G_b = 25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Trinnlydsplate $G_l := 1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Gipsplate $G_g := 9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Sponplate $G_s := 7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Massivtre 320mm $G_{m2} := G_m \cdot 0.32\text{m} = 1.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Betong 60mm $G_{b2} := G_b \cdot 0.07\text{m} = 1.75 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Trinnlydsplate 20mm $G_{l2} := G_l \cdot 0.02\text{m} = 0.02 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Gipsplate 13mm $G_{g2} := G_g \cdot 0.013\text{m} = 0.12 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Sponplate 22mm $G_{s2} := G_s \cdot 0.022\text{m} = 0.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Total egenlast $G_2 := G_{m2} + G_{b2} + G_{l2} + G_{g2} + G_{s2} = 3.64 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Egenlaster ved etterspent betong

Betong $G_b = 25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Trinnlydsplate $G_l = 1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Gipsplate $G_g = 9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Sponplate $G_s = 7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Betong 240mm $G_{b3} := G_b \cdot 240\text{mm} = 6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Trinnlydsplate 20mm $G_{l3} := G_l \cdot 20\text{mm} = 0.02 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Gipsplate 13mm $G_{g3} := G_g \cdot 13\text{mm} = 0.12 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Sponplate 22mm $G_{s3} := G_s \cdot 0.022\text{m} = 0.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Total egenlast $G_3 := G_{b3} + G_{l3} + G_{g3} + G_{s3} = 6.29 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Egenlaster ved massive etasjeskiller mot friluft

Massivtre	$G_m = 5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
Betong	$G_b = 25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
Trinnlydsplate	$G_l := 1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
Gipsplate	$G_g := 9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
Sponplate	$G_s := 7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
Isolasjon	$G_{is} := 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
Trebord	$G_t := 3.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
Massivtre 320mm	$G_{m2} := G_m \cdot 0.32\text{m} = 1.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Betong 60mm	$G_{b2} := G_b \cdot 0.07\text{m} = 1.75 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Trinnlydsplate 20mm	$G_{l2} := G_l \cdot 0.02\text{m} = 0.02 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Gipsplate 13mm	$G_{g2} := G_g \cdot 0.013\text{m} = 0.12 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Sponplate 22mm	$G_{s2} := G_s \cdot 0.022\text{m} = 0.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Isolasjon 400mm	$G_{is2} := G_{is} \cdot 0.4\text{m} = 0.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Trebord 16mm	$G_{t2} := G_t \cdot 0.016\text{m} = 0.06 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Total egenlast	$G_2 := G_{m2} + G_{b2} + G_{l2} + G_{g2} + G_{s2} + G_{is2} + G_{t2} = 4.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Egenvekt av skillevegg akse I, 13-14

Vekt av innervegg $q_j := 1.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Innerveggenes plassering fra akse I :
 $L_1 := 1.47\text{m}$
 $L_2 := 3.83\text{m}$

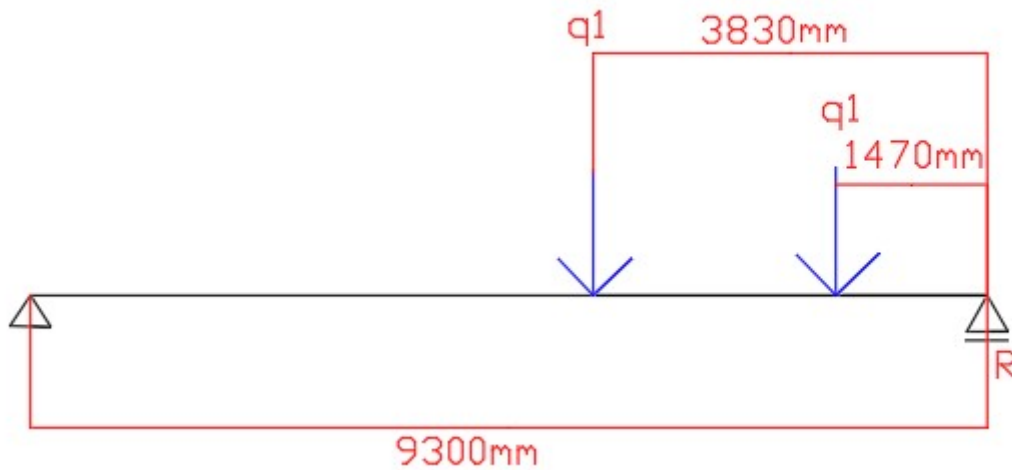
Lengden på bjelken $L := 9.13\text{m}$

Innerveggenes plassering fra akse G
 $L_3 := L - L_1 = 7.66\text{ m}$
 $L_4 := L - L_2 = 5.3\text{ m}$

Vekt fungerende på bjelke akse I:
 $R_1 := \frac{q_j \cdot L_3}{L} = 0.92 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$R_2 := \frac{q_j \cdot L_4}{L} = 0.64 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Total vekt på bjelke $R := R_1 + R_2 = 1.56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$



Betongsøyle i 1.etasje akse B,4

Betongdekket vil bli støttet opp av søyler uten bjelker, og vil fungere som et flatdekke.

De etterspente kabene vil bli lagt i begge retninger

Lengden i mellom søylene, y-retning	$L_1 := 7.2\text{m}$
Lengden i mellom søylene, x-retning	$L_2 := \frac{11.1}{2}\text{m} + 6.3\text{m} = 11.85\text{m}$
Belastingsareal på søylen	$A_1 := L_1 \cdot L_2 = 85.32\text{m}^2$
Høyden på søylen	$H := 320\text{mm}$
Bredden på søylen	$B := 320\text{mm}$
Knekk lengden	$H_1 := 4.06\text{m}$
Høyden på 2.etasje	$H_2 := 4.9\text{m}$

$$f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_{ms} := 1.15 \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_{ms}} = 434.78 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$
$$f_{ck} := 35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_{mb} := 1.5 \quad f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_{mb}} = 23.33 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Arealreduksjonsfaktor

Brukkategori C1

Belastet areal $A_2 := (11.1 + 6.3) \cdot 14.4 = 250.56$

$$A_2 \geq 30\text{m}^2$$

$$\alpha_A := 0.5 + \frac{15}{A_2} = 0.56 \quad \alpha_A \geq 0.7$$

$$\alpha_A := 0.7$$

Fungerende krefter

Egenlast tak	$G_T := 6.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Egenlast etasjeskiller	$G_E := 6.29 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Egenlast søyle 2 etasje	$G_{bs} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.25\text{m} \cdot 2.5\text{m} = 1.56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Egenlast innervegg	$G_V := 0.73 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Nyttelast etasjeskiller	$q_k := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Nyttelast etasjeskiller med lastfaktor	$q_d := q_k \cdot \alpha_A = 2.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Snølast	$S := 3.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Aksialkraften i søylen

$$Q_{1B1} := 1.35 \cdot \left[(G_T + G_E) \cdot A_1 \right] + (G_V \cdot L_1) + (G_{bs} \cdot H_2) + 1.05 \cdot \left[(S + q_d) \cdot A_1 \right] = 1.97 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{1B2} := 1.2 \cdot \left[(G_T + G_E) \cdot A_1 \right] + (G_V \cdot L_1) + (G_{bs} \cdot H_2) + 1.5 \cdot (S \cdot A_1) + 1.05 \cdot (q_d \cdot A_1) = 1.92 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$N_{ed} := Q_{1B1} = 1.97 \times 10^6 \text{ N}$$

Regner at egenlasten ikke vil gi moment på søylen. Dette på grunn av momentet vil utligne hverandre. Tar bare med full nyttelast.

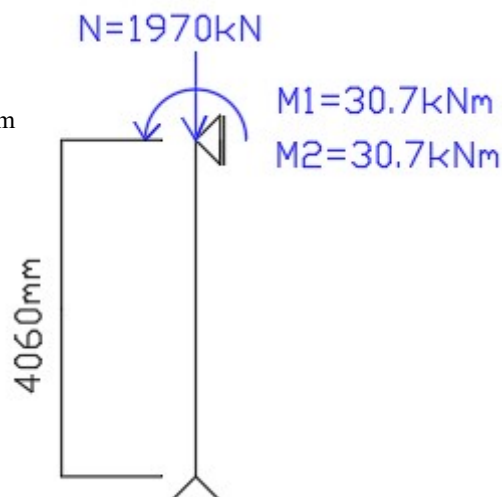
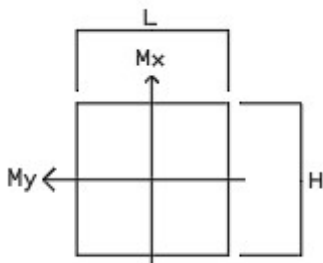
Aksialkraft som vil påvirke momentet fra nyttelast

$$Q_{2B1} := 1.05 \cdot q_k \cdot \frac{A_1}{2} = 134.38 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{2B2} := 1.5 \cdot q_k \cdot \frac{A_1}{2} = 191.97 \cdot \text{kN}$$

Eksentrisiteten $e := \frac{H}{2} = 0.16 \text{ m}$

Maks moment på søylen $M_{\max} := Q_2 B_2 \cdot e = 3.07 \times 10^7 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$



Moment om både y og x aksen. Aksene får likt belastningsareal, dermed likt moment.

Søylen er kvadratisk, og har likt fungerende armeringsverrsnitt om begge akser.

Bøying om både y og x:

Overdekning XC4 - Korrosjon fremjakt av klorider som ikke stammer fra sjøvann.
Vekselvis våt og tørt

Overdekning $C_{\text{nom}} := 45 \text{ mm}$

Armering:

Bøyer $\Phi_b := 8 \text{ mm}$

I hjørnene $\Phi := 25 \text{ mm}$

I mellom hjørnene $\Phi_1 := 20 \text{ mm}$

Armeringstverrsnitt $A_s := 4 \cdot 491 \text{ mm}^2 + 4 \cdot 314 \text{ mm}^2 = 3.22 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Fungerende armeringstverrsnitt om både y og x aksen $A_{s1} := 2 \cdot 491 \text{ mm}^2 + 314 \cdot \text{mm}^2 = 1.296 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Bruker M-N diagram

$d_2 := C_{\text{nom}} + \frac{\Phi}{2} + \Phi_b = 65.5 \cdot \text{mm}$

$D := \frac{d_2}{H} = 0.2$

$A_c := B \cdot H = 1.024 \times 10^5 \cdot \text{mm}^2$

Bruker diagram D=0.2 fra Avanserte konstruksjoner- betongdelen kompendium side 12

Dimensjonsløs aksialkraft

$$n := \frac{N_{ed}}{f_{ck} \cdot B \cdot H} = 0.548$$

$$w_1 := \frac{f_{yk} \cdot A_{s1}}{f_{ck} \cdot A_c} = 0.181$$

$$\rightarrow m := 0.06$$

Omregning til moment gir: $M_1 := m \cdot B \cdot H^2 \cdot f_{ck} = 6.881 \times 10^7 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$

Kontroll av kapasitet om begge akser:

$$\frac{M_{\max}}{M_1} + \frac{M_{\max}}{M_1} = 0.89 \quad 0.89 < 1$$

Avstanden mellom armeringsjernene

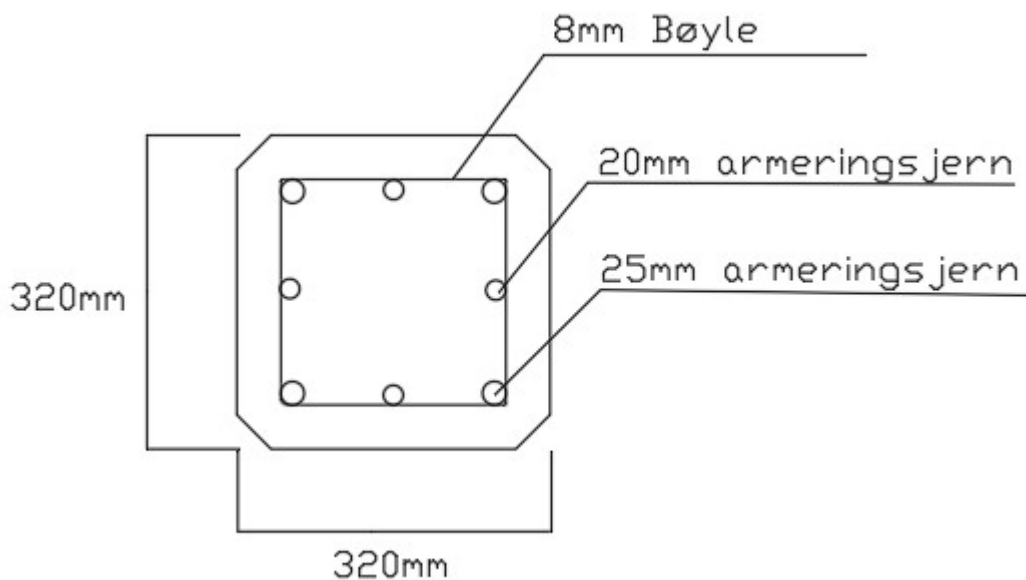
$$L_j := \frac{[H - (2 \cdot \Phi_b) - (2 \cdot \Phi) - \Phi_1 - (2 \cdot C_{\text{nom}})]}{2} = 72 \cdot \text{mm} \quad 72 \text{mm} < 150 \text{mm}$$

Bøyle avstand

$$S_{cl\max} = \min: \begin{pmatrix} 15 \cdot \Phi \\ H \\ 400 \text{mm} \end{pmatrix}$$

$$H_{\min} := H$$

Avstanden på bøylene: $S_{cl\max} := H_{\min} = 320 \cdot \text{mm}$



Betongsøyle i 1. etasje akse I,12

Betongdekke vil bare bli støttet opp av søyler uten bjelker, og vil fungere som et flatdekke.

De etterspente kabene vil bli lagt i begge retninger

Lengden i mellom søylene, y-retning	$L_1 := 7.2\text{m}$
Lengden i mellom søylene, x-retning	$L_2 := \frac{9.3}{2}\text{m} + \frac{9.1}{2}\text{m} = 9.2\text{m}$
Belastingsareal på søylen	$A_{I,12} := L_1 \cdot L_2 = 66.24\text{m}^2$
Høyden på søylen	$H := 250\text{mm}$
Bredden på søylen	$B := 250\text{mm}$
Knekk lengden	$H_1 := 4.06\text{m}$
Høyden på 2. etasje	$H_2 := 4.9\text{m}$

$$f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_{ms} := 1.15 \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_{ms}} = 434.78 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$
$$f_{ck} := 35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_{mb} := 1.5 \quad f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_{mb}} = 23.33 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Arealreduksjonsfaktor

Brukskategori C1

Belastet areal $A_2 := (9.3 + 9.1) \cdot 14.4 = 264.96$

$$A_2 \geq 30\text{m}^2$$

$$\alpha_A := 0.5 + \frac{15}{A_2} = 0.56 \quad \alpha_A \geq 0.7$$

$$\alpha_A := 0.7$$

Fungerende krefter

Egenlast tak	$G_T := 6.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Egenlast etasjeskiller	$G_E := 6.29 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Egenlast søyle	$G_{bs} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.2\text{m} \cdot 0.2\text{m} = 1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Egenlast innervegg	$G_V := 0.923 \frac{\text{kN}}{\text{m}} + 0.639 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 1.56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Nyttelast etasjeskiller	$q_k := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Nyttelast etasjeskiller med lastfaktor	$q_d := q_k \cdot \alpha_A = 2.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Snølast	$S := 3.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Aksialkraften i søylen

$$Q_{1B1} := 1.35 \cdot \left[(G_T + G_E) \cdot A_{I.12} \right] + (G_V \cdot L_1) + (G_{bs} \cdot H_2) + 1.05 \cdot \left[(S + q_d) \cdot A_{I.12} \right] = 1.53 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{1B2} := 1.2 \cdot \left[(G_T + G_E) \cdot A_{I.12} \right] + (G_V \cdot L_1) + (G_{bs} \cdot H_2) + 1.5 \cdot (S \cdot A_{I.12}) + 1.05 \cdot (q_d \cdot A_{I.12}) = 1.5 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$N_{ed} := Q_{1B1} = 1.534 \times 10^6 \text{ N}$$

Regner at egenlasten ikke vil gi moment på søylen. Dette på grunn av momentet vil utligne hverandre. Momentet er gitt fra full nyttelast.

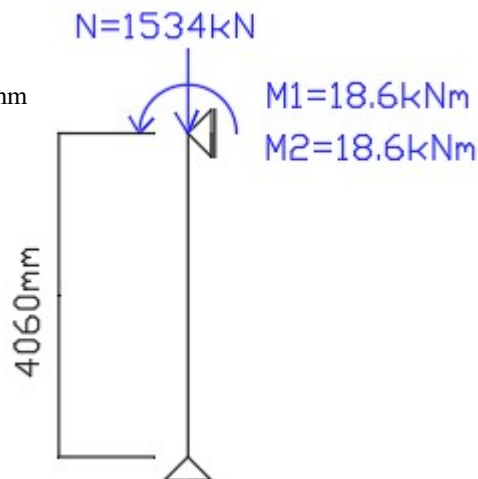
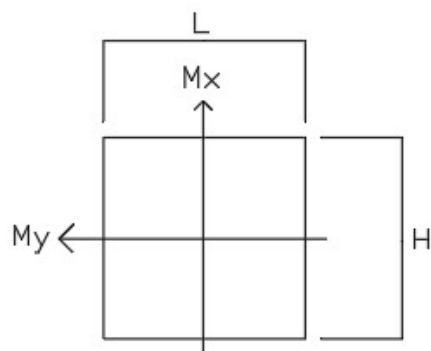
Aksialkraft som vil påvirke momentet fra nyttelast

$$Q_{2B1} := 1.05 \cdot q_k \cdot \frac{A_{I.12}}{2} = 104.33 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{2B2} := 1.5 \cdot q_k \cdot \frac{A_{I.12}}{2} = 149.04 \cdot \text{kN}$$

Eksentrisiteten $e := \frac{H}{2} = 0.13 \text{ m}$

Maks moment på søylen $M_{\max} := Q_{2B2} \cdot e = 1.86 \times 10^7 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$



Moment om både y og x aksen. Aksene får likt belastningsareal, dermed likt moment.

Søylen er kvadratisk, og har likt fungerende armeringsvernsnitt om begge akser.

Bøying om både y og x:

Overdekning XC0 - Korrosjon fremkalt av karbonatisering: Meget tørt

Overdekning $C_{\text{nom}} := 20 \text{ mm}$

Armering:

Bøyler $\Phi_b := 8 \text{ mm}$

I hjørnene $\Phi := 32 \text{ mm}$

I mellom hjørnene $\Phi_1 := 16 \text{ mm}$

Armeringstvernsnitt $A_s := 4 \cdot 804 \text{ mm}^2 + 4 \cdot 201 \text{ mm}^2 = 4.02 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Fungerende armeringstvernsnitt om både y og x aksen $A_{s1} := 2 \cdot 804 \text{ mm}^2 + 201 \cdot \text{mm}^2 = 1.809 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Bruker M-N diagram

$$d_2 := C_{\text{nom}} + \frac{\Phi}{2} + \Phi_b = 44 \cdot \text{mm}$$

$$D := \frac{d_2}{H} = 0.18$$

$$A_c := B \cdot H = 6.25 \times 10^4 \cdot \text{mm}^2$$

Bruker diagram D=0.2 fra Avanserte konstruksjoner- betongdelen kompendium side 12

Dimensjonsløs aksialkraft

$$n := \frac{N_{ed}}{f_{ck} \cdot B \cdot H} = 0.7$$

$$\rightarrow m := 0.073$$

$$w_1 := \frac{f_{yk} \cdot A_{s1}}{f_{ck} \cdot A_c} = 0.41$$

Omregning til moment gir: $M_1 := m \cdot B \cdot H^2 \cdot f_{ck} = 3.992 \times 10^7 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$

Kontroll av kapasitet om begge akser:

$$\frac{M_{\max}}{M_1} + \frac{M_{\max}}{M_1} = 0.93 \quad 0.93 < 1$$

Avstanden mellom armeringsjernene

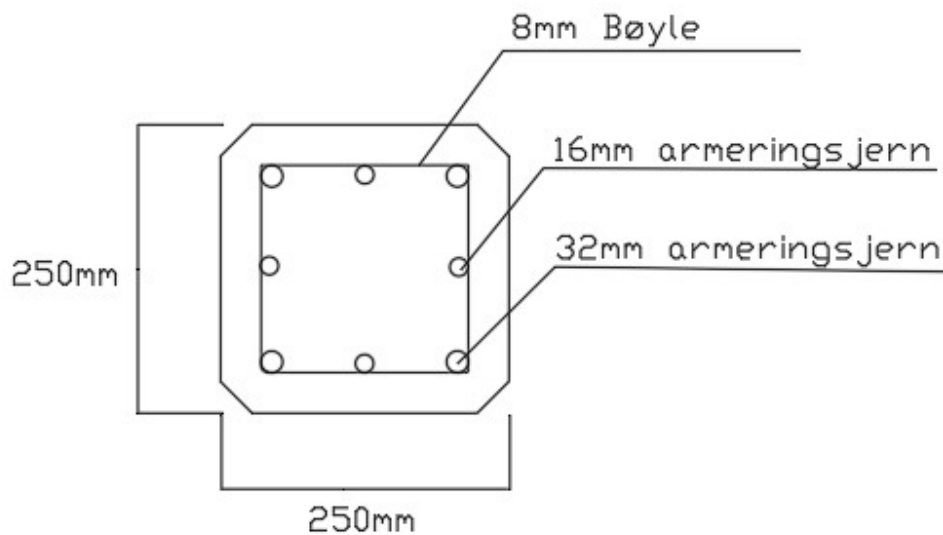
$$L_j := \frac{[H - (2 \cdot \Phi_b) - (2 \cdot \Phi) - \Phi_1 - (2 \cdot C_{\text{nom}})]}{2} = 57 \cdot \text{mm} \quad 57 \text{mm} < 150 \text{mm}$$

Bøyle avstand

$$S_{cl\max} = \min: \begin{pmatrix} 15 \cdot \Phi \\ H \\ 400 \text{mm} \end{pmatrix}$$

$$H_{\min} := H$$

Avstanden på bøylene: $S_{cl\max} := H_{\min} = 250 \cdot \text{mm}$



Betongsøyle i 1. etasje akse I,12

Betongdekke vil bare bli støttet opp av søyler uten bjelker, og vil fungere som et flatdekke.

De etterspente kabene vil bli lagt i begge retninger

Lengden i mellom søylene, y-retning $L_1 := 7.2\text{m}$

Lengden i mellom søylene, x-retning $L_2 := \frac{9.1}{2}\text{m}$

Belastingsareal på søylen $A_{I,12} := L_1 \cdot L_2 = 32.76\text{m}^2$

Høyden på søylen $H := 200\text{mm}$

Bredden på søylen $B := 200\text{mm}$

Kneklengde $H_1 := 4.06\text{m}$

Høyden på 2.etasje $H_2 := 4.9\text{m}$

$$f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_{ms} := 1.15 \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_{ms}} = 434.78 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{ck} := 35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_{mb} := 1.5 \quad f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_{mb}} = 23.33 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Arealreduksjonsfaktor

Brukskategori C1

Belastet areal $A_2 := 9.1 \cdot 14.4 = 131.04$

$$A_2 \geq 30\text{m}^2$$

$$\alpha_A := 0.5 + \frac{15}{A_2} = 0.61 \quad \alpha_A \geq 0.7$$

$$\alpha_A := 0.7$$

Fungerende krefter

Egenlast tak	$G_T := 6.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Egenlast etasjeskiller	$G_E := 6.29 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Egenlast søyle	$G_{bs} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.2\text{m} \cdot 0.2\text{m} = 1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Nyttelast etasjeskiller	$q_k := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Nyttelast etasjeskiller med lastfaktor	$q_d := q_k \cdot \alpha_A = 2.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Snølast	$S := 3.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Aksialkraften i søylen

$$Q_{1B1} := 1.35 \cdot \left[(G_T + G_E) \cdot A_{I.12} \right] + (G_{bs} \cdot H_2) + 1.05 \cdot \left[(S + q_d) \cdot A_{I.12} \right] = 754.57 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{1B2} := 1.2 \left[(G_T + G_E) \cdot A_{I.12} + (G_{bs} \cdot H_2) \right] + 1.5 \cdot (S \cdot A_{I.12}) + 1.05 \cdot (q_d \cdot A_{I.12}) = 738.16 \cdot \text{kN}$$

$$N_{ed} := Q_{1B1} = 7.55 \times 10^5 \text{ N}$$

Regner at egenlasten ikke vil gi moment på søylen. Dette på grunn av momentet vil utligne hverandre. Bruker full nyttelast til moment.

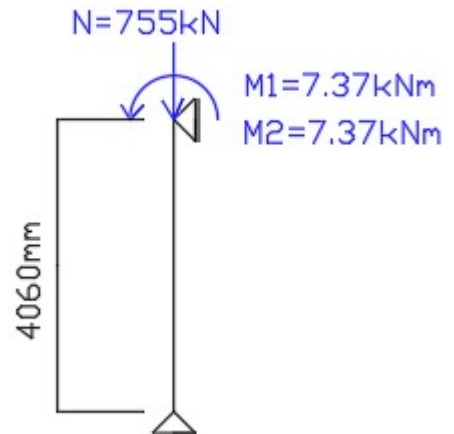
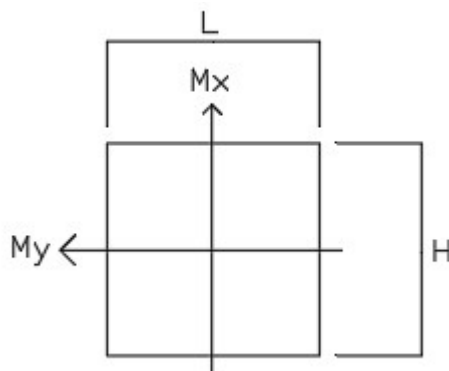
Aksialkraft som vil påvirke momentet fra nyttelast

$$Q_{2B1} := 1.05 \cdot q_k \cdot \frac{A_{I.12}}{2} = 51.6 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{2B2} := 1.5 \cdot q_k \cdot \frac{A_{I.12}}{2} = 73.71 \cdot \text{kN}$$

Eksentrisiteten $e := \frac{H}{2} = 0.1 \text{ m}$

Maks moment på søvlen $M_{\max} := Q_{2B2} \cdot e = 7.37 \times 10^6 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$



Moment om både y og x aksen. Aksene får likt belastningsareal, dermed likt moment.

Søylen er kvadratisk, og har likt fungerende armeringsvernsnitt om begge akser.

Bøying om både y og x:

Overdekning XC0 - Korrosjon fremkalt av karbonatisering: Meget tørt

Overdekning $C_{\text{nom}} := 20 \text{ mm}$

Armering:

Bøyer $\Phi_b := 8 \text{ mm}$

I hjørnene $\Phi := 25 \text{ mm}$

Armeringstvernsnitt $A_s := 4.491 \text{ mm}^2 = 1.964 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Fungerende armeringstvernsnitt om både y og x aksen $A_{s1} := 2.491 \text{ mm}^2 = 982 \cdot \text{mm}^2$

Bruker M-N diagram

$d_2 := C_{\text{nom}} + \frac{\Phi}{2} + \Phi_b = 40.5 \cdot \text{mm}$

$D := \frac{d_2}{H} = 0.2$

$A_c := B \cdot H = 4 \times 10^4 \cdot \text{mm}^2$

Bruker diagram D=0.2 fra Avanserte konstruksjoner- betongdelen side 12

Dimensjonsløs aksialkraft

$$n := \frac{N_{ed}}{f_{ck} \cdot B \cdot H} = 0.54$$

$$\rightarrow m := 0.10$$

$$w_1 := \frac{f_{yk} \cdot A_{s1}}{f_{ck} \cdot A_c} = 0.35$$

Omregning til moment gir: $M_1 := m \cdot B \cdot H^2 \cdot f_{ck} = 2.8 \times 10^7 \cdot N \cdot mm$

Kontroll av kapasitet om begge akser:

$$\frac{M_{max}}{M_1} + \frac{M_{max}}{M_1} = 0.53 \quad 0.53 < 1$$

Avstanden mellom armeringsjernene

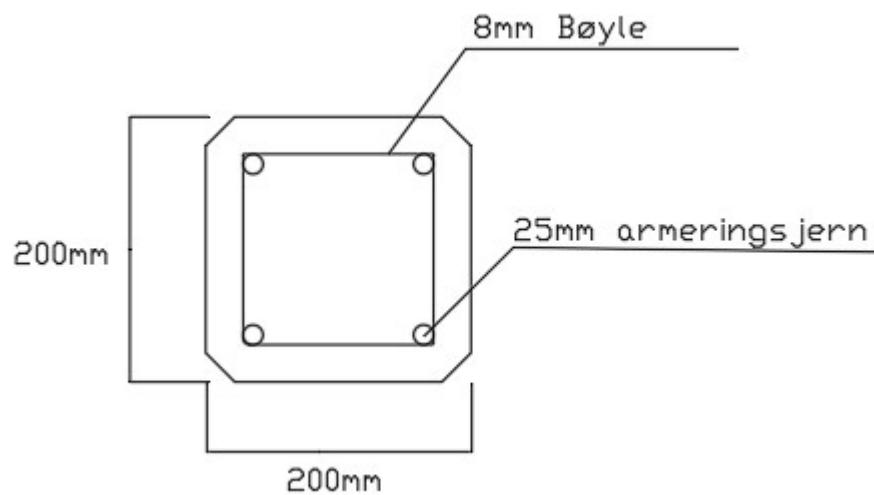
$$L_j := [H - (2 \cdot \Phi_b) - (2 \cdot \Phi) - (2 \cdot C_{nom})] = 94 \cdot mm \quad 94mm < 150mm$$

Bøyle avstand

$$S_{clmax} = \min: \begin{pmatrix} 15 \cdot \Phi \\ H \\ 400mm \end{pmatrix}$$

$$H_{min} := H$$

Avstanden på bøyelene: $S_{clmax} := H_{min} = 200 \cdot mm$



Betongsøyle i 2. etasje akse B,4

Betongdekke vil bare bli støttet opp av søyler uten bjelker, og vil fungere som et flatdekke.

De etterspente kabene vil bli lagt i begge retninger

Lengden i mellom søylene, y-retning	$L_1 := 7.2\text{m}$
Lengden i mellom søylene, x-retning	$L_2 := \frac{11.1}{2}\text{m} + 6.3\text{m} = 11.85\text{m}$
Belastingsareal på søylen	$A_{I,12} := L_1 \cdot L_2 = 85.32\text{m}^2$
Høyden på søylen	$H := 250\text{mm}$
Bredden på søylen	$B := 250\text{mm}$
Knekk lengden	$H_2 := 4.9\text{m}$

$$f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_{ms} := 1.15 \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_{ms}} = 434.78 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$
$$f_{ck} := 35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_{mb} := 1.5 \quad f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_{mb}} = 23.33 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Fungerende krefter

Egenlast tak	$G_T := 6.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Snølast	$S := 3.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Aksialkraften i søylen

$$Q_{1B1} := 1.35 \cdot G_T \cdot A_{I,12} + 1.05 \cdot S \cdot A_{I,12} = 1.04 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{1B2} := 1.2 \cdot G_T \cdot A_{I,12} + 1.5 \cdot S \cdot A_{I,12} = 1.08 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$N_{ed} := Q_{1B2} = 1.075 \times 10^6 \text{N}$$

Regner at egenlasten ikke vil gi moment på søylen. Dette på grunn av momentet vil utligne hverandre.

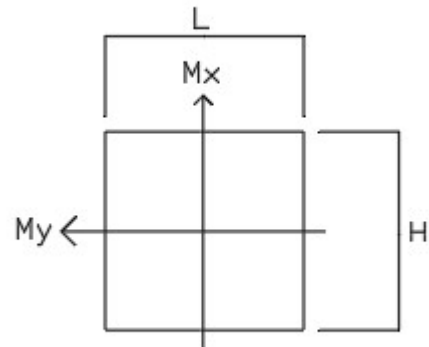
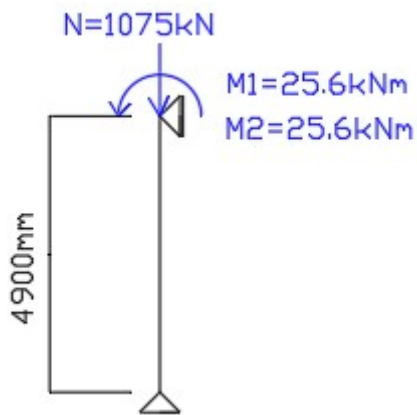
Aksialkraft som vil påvirke momentet fra snølast

$$Q_{2B1} := 1.05 \cdot S \cdot \frac{A_{I,12}}{2} = 143.34 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{2B2} := 1.5 \cdot S \cdot \frac{A_{I,12}}{2} = 204.77 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Eksentrisiteten} \quad e := \frac{H}{2} = 0.125 \text{m}$$

$$\text{Maks moment på søylen} \quad M_{\max} := Q_{2B2} \cdot e = 2.56 \times 10^7 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$$



Moment om både y og x aksen. Aksene får likt belastningsareal, dermed likt moment.

Søylen er kvadratisk, og har likt fungerende armeringsverrsnitt om begge akser.

Bøying om både y og x:

Overdekning XC0 - Korrosjon fremkalt av karbonatisering: Meget tørt

Overdekning $C_{nom} := 20\text{mm}$

Armering:

Bøyer $\Phi_b := 8\text{mm}$

I hjørnene $\Phi := 32\text{mm}$

Armeringstverrsnitt $A_s := 4 \cdot 804\text{mm}^2 = 3.216 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Fungerende armeringstverrsnitt om både y og x aksen $A_{s1} := 2 \cdot 804\text{mm}^2 = 1.608 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Bruker M-N diagram

$$d_2 := C_{nom} + \frac{\Phi}{2} + \Phi_b = 44 \cdot \text{mm}$$

$$D := \frac{d_2}{H} = 0.18$$

$$A_c := B \cdot H = 6.25 \times 10^4 \cdot \text{mm}^2$$

Bruker diagram D=0.2 fra Avanserte konstruksjoner- betongdelen side 12

Dimensjonsløs aksialkraft

$$n := \frac{N_{ed}}{f_{ck} \cdot B \cdot H} = 0.49$$

$$w_1 := \frac{f_{yk} \cdot A_{s1}}{f_{ck} \cdot A_c} = 0.37$$

$$\rightarrow m := 0.112$$

Omregning til moment gir: $M_1 := m \cdot B \cdot H^2 \cdot f_{ck} = 6.125 \times 10^7 \cdot N \cdot mm$

Kontroll av kapasitet om begge akser:

$$\frac{M_{max}}{M_1} + \frac{M_{max}}{M_1} = 0.84 \quad 0.84 < 1$$

Avstanden mellom armeringsjernene

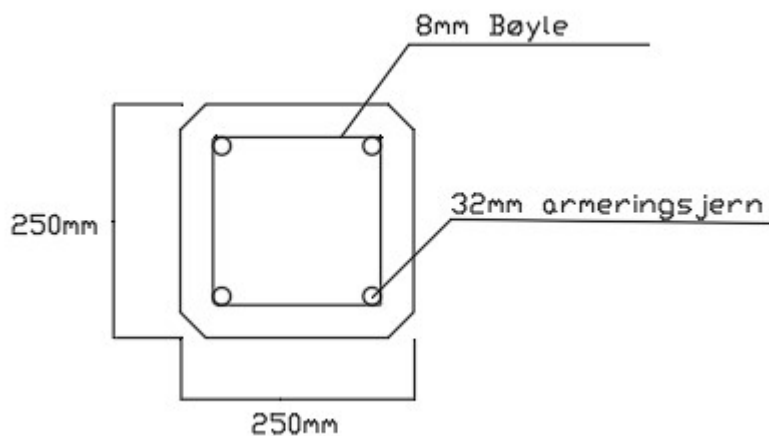
$$L_j := [H - (2 \cdot \Phi_b) - (2 \cdot \Phi) - (2 \cdot C_{nom})] = 130 \cdot mm \quad 130mm < 150mm$$

Bøyle avstand

$$S_{clmax} = \min: \begin{pmatrix} 15 \cdot \Phi \\ H \\ 400mm \end{pmatrix}$$

$$H_{min} := H$$

Avstanden på bøyene: $S_{clmax} := H_{min} = 250 \cdot mm$



Betongsøyle i 2. etasje akse I,13

Betongdekke vil bare bli støttet opp av søyler uten bjelker, og vil fungere som et flatdekke.

De etterspente kabene vil bli lagt i begge retninger

Lengden i mellom søylene, y-retning

$$L_1 := 7.2\text{m}$$

Lengden i mellom søylene, x-retning

$$L_2 := \frac{9.3}{2}\text{m} + \frac{9.1}{2}\text{m} = 9.2\text{m}$$

Belastingsareal på søylen

$$A_{I,13} := L_1 \cdot L_2 = 66.24\text{m}^2$$

Høyden på søylen

$$H := 200\text{mm}$$

Bredden på søylen

$$B := 200\text{mm}$$

Høyden på 2.etasje

$$H_2 := 4.9\text{m}$$

$$f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{ms} := 1.15$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_{ms}} = 434.78 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{ck} := 35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{mb} := 1.5$$

$$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_{mb}} = 23.33 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Fungerende krefter

Egenlast tak

$$G_T := 6.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Snølast

$$S := 3.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Aksialkraften i søylen

$$Q_{1B1} := 1.35 \cdot G_T \cdot A_{I,13} + 1.05 \cdot S \cdot A_{I,13} = 803.82 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{1B2} := 1.2 \cdot G_T \cdot A_{I,13} + 1.5 \cdot S \cdot A_{I,13} = 834.62 \cdot \text{kN}$$

$$N_{ed} := Q_{1B2} = 8.346 \times 10^5 \text{N}$$

Regner at egenlasten ikke vil gi moment på søylen. Dette på grunn av momentet vil utligne hverandre.

Aksialkraft som vil påvirke momentet fra nyttelast

$$Q_{2B1} := 1.05 \cdot S \cdot \frac{A_{I,13}}{2} = 111.28 \cdot \text{kN}$$

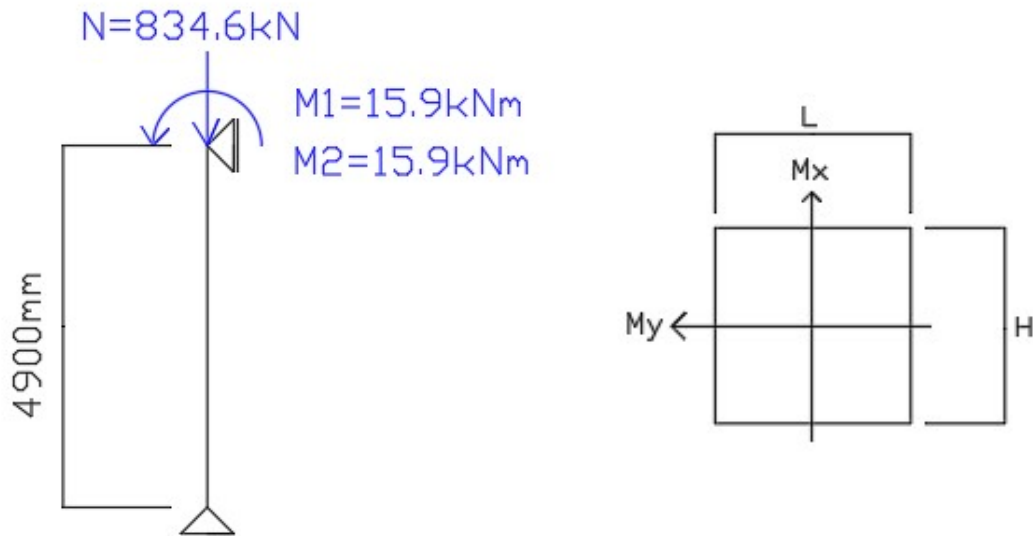
$$Q_{2B2} := 1.5 \cdot S \cdot \frac{A_{I,13}}{2} = 158.98 \cdot \text{kN}$$

Eksentrisiteten

$$e := \frac{H}{2} = 0.1\text{m}$$

Maks moment på søylen

$$M_{\max} := Q_{2B2} \cdot e = 1.59 \times 10^7 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$$



Moment om både y og x aksen. Aksene får likt belastningsareal, dermed likt moment.

Søylen er kvadratisk, og har likt fungerende armeringsvernsnitt om begge akser.

Bøying om både y og x:

Overdekning XC0 - Korrosjon fremkalt av karbonatisering: Meget tørt

Overdekning $C_{\text{nom}} := 20 \text{ mm}$

Armering:

Bøyer $\Phi_b := 8 \text{ mm}$

I hjørnene $\Phi := 32 \text{ mm}$

Armeringstvernsnitt $A_s := 4 \cdot 804 \text{ mm}^2 = 3.216 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Fungerende armeringstvernsnitt om både y og x aksen $A_{s1} := 2 \cdot 804 \text{ mm}^2 = 1.608 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Bruker M-N diagram

$$d_2 := C_{\text{nom}} + \frac{\Phi}{2} + \Phi_b = 44 \cdot \text{mm}$$

$$D := \frac{d_2}{H} = 0.22$$

$$A_c := B \cdot H = 4 \times 10^4 \cdot \text{mm}^2$$

Bruker diagram D=0.2 fra Avanserte konstruksjoner- betongdelen side 12

Dimensjonsløs aksialkraft

$$n := \frac{N_{ed}}{f_{ck} \cdot B \cdot H} = 0.6$$

$$\rightarrow m := 0.135$$

$$w_1 := \frac{f_{yk} \cdot A_{s1}}{f_{ck} \cdot A_c} = 0.57$$

Omregning til moment gir: $M_1 := m \cdot B \cdot H^2 \cdot f_{ck} = 3.78 \times 10^7 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$

Kontroll av kapasitet om begge akser:

$$\frac{M_{\max}}{M_1} + \frac{M_{\max}}{M_1} = 0.84 \quad 0.84 < 1$$

Avstanden mellom armeringsjernene

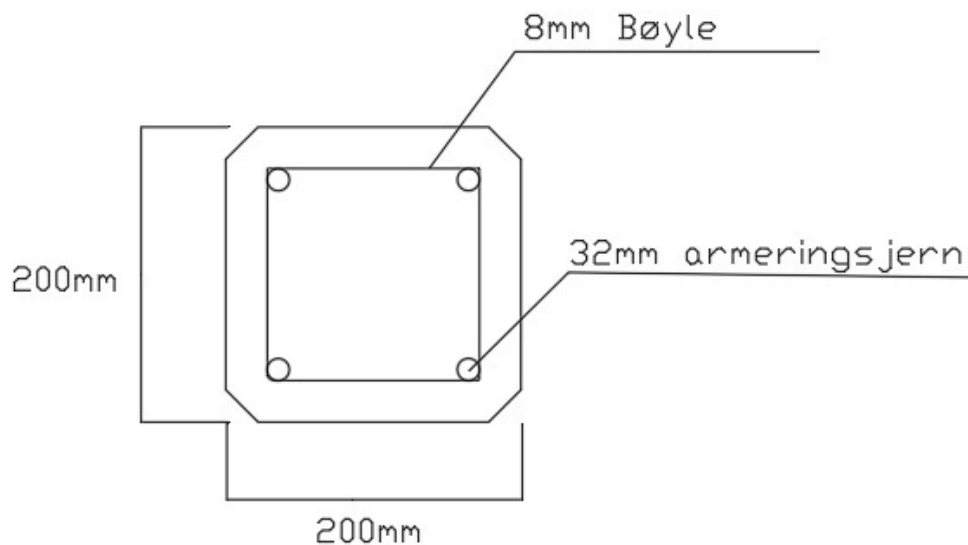
$$L_j := [H - (2 \cdot \Phi_b) - (2 \cdot \Phi) - (2 \cdot C_{\text{nom}})] = 80 \cdot \text{mm} \quad 80 \text{mm} < 150 \text{mm}$$

Bøyle avstand

$$S_{cl\max} = \min: \begin{pmatrix} 15 \cdot \Phi \\ H \\ 400 \text{mm} \end{pmatrix}$$

$$H_{\min} := H$$

Avstanden på bøylene: $S_{cl\max} := H_{\min} = 200 \cdot \text{mm}$



Betongsøyle i 2. etasje akse I,13

Betongdekke vil bare bli støttet opp av søyler uten bjelker, og vil fungere som et flatdekke.

De etterspente kabene vil bli lagt i begge retninger

Lengden i mellom søylene, y-retning $L_1 := 7.2\text{m}$

Lengden i mellom søylene, x-retning $L_2 := \frac{9.1}{2}\text{m}$

Belastingsareal på søylen $A_{I,13} := L_1 \cdot L_2 = 32.76\text{m}^2$

Høyden på søylen $H := 200\text{mm}$

Bredden på søylen $B := 200\text{mm}$

Knekk lengden $H_2 := 4.9\text{m}$

$$f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_{ms} := 1.15 \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_{ms}} = 434.78 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{ck} := 35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_{mb} := 1.5 \quad f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_{mb}} = 23.33 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Fungerende krefter

Egenlast tak $G_T := 6.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Snølast $S := 3.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Aksialkraften i søylen

$$Q_{1B1} := 1.35 \cdot G_T \cdot A_{I,13} + 1.05 \cdot S \cdot A_{I,13} = 397.54 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{1B2} := 1.2 \cdot G_T \cdot A_{I,13} + 1.5 \cdot S \cdot A_{I,13} = 412.78 \cdot \text{kN}$$

$$N_{ed} := Q_{1B2} = 4.13 \times 10^5 \text{N}$$

Regner at egenlasten ikke vil gi moment på søylen. Dette på grunn av momentet vil utligne hverandre.

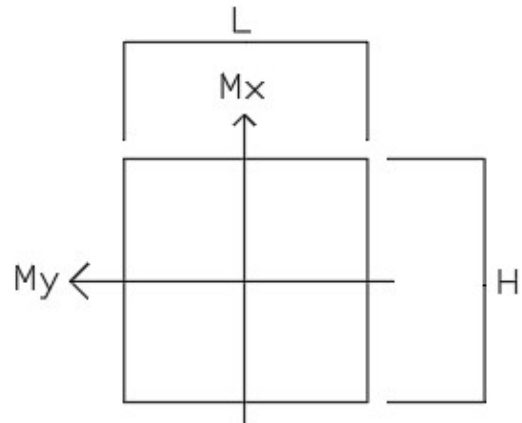
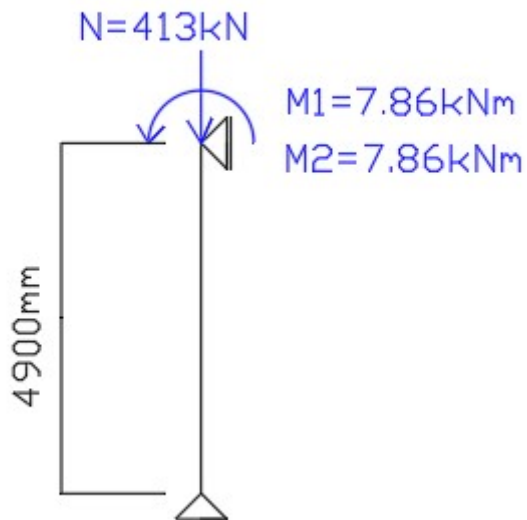
Aksialkraft som vil påvirke momentet fra snølast

$$Q_{2B1} := 1.05 \cdot S \cdot \frac{A_{I,13}}{2} = 55.04 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{2B2} := 1.5 \cdot S \cdot \frac{A_{I,13}}{2} = 78.62 \cdot \text{kN}$$

Eksentrisiteten $e := \frac{H}{2} = 0.1\text{m}$

Maks moment på søylen $M_{\max} := Q_{2B2} \cdot e = 7.86 \times 10^6 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$



Moment om både y og x aksen. Aksene får likt belastningsareal, dermed likt moment.

Søylen er kvadratisk, og har likt fungerende armeringsvernsnitt om begge akser.

Bøying om både y og x:

Overdekning XC0 - Korrosjon fremkalt av karbonatisering: Meget tørt

Overdekning $C_{nom} := 20\text{mm}$

Armering:

Bøyer $\Phi_b := 8\text{mm}$

I hjørnene $\Phi := 20\text{mm}$

Armeringstvernsnitt $A_s := 4 \cdot 314\text{mm}^2 = 1.256 \times 10^3 \cdot \text{mm}^2$

Fungerende armeringstvernsnitt om både y og x aksen $A_{s1} := 2 \cdot 314\text{mm}^2 = 628 \cdot \text{mm}^2$

Bruker M-N diagram

$$d_2 := C_{nom} + \frac{\Phi}{2} + \Phi_b = 38 \cdot \text{mm}$$

$$D := \frac{d_2}{H} = 0.19$$

$$A_c := B \cdot H = 4 \times 10^4 \cdot \text{mm}^2$$

Bruker diagram D=0.2 fra Avanserte konstruksjoner- betongdelen side 12

Dimensjonsløs aksialkraft

$$n := \frac{N_{ed}}{f_{ck} \cdot B \cdot H} = 0.29$$

$$\rightarrow m := 0.115$$

$$w_1 := \frac{f_{yk} \cdot A_{s1}}{f_{ck} \cdot A_c} = 0.22$$

Omregning til moment gir: $M_1 := m \cdot B \cdot H^2 \cdot f_{ck} = 3.22 \times 10^7 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$

Kontroll av kapasitet om begge akser:

$$\frac{M_{\max}}{M_1} + \frac{M_{\max}}{M_1} = 0.49 \quad 0.49 < 1$$

Avstanden mellom armeringsjernene

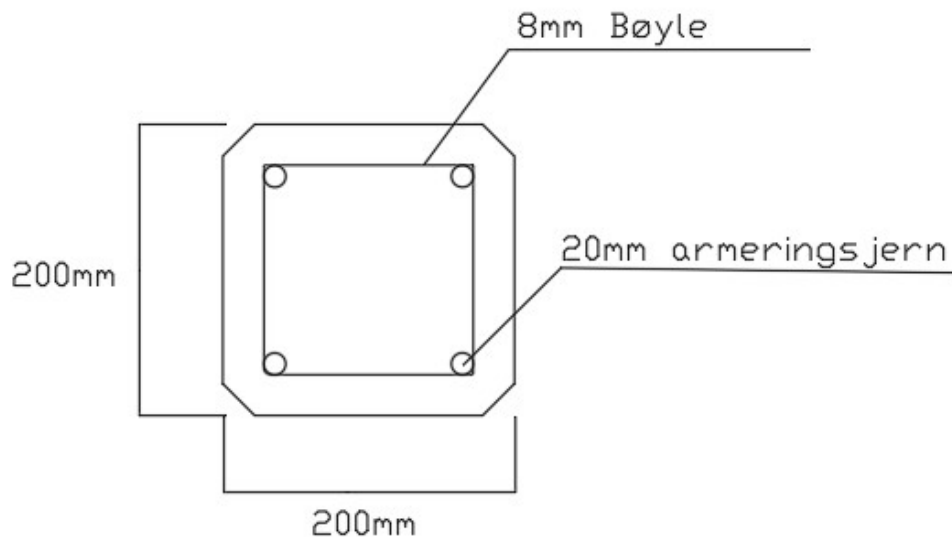
$$L_j := [H - (2 \cdot \Phi_b) - (2 \cdot \Phi) - (2 \cdot C_{\text{nom}})] = 104 \cdot \text{mm} \quad 104 \text{mm} < 150 \text{mm}$$

Bøyle avstand

$$S_{cl\max} = \min: \begin{pmatrix} 15 \cdot \Phi \\ H \\ 400 \text{mm} \end{pmatrix}$$

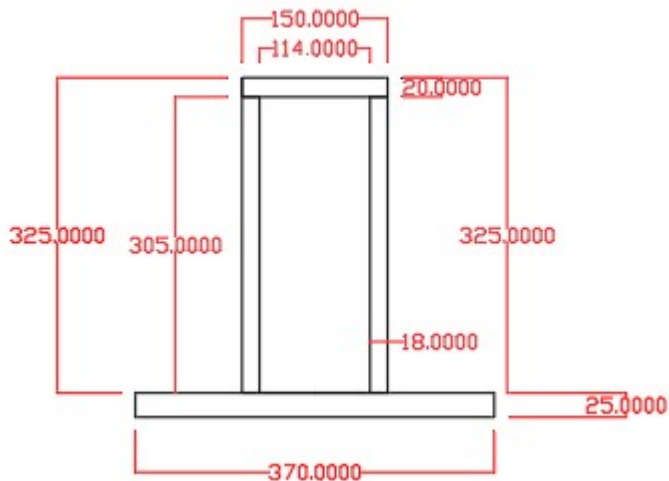
$$H_{\min} := H$$

Avstanden på bøylene: $S_{cl\max} := H_{\min} = 200 \cdot \text{mm}$



Stålbjelke etasjeskiler akse I, 13-14

Tykkelse flens under	$t_{fn} := 25\text{mm}$
Tykkelse steg	$t_s := 18\text{mm}$
Tykkelse flens over	$t_{fo} := 20\text{mm}$
Bredden flens under	$B_f := 370\text{mm}$
Bredden mellom steg ytterkant	$B_{msy} := 150\text{mm}$
Bredden mellom steg	$B_{msi} := B_{msy} - (2t_s) = 114\text{mm}$
Høyde fra toppen og ned til flens	$H_1 := 325\text{mm}$
Total høyde	$H := H_1 + t_{fn} = 350\text{mm}$
Høyde på steg	$H_2 := H - t_{fn} - t_{fo} = 305\text{mm}$
Areal	$A := (B_f \cdot t_{fn}) + 2(H_2 \cdot t_s) + (B_{msy} \cdot t_{fo}) = 2.323 \times 10^4 \cdot \text{mm}^2$



Tyngdepunkt om x

$$y_x := 125\text{mm}$$

Tyngdepunkt om y

$$y_y := \frac{\left(\frac{t_{fn}}{2} \cdot B_f \cdot t_{fn}\right) + 2 \cdot \left[\left(\frac{H_2}{2} + t_{fn}\right) \cdot (H_2 \cdot t_s)\right] + \left[\left(H - \frac{t_{fo}}{2}\right) \cdot B_{msy} \cdot t_{fo}\right]}{(B_f \cdot t_{fn}) + [2(H_2 \cdot t_s)] + (B_{msy} \cdot t_{fo})} = 132.78 \cdot \text{mm}$$

Steinersats

$$I_s := 2 \left[\left(\frac{1}{12} \cdot t_s \cdot H_2^3 \right) + \left[\left(y_y - \frac{H_2}{2} \right)^2 \cdot (2 \cdot H_2 \cdot t_s) \right] \right] = 9.365 \times 10^7 \cdot \text{mm}^4$$

$$I_{fn} := \left[\left(\frac{1}{12} \cdot t_{fn}^3 \cdot B_f \right) + \left[\left(y_y - \frac{t_{fn}}{2} \right)^2 \cdot B_f \cdot t_{fn} \right] \right] = 1.343 \times 10^8 \cdot \text{mm}^4$$

$$I_{fo} := \left[\left(\frac{1}{12} \cdot B_{msy} \cdot t_{fo}^3 \right) + \left[\left[(H - y_y) - \frac{t_{fo}}{2} \right]^2 \cdot (B_{msy} \cdot t_{fo}) \right] \right] = 1.289 \times 10^8 \cdot \text{mm}^4$$

$$I := I_s + I_{fn} + I_{fo} = 3.569 \times 10^8 \cdot \text{mm}^4$$

Bjelke I mellom 13 og 14 etasjeskiller

Tyngdetetthet stål $\rho_s := 7.85 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Egenvekt bjelke $E_b := \rho_s \cdot A = 182.36 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

Egenlast bjelke $E := 1.82 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Total egenlast $G_e := 3.64 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Egenlast innervegg $G_i := 1.56 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Total nyttelast $q_k := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Belastet areal $A_1 := 7.2\text{m} \cdot \left(\frac{9.3\text{m}}{2} + \frac{9.1\text{m}}{2} \right) = 66.24 \text{m}^2$

Lengden på bjelken $L := 7.2\text{m} \quad 7.2\text{m} = 7.2 \times 10^3 \cdot \text{mm}$

Senteravstand mellom søyler $L_1 := 7.2\text{m}$

Arealreduksjonsfaktor

Brukskategori C1

Belastet areal $A_2 := (9.3 + 9.1) \cdot 7.2 = 132.48$

$$A_2 \geq 30\text{m}^2$$

$$\alpha_A := 0.5 + \frac{15}{A_2} = 0.61 \quad \alpha_A \geq 0.7$$

$$\alpha_A := 0.7$$

Linjelast på bjelke

$$q_n := \frac{q_k \cdot \alpha_A \cdot A_1}{L} = 19.32 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

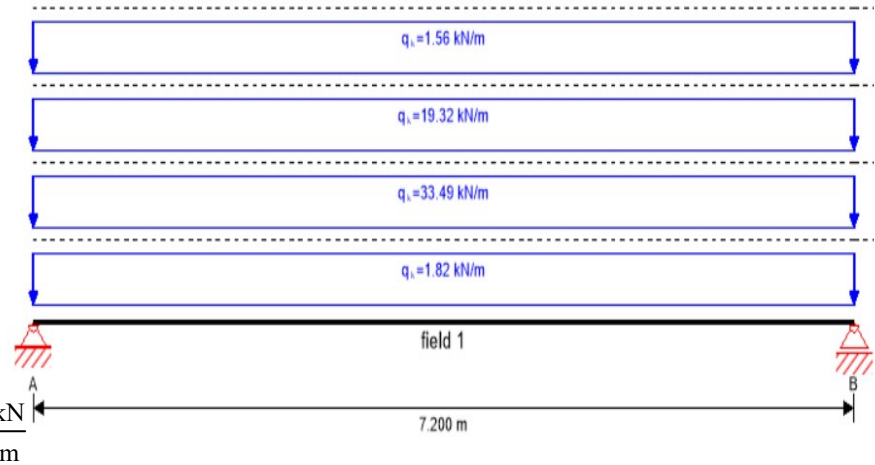
$$q_e := \frac{G_e \cdot A_1}{L} = 33.49 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$G_i = 1.56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$E = 1.82 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_t := E + q_n + q_e + G_i = 56.19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_{t1} := 56.19 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$



Totallast med lastfaktor

$$B1 \quad Q_{B1} := 1.35 \cdot (q_e + E + G_i) + 1.05 \cdot q_n = 70.06 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$B2 \quad Q_{B2} := 1.2 \cdot (q_e + E + G_i) + 1.5 \cdot q_n = 73.22 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Største moment

$$M_{\max} := \frac{Q_{B2} \cdot L^2}{8} = 474.48 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$



Tverrsnittsmodul under

$$W_n := \frac{I}{y_y} = 2.688 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$$

Tverrsnittsmodul over

$$W_o := \frac{I}{H - y_y} = 1.643 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$$

Materialfaktor

$$\gamma_m := 1.05$$

Stålkvalitet S355

$$f_k := 355 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Dimensjonerende stålkvalitet

$$f_d := \frac{f_k}{\gamma_m} = 338.1 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_o := \frac{M_{\max}}{W_o} = 288.79 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_o \leq 338.1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_n := \frac{M_{\max}}{W_n} = 176.54 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_n \leq 338.1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E := 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Karakteristisk nedbøying

$$y_{\max} := \frac{5 \cdot q_{t1} \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 26.24 \cdot \text{mm}$$

Nedbøyingkrav

$$y_{\text{krav}} := \frac{L}{250} = 28.8 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\text{krav1}} := \frac{L}{300} = 24 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\max} \leq y_{\text{krav1}}$$

$$y_{\max} \geq y_{\text{krav1}}$$

Kontroll av utstikkende flens

$$b_1 := 1000 \text{mm}$$

$$I_f := \frac{1}{12} \cdot b_1 \cdot t_{fn}^3 = 1.302 \times 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$L_4 := 0.11 \cdot \text{m}$$

$$Q_{1B1} := 1.35 \cdot G_e + 1.05 \cdot q_k = 8.06 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$Q_{1B2} := 1.2 \cdot G_e + 1.5 \cdot q_k = 8.868 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Lengde på takelement

$$L_3 := 9.13 \text{m}$$

Kraft på utstikkende flens

$$N := \frac{Q_{1B2} \cdot L_3 \cdot 1 \text{m}}{2} = 4.05 \times 10^4 \cdot \text{N}$$

Avstand fra fungerende kraft til kontrollpunkt

$$e_1 := 0.07 \text{m}$$

Maks moment på utstikkende flens

$$M_{\max2} := N \cdot e_1 = 2.83 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{\max2} := 2.83 \times 10^6 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_f := \frac{M_{\max2}}{I_f} \cdot \frac{t_{fn}}{2} = 27.17 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Skjærkraft

Skjærareal $A_v := b_1 \cdot t_{fn} = 2.5 \times 10^4 \cdot \text{mm}^2$

$$\tau := \frac{N}{A_v} = 1.62 \cdot \text{MPa}$$

Von Mises $\sigma := \sqrt{\sigma_f^2 + (3 \cdot \tau)^2} = 27.17 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Stålbjelke etasjeskiller akse J, 13-14

Valgt dimensjon	HEA 320
Areal av bjelke	$A_3 := 12.44 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$
Arealmoment	$I := 229.6 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
Tverrsnittsmodul	$W_{el} := 1480 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$
Treghetsradius	$i := 136 \text{mm}$
Sikkerhetsfaktor stål	$\gamma_m := 1.05$
Stålkasse - S355	
Dimensjonerende materialfasthet	$f_d := \frac{355 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{\gamma_m} = 338.1 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
Senteravstand mellom søyler	$L_1 := 7.2 \text{m}$
Lengden på bjelken	$L := 7.2 \cdot \text{m}$
Belastet areal	$A := \frac{9.1}{2} \cdot \text{m} \cdot L_1 = 32.76 \text{m}^2$

Arealreduksjonsfaktor

Brukskategori C1

Belastet areal $A_2 := 9.1 \cdot 7.2 = 65.52$

$$A_2 \geq 30 \text{m}^2$$

$$\alpha_A := 0.5 + \frac{15}{A_2} = 0.73 \quad \alpha_A \geq 0.7$$

Laster

Egenvekt bjelke $E_s := 0.98 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Egenvekt $G_e := 3.64 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Nyttelast $q_k := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Nyttelast med arealreduksjon $q_d := q_k \cdot \alpha_A = 2.19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

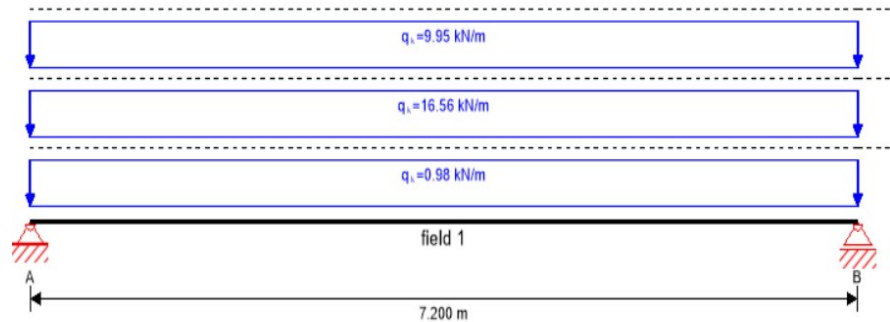
Linjelast på bjelke

$$q_N := \frac{q_d \cdot A}{L} = 9.95 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_G := \frac{G_e \cdot A}{L} = 16.56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_t := E_s + q_N + q_G = 27.49 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$27.49 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 27.49 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$



Totalvekt med lastfaktor

$$B1 \quad Q_{B1} := 1.35 \cdot (E_s + q_G) + 1.05 \cdot q_N = 34.13 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$B2 \quad Q_{B2} := 1.2 \cdot (E_s + q_G) + 1.5 \cdot q_N = 35.975 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{\max} := \frac{Q_{B2} \cdot L^2}{8} = 233.12 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad 233.12 \text{ kN} \cdot \text{m} = 2.33 \times 10^8 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$$



$$\sigma := \frac{M_{\max}}{W_{el}} = 157.51 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \sigma \leq 338.1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E := 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Karakteristisk nedbøying} \quad y_{\max} := \frac{5 \cdot q_t \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 19.95 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Krav til nedbøying} \quad y_{\text{krav}} := \frac{L}{300} = 24 \cdot \text{mm}$$

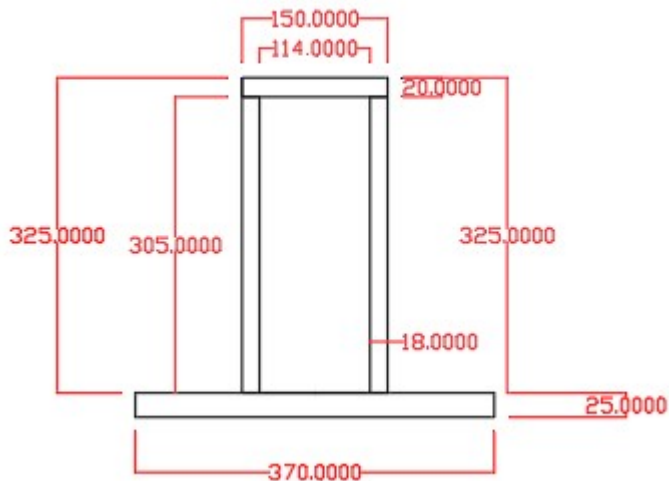
$$y_{\text{krav1}} := \frac{L}{250} = 28.8 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\max} \leq y_{\text{krav}}$$

$$y_{\max} \leq y_{\text{krav1}}$$

Stålbjelke tak grid I, 13-14

Tykkelse flens under	$t_{fn} := 25\text{mm}$
Tykkelse steg	$t_s := 18\text{mm}$
Tykkelse flens over	$t_{fo} := 20\text{mm}$
Bredden flens under	$B_f := 370\text{mm}$
Bredden mellom steg ytterkant	$B_{msy} := 150\text{mm}$
Bredden mellom steg	$B_{msi} := B_{msy} - (2t_s) = 114\text{mm}$
Høyde fra toppen og ned til flens	$H_1 := 325\text{mm}$
Total høyde	$H := H_1 + t_{fn} = 350\text{mm}$
Høyde på steg	$H_2 := H - t_{fn} - t_{fo} = 305\text{mm}$
Areal	$A := (B_f \cdot t_{fn}) + 2(H_2 \cdot t_s) + (B_{msy} \cdot t_{fo}) = 2.323 \times 10^4 \cdot \text{mm}^2$



Tyngdepunkt om x

$$y_x := 125\text{mm}$$

Tyngdepunkt om y

$$y_y := \frac{\left(\frac{t_{fn}}{2} \cdot B_f \cdot t_{fn}\right) + 2 \cdot \left[\left(\frac{H_2}{2} + t_{fn}\right) \cdot (H_2 \cdot t_s)\right] + \left[\left(H - \frac{t_{fo}}{2}\right) \cdot B_{msy} \cdot t_{fo}\right]}{(B_f \cdot t_{fn}) + [2(H_2 \cdot t_s)] + (B_{msy} \cdot t_{fo})} = 132.78 \cdot \text{mm}$$

Steinersats

$$I_s := 2 \left[\left(\frac{1}{12} \cdot t_s \cdot H_2^3 \right) + \left[\left(y_y - \frac{H_2}{2} \right)^2 \cdot (2 \cdot H_2 \cdot t_s) \right] \right] = 9.37 \times 10^7 \cdot \text{mm}^4$$

$$I_{fn} := \left[\left(\frac{1}{12} \cdot t_{fn}^3 \cdot B_f \right) + \left[\left(y_y - \frac{t_{fn}}{2} \right)^2 \cdot B_f \cdot t_{fn} \right] \right] = 1.34 \times 10^8 \cdot \text{mm}^4$$

$$I_{fo} := \left[\left(\frac{1}{12} \cdot B_{msy} \cdot t_{fo}^3 \right) + \left[\left[\left(H - y_y \right) - \frac{t_{fo}}{2} \right]^2 \cdot (B_{msy} \cdot t_{fo}) \right] \right] = 1.29 \times 10^8 \cdot \text{mm}^4$$

$$I := I_s + I_{fn} + I_{fo} = 3.569 \times 10^8 \cdot \text{mm}^4$$

Bjelke I mellom 13 og 14 tak

Tyngdetetthet stål $\rho_s := 7.85 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Egenvekt bjelke $m_s := \rho_s \cdot A = 182.36 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

Egenlast bjelke $E := 1.82 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Total egenlast $G_t := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Total snølast $S_t := 3.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Belastet areal $A_1 := 7.2\text{m} \cdot \left(\frac{9.3\text{m}}{2} + \frac{9.1\text{m}}{2} \right) = 66.24 \text{m}^2$

Lengden på bjelken $L := 7.2\text{m} \quad 7.2\text{m} = 7.2 \times 10^3 \cdot \text{mm}$

Senteravstand mellom søyler $L_1 := 7.2\text{m}$

Linjelast på bjelke

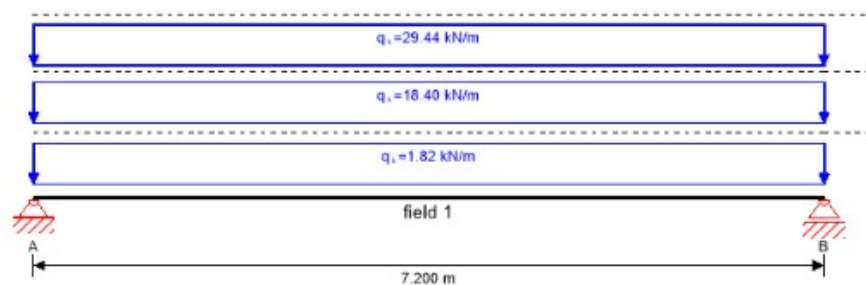
$$E = 1.82 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_s := \frac{S_t \cdot A_1}{L} = 29.44 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_e := \frac{G_t \cdot A_1}{L} = 18.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_t := E + q_s + q_e = 49.66 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$49.66 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 49.66 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$



Totalvekt med lastfaktor

$$B1 \quad Q_{B1} := 1.35 \cdot E + 1.35 \cdot q_e + 1.05 \cdot q_s = 58.21 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$B2 \quad Q_{B2} := 1.2 \cdot E + 1.2 \cdot q_e + 1.5 \cdot q_s = 68.42 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Største moment

$$M_{\max} := \frac{Q_{B2} \cdot L^2}{8} = 443.39 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$443.39 \text{kN} \cdot \text{m} = 4.43 \times 10^8 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$$



Tverrchnittsmodul under

$$W_n := \frac{I}{y_y} = 2.688 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$$

Tverrchnittsmodul over

$$W_o := \frac{I}{H - y_y} = 1.643 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$$

Materialfaktor stål

$$\gamma_m := 1.05$$

Stålkvalitet S355

$$f_k := 355 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Dimensjonernde stålkvalitet

$$f_d := \frac{f_k}{\gamma_m} = 338.1 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_o := \frac{M_{\max}}{W_o} = 269.867 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_o \leq 338.1 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_n := \frac{M_{\max}}{W_n} = 164.97 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_n \leq 338.1 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E := 210000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Karakteristisk nedbøying $y_{\max} := \frac{5 \cdot q_t \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 23.19 \cdot \text{mm}$

Krav til nedbøying $y_{\text{krav}} := \frac{L}{300} = 24 \cdot \text{mm}$

$$y_{\text{krav1}} := \frac{L}{250} = 28.8 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\max} < y_{\text{krav}}$$

$$y_{\max} \leq y_{\text{krav1}}$$

Kontroll av utstikkende flens

$$b_1 := 1000 \text{mm}$$

$$I_f := \frac{1}{12} \cdot b_1 \cdot t_{fn}^3 = 1.302 \times 10^6 \cdot \text{mm}^4$$

$$L_4 := 0.11 \cdot \text{m}$$

$$Q_{1B1} := 1.35 \cdot G_t + 1.05 \cdot S_t = 6.06 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$Q_{1B2} := 1.2 \cdot G_t + 1.5 \cdot S_t = 7.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Lengde på takelement

$$L_3 := 9.13 \text{m}$$

Kraft på utstikkende flens

$$N := \frac{Q_{1B2} \cdot L_3 \cdot 1 \text{m}}{2} = 3.29 \times 10^4 \cdot \text{N}$$

Avstand fra fungerende kraft til kontrollpunkt

$$e_1 := 0.07 \text{m}$$

Maks moment på utstikkende flens

$$M_{\max2} := N \cdot e_1 = 2.3 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{\max2} := 2.3 \times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_f := \frac{M_{\max2}}{I_f} \cdot \frac{t_{fn}}{2} = 22.08 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Skjærkraft

Skjærareal $A_v := b_1 \cdot t_{fn} = 2.5 \times 10^4 \cdot \text{mm}^2$

$$\tau := \frac{N}{A_v} = 1.31 \cdot \text{MPa}$$

Von Mises $\sigma := \sqrt{\sigma_f^2 + (3 \cdot \tau)^2} = 22.08 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Stålbjelke tak akse J, 13-14

Valgt dimensjon	HEA 320
Areal av bjelke	$A_3 := 12.4 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$
Arealmoment	$I := 229.3 \cdot 10^6 \cdot \text{mm}^4$
Tverrsnittsmodul	$W_{el} := 1480 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$
Treghetsradius	$i := 136 \text{mm}$
Sikkerhetsfaktor stål	$\gamma_m := 1.05$
Stålkasse - S355	
Dimensjonerende materialfasthet	$f_d := \frac{355 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{\gamma_m} = 338.1 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
Senteravstand mellom søyler	$L_1 := 7.2 \text{m}$
Lengden på bjelken	$L := 7.2 \cdot \text{m}$
Belastet areal	$A := \frac{9.1}{2} \cdot \text{m} \cdot L_1 = 32.76 \text{m}^2$

Laster

Egenvekt bjelke	$E_s := 0.98 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Egenvekt	$G_e := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Snølast	$S := 3.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

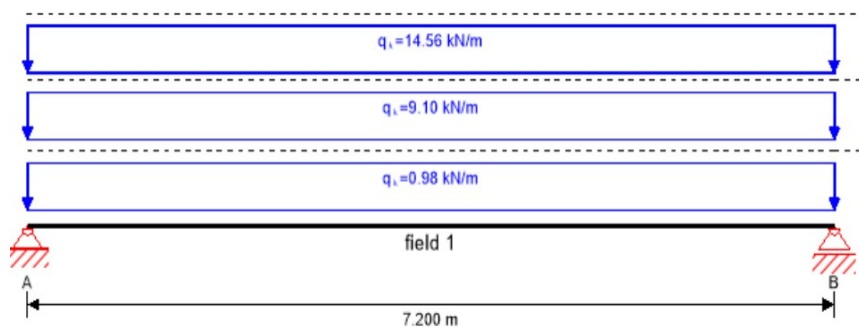
Linjelast på bjelke

$$q_s := \frac{S \cdot A}{L} = 14.56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_e := \frac{G_e \cdot A}{L} = 9.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$q_t := E_s + q_s + q_e = 24.64 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$24.64 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 24.64 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$



Totallast med lastfaktor

$$B1 \quad Q_{B1} := 1.35 \cdot (E_s + q_e) + 1.05 \cdot q_S = 28.9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$B2 \quad Q_{B2} := 1.2 \cdot (E_s + q_e) + 1.5 \cdot q_S = 33.94 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Maks moment} \quad M_{\max} := \frac{Q_{B2} \cdot L^2}{8} = 219.91 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$219.91 \text{ kN} \cdot \text{m} = 2.2 \times 10^8 \cdot \text{N} \cdot \text{mm}$$



$$\sigma := \frac{M_{\max}}{W_{el}} = 148.58 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \sigma \leq f_d$$

$$E := 210000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Karakteristisk nedbøying} \quad y_{\max} := \frac{5 \cdot q_t \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = 17.91 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Krav til nedbøying} \quad y_{\text{krav}} := \frac{L}{300} = 24 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\text{krav1}} := \frac{L}{250} = 28.8 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\max} \leq y_{\text{krav}}$$

$$y_{\max} \leq y_{\text{krav1}}$$

Stålsøyle i 1. etasje Grid I,13

Lengden på bjelken $L := 7.13\text{m}$

Lengden på søylen fungerende som last $L_1 := 5.14\text{m}$

Knekk lengden på søylen $L_2 := 4.06\text{m}$

Senteravstand mellom søylene $L_3 := 7.2\text{m}$

Belastningsareal $A_1 := L_3 \cdot \left[\frac{(9.1\text{m} + 9.3\text{m})}{2} \right] = 66.24\text{m}^2$

Arealreduksjonsfaktor

Brukskategori C1

Belastet areal $A_2 := (9.1 + 9.3) \cdot 14.4 = 264.96$

$A_2 \geq 30\text{m}^2$

$\alpha_A := 0.5 + \frac{15}{A_2} = 0.56$ $\alpha_A \geq 0.7$

$\alpha_A := 0.7$

Vekt fungerende på søyle

Snølast $S := 3.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Nyttelast $q_k := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Nyttelast med arealreduksjon $q_d := q_k \cdot \alpha_A = 2.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Egenvekt tak $G_T := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Egenvekt etasjeskiller $G_E := 3.64 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Egenvekt bjelke $e_b := 1.82 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Egenvekt søyle $e_s := 0.43 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Egenvekt innervegg $G_i := 1.56 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Aksialkraft i søylen

$$Q_{1B1} := 1.35 \cdot [(G_T + G_E) \cdot A_1 + (e_b \cdot L) + (G_i \cdot L_3) + (e_s \cdot L_1)] + 1.05 \cdot [(S + q_k) \cdot A_1] = 971.24 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{1B2} := 1.2 [(G_T + G_E) \cdot A_1 + (e_b \cdot L) + (G_i \cdot L_3) + (e_s \cdot L_1)] + 1.5 \cdot (S \cdot A_1) + 1.05 \cdot (q_k \cdot A_1) = 1.01 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$N_1 := Q_{1B2} = 1.01 \times 10^6 \text{ N}$$

$$N_1 = 1.01 \times 10^6 \text{ N}$$

Siden egenlasten blir lik på begge sider av bjelken tar jeg ikke dette med i momentet. Tar ta bare med full nyttelast på ene siden av bjelken

Kan bruke faktor 0.7 på knekk lengden, men velger å ikke bruke den

Aksiallast som vil påvirke momentet fra nyttelast

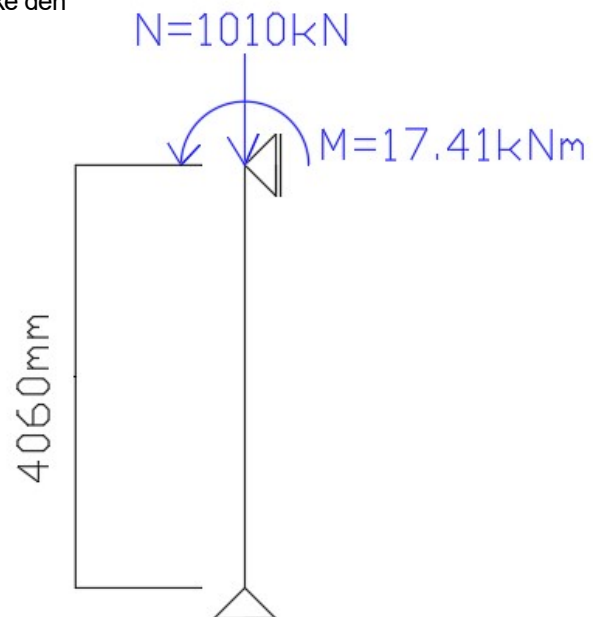
$$Q_{2B1} := 1.05 \cdot q_k \cdot \frac{A_1}{2} = 104.328 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{2B2} := 1.5 \cdot q_k \cdot \frac{A_1}{2} = 149.04 \cdot \text{kN}$$

Aksialkraft som vil påvirke momentet fra snølast

$$Q_{3B1} := 1.05 \cdot S \cdot \frac{A_1}{2} = 111.28 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{3B2} := 1.5 \cdot S \cdot \frac{A_1}{2} = 158.98 \cdot \text{kN}$$



Bruker varmvalset hulprofil HUB 150x150x10

Eksentrisiteten $e_1 := 0.075 \text{ m}$

Maks moment på søylen $M_1 := \left(Q_{2B2} + \frac{Q_{3B2}}{2} \right) \cdot e_1 = 17.14 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Arealmoment $I := 1773 \cdot 10^4 \cdot \text{mm}^4$

Areal $A_3 := 5490 \cdot \text{mm}^2$

Treghetsradius $i := 56.8 \text{ mm}$

Tverrsnittsmul elastisk $w_{e1} := 236000 \text{ mm}^3$

E – modul $E := 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Materialfaktor stål $\gamma_m := 1.05$

Materialkvalitet S355

$$f_y := 355 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Dimensjonerende kvalitet

$$f_{yd} := \frac{f_y}{\gamma_m} = 338.1 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Setter vippefaktor til 1

$$\chi_{LT} := 1$$

Relativ slankhet

$$\lambda_1 := \frac{L_2}{i \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 0.94$$

Varmvalset HUP gir knekkurve a

Gir reduksjonsfaktor

$$\chi := 0.7$$

$$N_{Rd} := f_{yd} \cdot A_3 = 1.856 \times 10^6 \text{ N}$$

$$\psi_1 := -0.5$$

$$C_{my} := 0.6 + (0.4 \cdot \psi_1) = 0.4$$

$$C_{my} \geq 0.4$$

$$k_{yy} := C_{my} \cdot \left[1 + \left(0.6 \cdot \lambda_1 \cdot \frac{N_1}{\chi \cdot N_{Rd}} \right) \right] = 0.57$$

$$k_{yy1} := C_{my} \cdot \left[1 + \left(0.6 \cdot \frac{N_1}{\chi \cdot N_{Rd}} \right) \right] = 0.59$$

$$k_{yy} \leq k_{yy1}$$

Interaksjonsformel

$$\frac{N_1}{\frac{\chi \cdot f_y \cdot A_3}{\gamma_m}} + \frac{M_1}{\frac{w_{el} \cdot f_y \cdot \chi_{LT}}{\gamma_m}} \cdot k_{yy} = 0.9 \quad 0.9 < 1$$

Utnyttelse

$$\frac{0.9}{1} \cdot 100 = 90$$

Søylen er 90% utnyttet

Stålsøyle i 1. etasje Grid J,13

Lengden på bjelken	$L := 7.2\text{m}$
Lengden på søylen fungerende som last	$L_1 := 5.14\text{m}$
Knekk lengden på søylen	$L_2 := 4.06\text{m}$
Senteravstand mellom søylene	$L_3 := 7.2\text{m}$
Belastningsareal	$A_1 := L_3 \cdot \frac{9.1\text{m}}{2} = 32.76\text{m}^2$

Arealreduksjonsfaktor

Brukskategori C1

Belastet areal $A_2 := 9.1 \cdot 14.4 = 131.04$

$$A_2 \geq 30\text{m}^2$$

$$\alpha_A := 0.5 + \frac{15}{A_2} = 0.61 \quad \alpha_A \geq 0.7$$

$$\alpha_A := 0.7$$

Vekt fungerende på søyle

Snølast $S := 3.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Nyttelast $q_k := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Nyttelast med arealreduksjon $q_d := q_k \cdot \alpha_A = 2.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Egenvekt tak $G_T := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Egenvekt etasjeskiller $G_E := 3.64 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Egenvekt bjelke $e_b := 0.98 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Egenvekt søyle $e_s := 0.43 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Aksialkraft i søylen

$$Q_{1B1} := 1.35 \cdot [(G_T + G_E) \cdot A_1 + (2 \cdot e_b \cdot L) + (e_s \cdot L_1)] + 1.05 \cdot [(S + q_d) \cdot A_1] = 453.78 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{1B2} := 1.2 \cdot [(G_T + G_E) \cdot A_1 + (2 \cdot e_b \cdot L) + (e_s \cdot L_1)] + 1.5 \cdot (S \cdot A_1) + 1.05 \cdot (q_d \cdot A_1) = 470.79 \cdot \text{kN}$$

$$N_1 := Q_{1B2} = 4.708 \times 10^5 \text{ N}$$

$$N_1 = 4.708 \times 10^5 \text{ N}$$

Siden egenlasten blir lik på begge sider av bjelken tar jeg ikke dette med i momentet. Tar ta bare med halve nyttelasten

Kan bruke 0.7 som faktor på knekk lengden, men velger å ikke bruke den

Aksiallast som vil påvirke momentet fra nyttelast

$$Q_{2B1} := 1.05 \cdot q_k \cdot \frac{A_1}{2} = 51.597 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{2B2} := 1.5 \cdot q_k \cdot \frac{A_1}{2} = 73.71 \cdot \text{kN}$$

Aksialkraft som vil påvirke momentet fra snølast

$$Q_{3B1} := 1.05 \cdot S \cdot \frac{A_1}{2} = 55.04 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{3B2} := 1.5 \cdot S \cdot \frac{A_1}{2} = 78.62 \cdot \text{kN}$$

Bruker varmvalset hulprofil HUB 150x150x10

Eksentrisiteten $e_1 := 0.075 \text{ m}$

Maks moment på søylen $M_1 := \left(Q_{2B2} + \frac{Q_{3B2}}{2} \right) \cdot e_1 = 8.48 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Arealmoment $I := 1773 \cdot 10^4 \cdot \text{mm}^4$

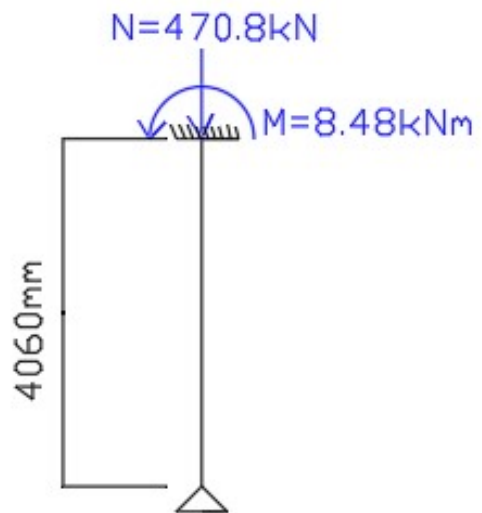
Areal $A_3 := 5490 \cdot \text{mm}^2$

Treghetsradius $i := \sqrt{\frac{I}{A_3}} = 56.83 \cdot \text{mm}$

Tverrsnittsmodul elastisk $w_{e1} := 236000 \text{ mm}^3$

E – modul $E := 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Materialfaktor stål $\gamma_m := 1.05$



Materialkvalitet S355

$$f_y := 355 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Dimensjonerende kvalitet

$$f_{yd} := \frac{f_y}{\gamma_m} = 338.1 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Setter vippefaktor til 1

$$\chi_{LT} := 1$$

Relati slankhet

$$\lambda_1 := \frac{L_2}{i \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 0.94$$

Varmvalset HUP gir knekkurve a

Gir reduksjonsfaktor

$$\chi := 0.7$$

$$N_{Rd} := f_{yd} \cdot A_3 = 1.856 \times 10^6 \text{ N}$$

$$\psi_1 := -0.5$$

$$C_{my} := 0.6 + (0.4 \cdot \psi_1) = 0.4 \quad C_{my} \geq 0.4$$

$$k_{yy} := C_{my} \cdot \left[1 + \left(0.6 \cdot \lambda_1 \cdot \frac{N_1}{\chi \cdot N_{Rd}} \right) \right] = 0.481$$

$$k_{yy1} := C_{my} \cdot \left[1 + \left(0.6 \cdot \frac{N_1}{\chi \cdot N_{Rd}} \right) \right] = 0.487$$

$$k_{yy} \leq k_{yy1}$$

Interaksjonsformel

$$\frac{N_1}{\frac{\chi \cdot f_y \cdot A_3}{\gamma_m}} + \frac{M_1}{\frac{w_{el} \cdot f_y \cdot \chi_{LT}}{\gamma_m}} \cdot k_{yy} = 0.41 \quad 0.41 < 1$$

Utnyttelse

$$\frac{0.41}{1} \cdot 100 = 41$$

Søylen er utnyttet med 41%

Trebjelke i etasjeskiller akse I, 13-14

Drageren vil ikke fungere i system	$k_{\text{sys}} := 1$
Materialfaktor limtre	$\gamma_m := 1.15$
Klimaklasse 1	
Oppsprekkingsfaktor for limtre	$k_{\text{crit}} := 0.8$
Fasthetsfaktor - korteste lasten	$k_{\text{mod}} := 0.9$
Deformasjonsfaktor	$k_{\text{def}} := 0.6$

$$L_1 := 4\text{m}$$

$$L_2 := \frac{9.3\text{m}}{2} + \frac{9.1\text{m}}{2} = 9.2\text{m}$$

$$A_1 := L_1 \cdot L_2 = 36.8\text{m}^2$$

Arealreduksjonsfaktor

Brukskategori C1

Belastet areal $A_2 := (9.3 + 9.1) \cdot 4 = 73.6$

$$A_2 \geq 30\text{m}^2$$

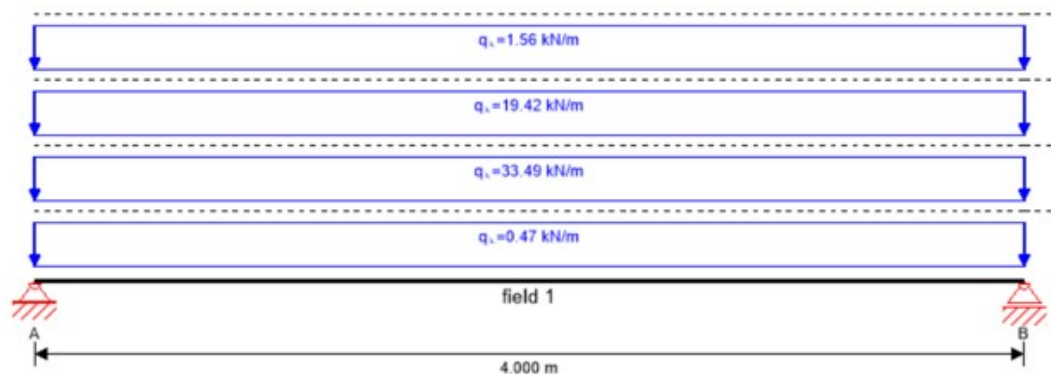
$$\alpha_A := 0.5 + \frac{15}{A_2} = 0.7 \quad \alpha_A \geq 0.7$$

Laster

Egenvekt $G_2 := 3.64 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Egenvekt innervegg $G_i := 1.56 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Nyttelast $q_k := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \alpha_A = 2.11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$



Linjelasten på bjelken

Nyttelast $q_n := \frac{q_k \cdot A_1}{L_1} = 19.42 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Egenvekt $q_e := \frac{G_2 \cdot A_1}{L_1} = 33.49 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Egenvekt til innervegg $G_i := 1.56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Egenvekt bjelke $G_b := 0.47 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

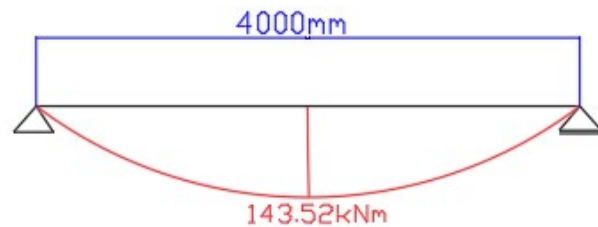
Total last: $q := q_n + q_e + G_i + G_b = 54.94 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Lastfaktorer

$$Q_{B1} := \left[1.35 \cdot (q_e + G_i + G_b) \right] + (1.05 \cdot q_n) = 68.35 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{B2} := \left[1.2 \cdot (q_e + G_i + G_b) \right] + (1.5 \cdot q_n) = 71.76 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{\max} := \frac{Q_{B2} \cdot L_1^2}{8} = 143.52 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$



Materialfaktor egenskaper GL 36h

Bøying $f_{mk} := 36 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

E-modul $E_{0k} := 11900 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$$E_{0.05} := 14700 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\psi_2 := 0.6$$

Dimensjonering av bjelke

$$B := 200\text{mm}$$

$$f_{\text{md}} := \frac{f_{\text{mk}} \cdot k_{\text{mod}} \cdot k_{\text{sys}} \cdot k_{\text{crit}}}{\gamma_{\text{m}}} = 22.54 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$w := \frac{M_{\text{max}}}{f_{\text{md}}} = 6.368 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$$

$$H_1 := \sqrt{\frac{w \cdot 6}{B}} = 437.06 \cdot \text{mm}$$

$$H := 505\text{mm}$$

Velger 505 mm høyde på bjelken

$$I_x := \frac{1}{12} \cdot B \cdot H^3 = 2.146 \times 10^9 \cdot \text{mm}^4$$

$$w_1 := \frac{1}{6} \cdot B \cdot H^2 = 8.501 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$$

$$\sigma_{\text{med}} := \frac{M_{\text{max}}}{w_1} = 16.88 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \qquad \sigma_{\text{med}} < 22.54 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Nedbøying

Egenvekt $q_{e1} := q_e + G_i + G_b = 35.52 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$U_{\text{inst.G}} := \frac{5q_{e1} \cdot L_1^4}{384 \cdot E_{0.05} \cdot I_x} = 3.75 \cdot \text{mm}$$

$$U_{\text{fin.G}} := U_{\text{inst.G}} \cdot (1 + k_{\text{def}}) = 6 \cdot \text{mm}$$

Nyttelast $q_n = 19.425 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$U_{\text{inst.q}} := \frac{5q_n \cdot L_1^4}{384 \cdot E_{0.05} \cdot I_x} = 2.05 \cdot \text{mm}$$

$$U_{\text{fin.q}} := U_{\text{inst.q}} \cdot (1 + k_{\text{def}} \cdot \psi_2) = 2.79 \cdot \text{mm}$$

Total nedbøying

$$y_{\text{tot}} := U_{\text{fin.G}} + U_{\text{fin.q}} = 8.79 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\text{krav}} := \frac{L_1}{250} = 16 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\text{tot}} \leq y_{\text{krav}}$$

Vipping

Lengden på bjelken

$$L_1 = 4 \text{ m}$$

Jevnt fordelt last på en fritt opplagt bjelke gir:

$$L_{\text{ef}} := (L_1 \cdot 0.9) + (2 \cdot H) = 4.61 \times 10^3 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{\text{mcr}} := \frac{0.78 \cdot B^2}{H \cdot L_{\text{ef}}} \cdot E_{0k} = 159.48 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\lambda_{\text{rel}} := \sqrt{\frac{f_{\text{mk}}}{\sigma_{\text{mcr}}}} = 0.48$$

$$\lambda_{\text{rel}} < 0.75 \quad \Rightarrow \quad k_{\text{crit1}} := 1$$

$$\sigma_{\text{mk}} := k_{\text{crit1}} \cdot f_{\text{md}} = 22.54 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\text{med}} = 16.88 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\text{med}} < \sigma_{\text{mk}}$$

Bjelken vil ikke vippe

Trebjelke i etasjeskiller akse I, 13-14

Drageren vil ikke fungere i system	$k_{\text{sys}} := 1$
Materialfaktor limtre	$\gamma_m := 1.15$
Klimaklasse 1	
Oppsprekkingsfaktor for limtre	$k_{\text{crit}} := 0.8$
Fasthetsfaktor - korteste lasten	$k_{\text{mod}} := 0.9$
Deformasjonsfaktor	$k_{\text{def}} := 0.6$
$L_1 := 4\text{m}$	
$L_2 := \frac{9.1}{2}\text{m} = 4.55\text{m}$	
$A_1 := L_1 \cdot L_2 = 18.2\text{m}^2$	

Arealreduksjonsfaktor

Brukskategori C1

Belastet areal $A_2 := 9.1 \cdot 4 = 36.4$

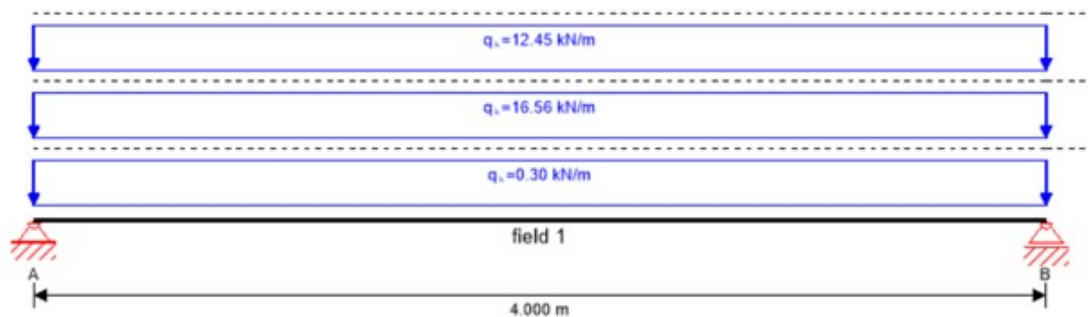
$$A_2 \geq 30\text{m}^2$$

$$\alpha_A := 0.5 + \frac{15}{A_2} = 0.91 \quad \alpha_A \geq 0.7$$

Laster

Egenvekt $G_2 := 3.64 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Nyttelast $q_k := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \alpha_A = 2.74 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$



Linjelasten på bjelken

$$\text{Nyttelast} \quad q_n := \frac{q_k \cdot A_1}{L_1} = 12.45 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Egenvekt} \quad q_e := \frac{G_2 \cdot A_1}{L_1} = 16.56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Egenvekt bjelke} \quad G_b := 0.3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

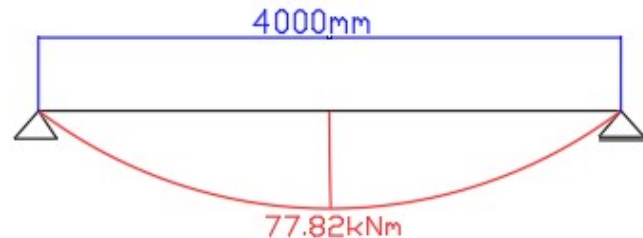
$$\text{Total last:} \quad q := q_n + q_e + G_b = 29.31 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Lastfaktorer

$$Q_{B1} := [1.35 \cdot (q_e + G_b)] + (1.05 \cdot q_n) = 35.84 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{B2} := [1.2 \cdot (q_e + G_b)] + (1.5 \cdot q_n) = 38.91 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{\max} := \frac{Q_{B2} \cdot L_1^2}{8} = 77.82 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$



Materialfaktor egenskaper GL 36h

$$\text{Bøying} \quad f_{mk} := 36 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{E-modul} \quad E_{0k} := 11900 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E_{0.05} := 14700 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\psi_2 := 0.6$$

Dimensjonering av bjelke

$$B := 150\text{mm}$$

$$f_{\text{md}} := \frac{f_{\text{mk}} \cdot k_{\text{mod}} \cdot k_{\text{sys}} \cdot k_{\text{crit}}}{\gamma_{\text{m}}} = 22.54 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$w := \frac{M_{\text{max}}}{f_{\text{md}}} = 3.453 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$$

$$H_1 := \sqrt{\frac{w \cdot 6}{B}} = 371.62 \cdot \text{mm}$$

$$H := 435\text{mm}$$

Velger 435 mm høyde på bjelken

$$I_x := \frac{1}{12} \cdot B \cdot H^3 = 1.029 \times 10^9 \cdot \text{mm}^4$$

$$w_1 := \frac{1}{6} \cdot B \cdot H^2 = 4.731 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$$

$$\sigma_{\text{med}} := \frac{M_{\text{max}}}{w_1} = 16.45 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Nedbøying

Egenvekt $q_{e1} := q_e + G_b = 16.86 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$U_{\text{inst.G}} := \frac{5q_{e1} \cdot L_1^4}{384 \cdot E_{0.05} \cdot I_x} = 3.72 \cdot \text{mm}$$

$$U_{\text{fin.G}} := U_{\text{inst.G}} \cdot (1 + k_{\text{def}}) = 5.95 \cdot \text{mm}$$

Nyttelast $q_n = 12.45 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$U_{\text{inst.q}} := \frac{5q_n \cdot L_1^4}{384 \cdot E_{0.05} \cdot I_x} = 2.74 \cdot \text{mm}$$

$$U_{\text{fin.q}} := U_{\text{inst.q}} \cdot (1 + k_{\text{def}} \cdot \psi_2) = 3.73 \cdot \text{mm}$$

Total nedbøying

$$y_{\text{tot}} := U_{\text{fin.G}} + U_{\text{fin.q}} = 9.68 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\text{krav}} := \frac{L_1}{250} = 16 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\text{tot}} \leq y_{\text{krav}}$$

Vipping

Lengden på bjelken

$$L_1 = 4 \text{ m}$$

Jevnt fordelt last på en fritt opplagt bjelke gir:

$$L_{\text{ef}} := (L_1 \cdot 0.9) + (2 \cdot H) = 4.47 \times 10^3 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{\text{mcr}} := \frac{0.78 \cdot B^2}{H \cdot L_{\text{ef}}} \cdot E_{0k} = 107.41 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\lambda_{\text{rel}} := \sqrt{\frac{f_{\text{mk}}}{\sigma_{\text{mcr}}}} = 0.58$$

$$\lambda_{\text{rel}} < 0.75 \quad \Rightarrow \quad k_{\text{crit1}} := 1$$

$$\sigma_{\text{mk}} := k_{\text{crit1}} \cdot f_{\text{md}} = 22.54 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\text{med}} = 16.45 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\text{med}} < \sigma_{\text{mk}}$$

Bjelken vil ikke vippe

Trebjelke i tak akse I, 13-14

Drageren vil ikke fungere i system

$$k_{\text{sys}} := 1$$

Materialfaktor limtre

$$\gamma_m := 1.15$$

Klimaklasse 1

Oppsprekkingsfaktor for limtre

$$k_{\text{crit}} := 0.8$$

Fasthetsfaktor - korteste lasten

$$k_{\text{mod}} := 0.9$$

Deformasjonsfaktor

$$k_{\text{def}} := 0.6$$

$$L_1 := 4\text{m}$$

$$L_2 := \frac{9.3\text{m}}{2} + \frac{9.1\text{m}}{2} = 9.2\text{m}$$

$$A_1 := L_1 \cdot L_2 = 36.8\text{m}^2$$

Laster

Egenvekt

$$G_2 := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Snølast

$$S := 3.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 3.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Linjelasten på bjelken

Snølast

$$S := \frac{S \cdot A_1}{L_1} = 29.44 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Egenvekt

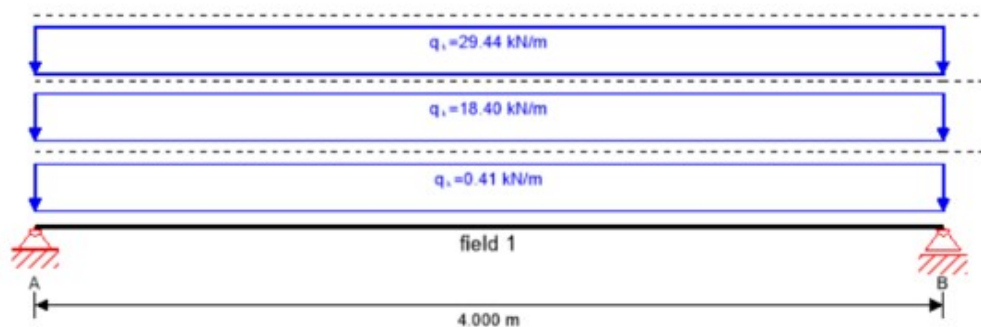
$$q_e := \frac{G_2 A_1}{L_1} = 18.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Egenvekt bjelke

$$G_b := 0.41 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Total last:

$$q := S + q_e + G_b = 48.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

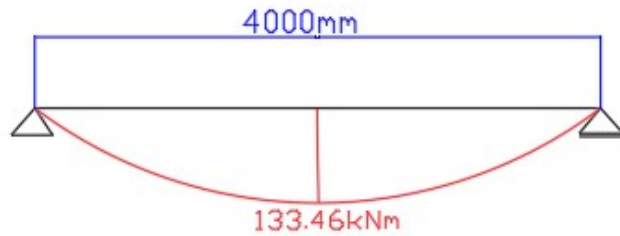


Lastfaktorer

$$Q_{B1} := [1.35 \cdot (q_e + G_b)] + (1.05 \cdot S) = 56.31 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{B2} := [1.2 \cdot (q_e + G_b)] + (1.5 \cdot S) = 66.73 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{\max} := \frac{Q_{B2} \cdot L_1^2}{8} = 133.46 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$



Materialfaktor egenskaper GL 36h

Bøying $f_{mk} := 36 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

E-modul $E_{0k} := 11900 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$$E_{0.05} := 14700 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\psi_2 := 0.2$$

Dimensjonering av bjelke

$$B := 200 \text{ mm}$$

$$f_{md} := \frac{f_{mk} \cdot k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot k_{crit}}{\gamma_m} = 22.54 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$w := \frac{M_{\max}}{f_{md}} = 5.921 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$$

$$H_1 := \sqrt{\frac{w \cdot 6}{B}} = 421.48 \cdot \text{mm}$$

$$H := 435 \text{ mm}$$

Velger 435 mm høyde på bjelken

$$I_x := \frac{1}{12} \cdot B \cdot H^3 = 1.372 \times 10^9 \cdot \text{mm}^4$$

$$w_1 := \frac{1}{6} \cdot B \cdot H^2 = 6.307 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$$

$$\sigma_{med} := \frac{M_{\max}}{w_1} = 21.16 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Nedbøying

Egenvekt $q_{e1} := q_e + G_b = 18.81 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$U_{\text{inst.G}} := \frac{5q_{e1} \cdot L_1^4}{384 \cdot E_{0.05} \cdot I_x} = 3.11 \cdot \text{mm}$$

$$U_{\text{fin.G}} := U_{\text{inst.G}} \cdot (1 + k_{\text{def}}) = 4.97 \cdot \text{mm}$$

Nyttelast $S = 29.44 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$U_{\text{inst.q}} := \frac{5S \cdot L_1^4}{384 \cdot E_{0.05} \cdot I_x} = 4.87 \cdot \text{mm}$$

$$U_{\text{fin.q}} := U_{\text{inst.q}} \cdot (1 + k_{\text{def}} \cdot \psi_2) = 5.45 \cdot \text{mm}$$

Total nedbøying

$$y_{\text{tot}} := U_{\text{fin.G}} + U_{\text{fin.q}} = 10.42 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\text{krav}} := \frac{L_1}{250} = 16 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\text{tot}} \leq y_{\text{krav}}$$

Vipping

Lengden på bjelken $L_1 = 4 \text{ m}$

Jevnt fordelt last på en fritt opplagt bjelke gir:

$$L_{\text{ef}} := (L_1 \cdot 0.9) + (2 \cdot H) = 4.47 \times 10^3 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{\text{mcr1}} := \frac{0.78 \cdot B^2}{H \cdot L_{\text{ef}}} \cdot E_{0k} = 190.94 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\lambda_{\text{rel}} := \sqrt{\frac{f_{\text{mk}}}{\sigma_{\text{mcr1}}}} = 0.43$$

$$\lambda_{\text{rel}} < 0.75 \quad \rightarrow \quad k_{\text{crit1}} := 1$$

$$\sigma_{\text{mk}} := k_{\text{crit1}} \cdot f_{\text{md}} = 22.54 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\text{med}} = 21.16 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\text{med}} < \sigma_{\text{mk}}$$

Bjelken vil ikke vippe

Trebjelke i tak akse J, 13-14

Drageren vil ikke fungere i system	$k_{\text{sys}} := 1$
Materialfaktor limtre	$\gamma_m := 1.15$
Klimaklasse 1	
Oppsprekkingsfaktor for limtre	$k_{\text{crit}} := 0.8$
Fasthetsfaktor - korteste lasten	$k_{\text{mod}} := 0.9$
Deformasjonsfaktor	$k_{\text{def}} := 0.6$

$$L_1 := 4\text{m}$$

$$L_2 := \frac{9.1}{2}\text{m} = 4.55\text{m}$$

$$A_1 := L_1 \cdot L_2 = 18.2\text{m}^2$$

Laster

Egenvekt	$G_2 := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
----------	---

Snølast	$S := 3.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
---------	---

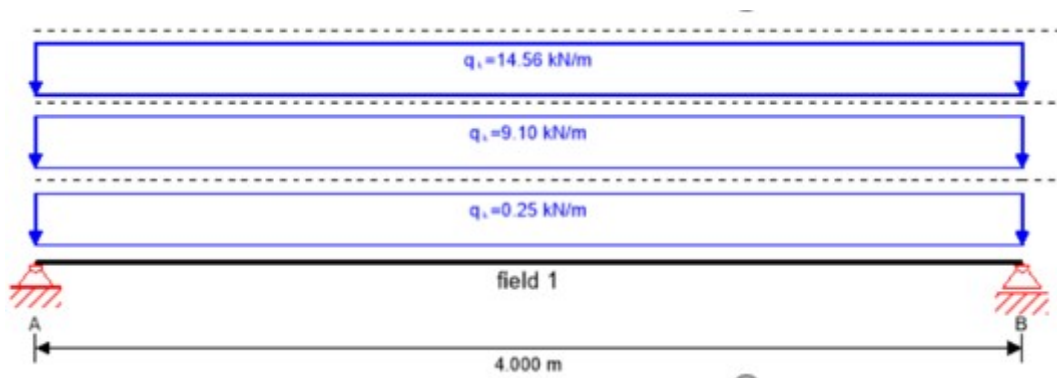
Linjelasten på bjelken

Snølast	$S := \frac{S \cdot A_1}{L_1} = 14.56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
---------	---

Egenvekt	$q_e := \frac{G_2 \cdot A_1}{L_1} = 9.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
----------	---

Egenvekt bjelke	$G_b := 0.25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
-----------------	--

Total last:	$q := S + q_e + G_b = 23.91 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
-------------	---

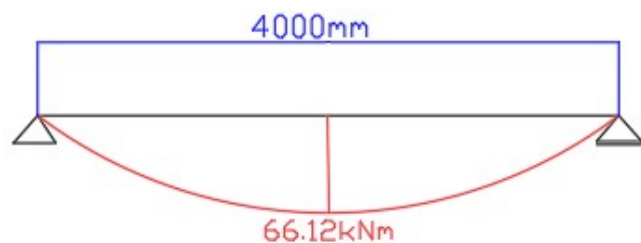


Lastfaktorer

$$Q_{B1} := \left[1.35 \cdot (q_e + G_b) \right] + (1.05 \cdot S) = 27.91 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$Q_{B2} := \left[1.2 \cdot (q_e + G_b) \right] + (1.5 \cdot S) = 33.06 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$M_{\max} := \frac{Q_{B2} \cdot L_1^2}{8} = 66.12 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$



Materialfaktor egenskaper GL 36h

Bøying $f_{mk} := 36 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

E-modul $E_{0k} := 11900 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$$E_{0.05} := 14700 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\psi_2 := 0.2$$

Dimensjonering av bjelke

$$B := 150 \text{ mm}$$

$$f_{md} := \frac{f_{mk} \cdot k_{mod} \cdot k_{sys} \cdot k_{crit}}{\gamma_m} = 22.54 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$w := \frac{M_{\max}}{f_{md}} = 2.934 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$$

$$H_1 := \sqrt{\frac{w \cdot 6}{B}} = 342.55 \cdot \text{mm}$$

$$H := 360 \text{ mm}$$

Velger 360 mm høyde på bjelken

$$I_x := \frac{1}{12} \cdot B \cdot H^3 = 5.83 \times 10^8 \cdot \text{mm}^4$$

$$w_1 := \frac{1}{6} \cdot B \cdot H^2 = 3.24 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$$

$$\sigma_{\text{med}} := \frac{M_{\text{max}}}{w_1} = 20.41 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Nedbøying

Egenvekt $q_{e1} := q_e + G_b = 9.35 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$U_{\text{inst.G}} := \frac{5q_{e1} \cdot L_1^4}{384 \cdot E_{0.05} \cdot I_x} = 3.64 \cdot \text{mm}$$

$$U_{\text{fin.G}} := U_{\text{inst.G}} \cdot (1 + k_{\text{def}}) = 5.82 \cdot \text{mm}$$

Nyttelast $S = 14.56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$U_{\text{inst.q}} := \frac{5S \cdot L_1^4}{384 \cdot E_{0.05} \cdot I_x} = 5.66 \cdot \text{mm}$$

$$U_{\text{fin.q}} := U_{\text{inst.q}} \cdot [1 + (k_{\text{def}} \cdot \psi_2)] = 6.34 \cdot \text{mm}$$

Total nedbøying

$$y_{\text{tot}} := U_{\text{fin.G}} + U_{\text{fin.q}} = 12.16 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\text{krav}} := \frac{L_1}{250} = 16 \cdot \text{mm}$$

$$y_{\text{tot}} \leq y_{\text{krav}}$$

Vipping

Lengden på bjelken $L_1 = 4 \text{ m}$

Jevnt fordelt last på en fritt opplagt bjelke gir:

$$L_{\text{ef}} := (L_1 \cdot 0.9) + (2 \cdot H) = 4.32 \times 10^3 \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{\text{mcrit}} := \frac{0.78 \cdot B^2}{H \cdot L_{\text{ef}}} \cdot E_{0k} = 134.29 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\lambda_{\text{rel}} := \sqrt{\frac{f_{\text{mk}}}{\sigma_{\text{mcrit}}}} = 0.52$$

$$\lambda_{\text{rel}} < 0.75 \quad \Rightarrow \quad k_{\text{crit1}} := 1$$

$$\sigma_{\text{mk}} := k_{\text{crit1}} \cdot f_{\text{md}} = 22.54 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\text{med}} = 20.41 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\text{med}} < \sigma_{\text{mk}}$$

Bjelken vil ikke vippe

Tresøyle akse I, 13

Drageren vil ikke fungere i system	$k_{\text{sys}} := 1$
Materialfaktor limtre	$\gamma_m := 1.15$
Klimaklasse 1	
Oppsprekkingsfaktor for limtre	$k_{\text{crit}} := 0.8$
Fasthetsfaktor - korteste lasten	$k_{\text{mod}} := 0.9$
Deformasjonsfaktor	$k_{\text{def}} := 0.6$
Lengden på bjelken	$L_1 := 4\text{m}$
Belastningslengden	$L_2 := \frac{9.3\text{m}}{2} + \frac{9.1\text{m}}{2} = 9.2\text{m}$
Belastningsareal på bjelken	$A_1 := L_1 \cdot L_2 = 36.8\text{m}^2$
Bredden på søylen	$B := 200\text{mm}$
Høyden på søylen	$H := 210\text{mm}$
Lengden på søylen i 2.etasje	$L_{s2} := 4400\text{mm}$
Knekk lengden på søylen i 1.etasje	$L_k := 3550\text{mm}$

Arealreduksjonsfaktor

Brukskategori C1

Belastet areal $A_2 := (9.3 + 9.1) \cdot 8 = 147.2$

$$A_2 \geq 30\text{m}^2$$

$$\alpha_A := 0.5 + \frac{15}{A_2} = 0.6 \quad \alpha_A \geq 0.7$$

$$\alpha_A := 0.7$$

Laster

Egenvekt etasjeskiller	$G_2 := 3.64 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Egenvekt innervegg	$G_i := 1.56 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Egenvekt tak	$G_{t2} := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Egenvekt søyle 2.etasje	$G_s := 4.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot H \cdot B = 0.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Egenvekt bjelke etasjeskiller	$G_{be} := 4.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.2 \cdot \text{m} \cdot 0.505 \text{m} = 0.47 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Egenvekt bjelke tak	$G_{bt} := 4.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.2 \text{m} \cdot 0.435 \text{m} = 0.41 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Nyttelast	$q_k := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \alpha_A = 2.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Snølast	$S := 3.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Laster med lastfaktor

$$Q_{B1} := 1.35 \cdot \left[(G_2 + G_{t2}) \cdot A_1 \right] + (G_i \cdot L_1) + \left[(G_{bt} + G_{be}) \cdot L_1 \right] + (G_s \cdot L_{s2}) + \left[1.05 \cdot (S + q_k) \cdot A_1 \right] = 499.36 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{B2} := 1.2 \cdot \left[(G_2 + G_{t2}) \cdot A_1 \right] + (G_i \cdot L_1) + \left[(G_{bt} + G_{be}) \cdot L_1 \right] + (G_s \cdot L_{s2}) + (1.5 \cdot S \cdot A_1) + (1.05 \cdot q_k \cdot A_1) = 519.62 \cdot \text{kN}$$

Aksialkraft i søylen $N_{ed} := Q_{B2} = 519.62 \cdot \text{kN}$

Aksialkraft fungerende som moment $N_1 := 1.5 \cdot q_k \cdot \frac{A_1}{2} = 5.80 \times 10^4 \cdot \text{N}$

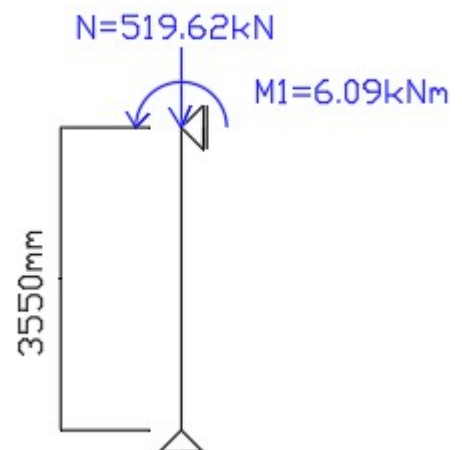
Eksentrisiteten $e := \frac{H}{2} = 105 \cdot \text{mm}$

Moment i søylen $M_{\max} := N_1 \cdot e = 6.09 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Arealet på søylen $A := B \cdot H = 4.2 \times 10^4 \cdot \text{mm}^2$

Treghetsradien $i := 0.29 \cdot H = 60.9 \cdot \text{mm}$

Tverrsnittmodul $w_x := \frac{1}{6} \cdot B \cdot H^2 = 1.47 \times 10^6 \cdot \text{mm}^3$



Material egenskaper GL 32c

Bøying	$f_{mk} := 32 \frac{N}{mm^2}$
E-modul i fiberretningen	$E_{0k} := 11200 \frac{N}{mm^2}$
Trykk i fiberretningen	$f_{c0k} := 24.5 \frac{N}{mm^2}$
Retthetsfaktor limtre	$\beta_c := 0.1$
Faktor for nyttelaster	$\psi_2 := 0.6$

Dimensjonering av søylen

$$\lambda := \frac{L_k}{i} = 58.29$$

$$\lambda_{rel} := \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c0k}}{E_{0k}}} = 0.87$$

$$k_y := 0.5 \cdot \left[1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2 \right] = 0.9$$

$$k_{cy} := \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 + \lambda_{rel}^2}} = 0.46$$

$$f_{c0d} := \frac{f_{c0k} \cdot k_{mod}}{\gamma_m} = 19.17 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{c0\lambda} := k_{cy} \cdot f_{c0d} = 8.88 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$N_{rd} := f_{c0\lambda} \cdot B \cdot H = 373.04 \cdot kN$$

$$k_{c,y} := \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0.86$$

$$f_{m,y,d} := \frac{f_{mk} \cdot k_{mod}}{\gamma_m} = 25.04 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{c,o,d} := \frac{N_{ed}}{A} = 12.37 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{m,y,d} := \frac{M_{max}}{w_x} = 4.14 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c0d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = 0.91 \quad 0.91 < 1$$

Tresøyle akse J, 13

Drageren vil ikke fungere i system

$$k_{\text{sys}} := 1$$

Materialfaktor limtre

$$\gamma_m := 1.15$$

Klimaklasse 1

Oppsprekkingsfaktor for limtre

$$k_{\text{crit}} := 0.8$$

Fasthetsfaktor - korteste lasten

$$k_{\text{mod}} := 0.9$$

Deformasjonsfaktor

$$k_{\text{def}} := 0.6$$

Lengden på bjelken

$$L_1 := 4\text{m}$$

Belastningslengden

$$L_2 := \frac{9.1\text{m}}{2} = 4.55\text{m}$$

Belastningsareal på bjelken

$$A_1 := L_1 \cdot L_2 = 18.2\text{m}^2$$

Bredden på søylen

$$B := 150\text{mm}$$

Høyden på søylen

$$H := 170\text{mm}$$

Lengden på søylen i 2.etasje

$$L_{s2} := 4400\text{mm}$$

Kneklengden på søylen i 1.etasje

$$L_k := 3550\text{mm}$$

Arealreduksjonsfaktor

Brukskategori C1

Belastet areal $A_2 := (9.1) \cdot 8 = 72.8$

$$A_2 \geq 30\text{m}^2$$

$$\alpha_A := 0.5 + \frac{15}{A_2} = 0.71 \quad \alpha_A \geq 0.7$$

Laster

Egenvekt etasjeskiller	$G_e := 3.64 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Egenvekt tak	$G_t := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Egenvekt søyle 2.etasje	$G_s := 4.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot H \cdot B = 0.12 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Egenvekt bjelke etasjeskiller	$G_{be} := 4.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.15 \cdot \text{m} \cdot 0.435\text{m} = 0.31 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Egenvekt bjelke tak	$G_{bt} := 4.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.15\text{m} \cdot 0.360\text{m} = 0.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Nyttelast	$q_k := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \alpha_A = 2.12 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Snølast	$S := 3.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Laster med lastfaktor

$$Q_{B1} := 1.35 \cdot \left[(G_e + G_t) \cdot A_1 \right] + \left[(G_{bt} + G_{be}) \cdot L_1 \right] + (G_s \cdot L_{s2}) + \left[1.05 \cdot (S + q_k) \cdot A_1 \right] = 243.94 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{B2} := 1.2 \cdot \left[(G_e + G_t) \cdot A_1 \right] + \left[(G_{bt} + G_{be}) \cdot L_1 \right] + (G_s \cdot L_{s2}) + (1.5 \cdot S \cdot A_1) + (1.05 \cdot q_k \cdot A_1) = 254.34 \cdot \text{kN}$$

Aksialkraft i søylen $N_{ed} := Q_{B2} = 254.34 \cdot \text{kN}$

Aksialkraft fungerende som moment $N_1 := 1.5 \cdot q_k \cdot \frac{A_1}{2} = 2.891 \times 10^4 \cdot \text{N}$

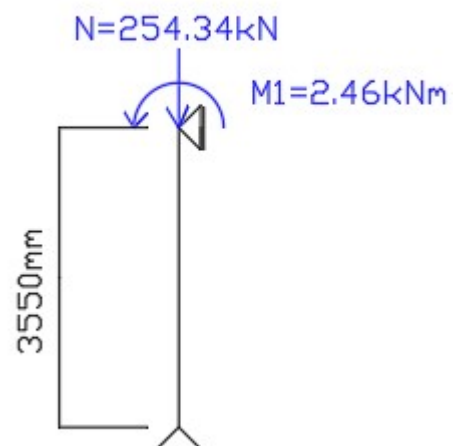
Eksentrisiteten $e := \frac{H}{2} = 85 \cdot \text{mm}$

Moment i søylen $M_{\max} := N_1 \cdot e = 2.46 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$

Arealet på søylen $A := B \cdot H = 2.55 \times 10^4 \cdot \text{mm}^2$

Treghetsradien $i := 0.29 \cdot H = 49.3 \cdot \text{mm}$

Tverrsnittmodul $w_x := \frac{1}{6} \cdot B \cdot H^2 = 7.225 \times 10^5 \cdot \text{mm}^3$



Material egenskaper GL 32c

Bøying	$f_{mk} := 32 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
E-modul i fiberretningen	$E_{0k} := 11200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
Trykk i fiberretningen	$f_{c0k} := 24.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
Retthetsfaktor limtre	$\beta_c := 0.1$
Faktor for nyttelaster	$\psi_2 := 0.6$

Dimensjonering av søylen

$$\lambda := \frac{L_k}{i} = 72.008$$

$$\lambda_{rel} := \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c0k}}{E_{0k}}} = 1.07$$

$$k_y := 0.5 \cdot \left[1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2 \right] = 1.11$$

$$k_{cy} := \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 + \lambda_{rel}^2}} = 0.376$$

$$f_{c0d} := \frac{f_{c0k} \cdot k_{mod}}{\gamma_m} = 19.17 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c0\lambda} := k_{cy} \cdot f_{c0d} = 7.21 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$N_{rd} := f_{c0\lambda} \cdot B \cdot H = 183.9 \cdot \text{kN}$$

$$k_{c,y} := \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0.708$$

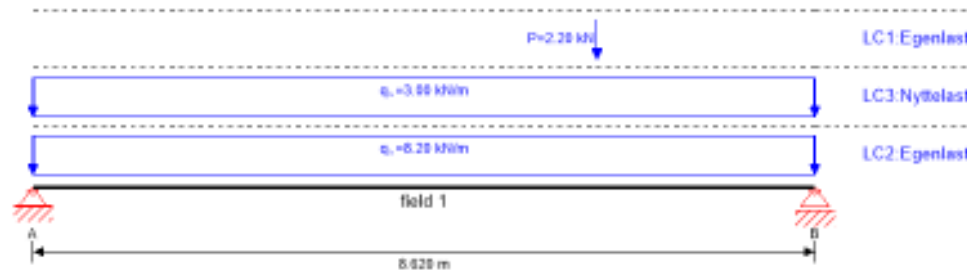
$$f_{m,y,d} := \frac{f_{mk} \cdot k_{mod}}{\gamma_m} = 25.043 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{c.o.d} := \frac{N_{ed}}{A} = 9.974 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{m,y,d} := \frac{M_{max}}{w_x} = 3.401 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\frac{\sigma_{c.o.d}}{k_{c,y} \cdot f_{c0d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = 0.87 \quad 0.87 < 1$$

system

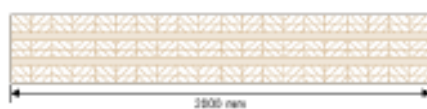


global utilization ratio

74 %

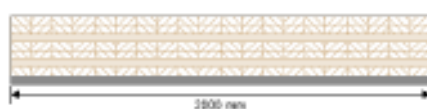
ULS	34 %	ULS fire	15 %	SLS	74 %	SLS vibration	0 %	support	-1 %
-----	------	----------	------	-----	------	---------------	-----	---------	------

section: CLT 320 L8s - 2



layer	thickness	orientation	material
1	40.0 mm	0°	Massivtre 1
2	40.0 mm	0°	Massivtre 1
3	40.0 mm	90°	Massivtre 1
4	40.0 mm	0°	Massivtre 1
5	40.0 mm	0°	Massivtre 1
6	40.0 mm	90°	Massivtre 1
7	40.0 mm	0°	Massivtre 1
8	40.0 mm	0°	Massivtre 1
t _{CLT}	320.0 mm		

section fire: CLT 320 L8s - 2



layer	thickness	orientation	material
1	40.0 mm	0°	Massivtre 1
2	40.0 mm	0°	Massivtre 1
3	40.0 mm	90°	Massivtre 1
4	40.0 mm	0°	Massivtre 1
5	40.0 mm	0°	Massivtre 1
6	40.0 mm	90°	Massivtre 1
7	40.0 mm	0°	Massivtre 1
8	3.0 mm	0°	Massivtre 1
t _{CLT}	283.0 mm		
time	30 min		

fire resistance class: R 30

fire protection layering : no additional fire protection

k ₀	d ₀	d _{char,0,h}	d _{ef,h}	d _{char,0,v}	d _{ef,v}
[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	7	30.0	37.0	0.0	0.0

material values

material	f _{m,k}	f _{d,0,k}	f _{d,90,k}	f _{c,0,k}	f _{c,90,k}	f _{v,k}	f _{v,k min}	E _{0,mean}	G _{mean}	G _{1,mean}
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
Massivtre 1	28.00	22.00	0.40	26.00	2.70	4.00	1.25	13,000.00	810.00	50.00

load

load case groups

load case category	Typ	duration	K _{mod}	γ _{inf}	γ _{sup}	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
LC2 Egenlast	G	permanet	0.6	1	1.2	1	1	1
LC3 Nyttelast	Q	medium term	0.8	1	1.5	0.7	0.7	0.6
LC1 Egenlast	G	permanet	0.6	1	1.2	1	1	1

LC2:Egenlast

continuous load	
field	load at start
	[kN/m]
1	8.20

LC3:Nyttelast

continuous load	
field	load at start
	[kN/m]
1	3.00

LC1:Egenlast

point load		
field	distance from start	load at start
	[m]	[kN]
1	6.220	2.20

ULS combinations

	combination rule
LCO1	$1.20/1.00 * LC2 + 1.20/1.00 * LC1$
LCO2	$1.02/1.00 * LC2 + 1.02/1.00 * LC1 + 1.50/1.00 * LC3$

ULS combinations fire

	combination rule
LCO3	$1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1$
LCO4	$1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.60 * LC3$

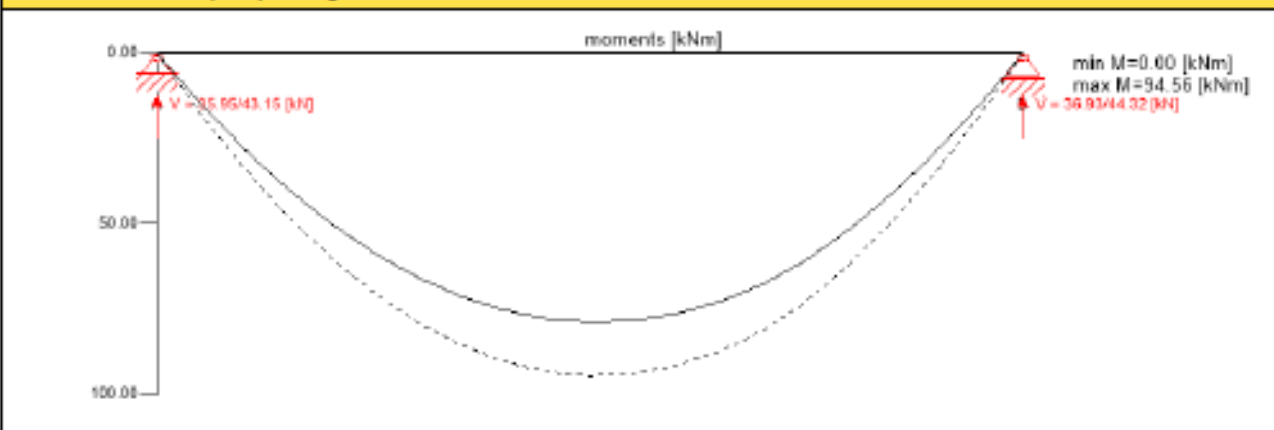
SLS characteristic combination

	combination rule
LCO5	$1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1$
LCO6	$1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1 + 1.00/0.00 * LC3$

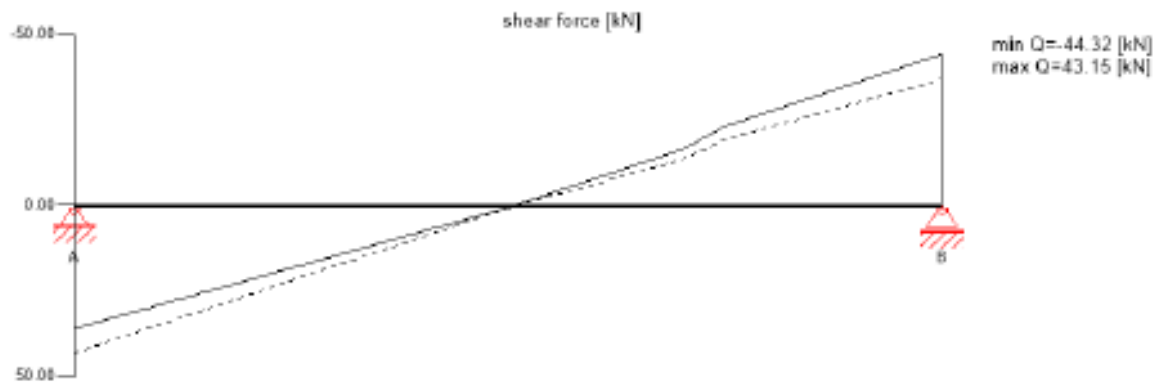
SLS quasi-permanent combination

	combination rule
LCO7	$1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1$
LCO8	$1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.60 * LC3$

Ultimate limit state (ULS) - design results



Ultimate limit state (ULS) - design results



ULS flexural design

field	dist.	$f_{m,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{eq,y}$	$f_{m,y,d}$	$M_{y,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kNm]	[N/mm ²]		
1	4.31	28.00	2.00	0.60	1.10	9.24	94.56	-3.11	34 %	LCO1

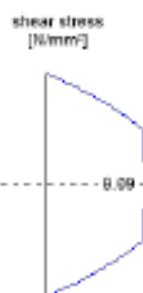
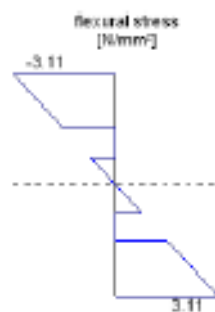
ULS shear analysis

field	dist.	$f_{t,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{t,d}$	V_d	$\tau_{t,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	8.62	4.00	2.00	0.60	1.20	-44.32	0.09	8 %	LCO1

ULS rolling shear

field	dist.	$f_{t,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{t,d}$	V_d	$\tau_{r,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	8.62	1.05	2.00	0.60	0.32	-44.32	0.09	28 %	LCO1

stress diagram



flexural stress analysis

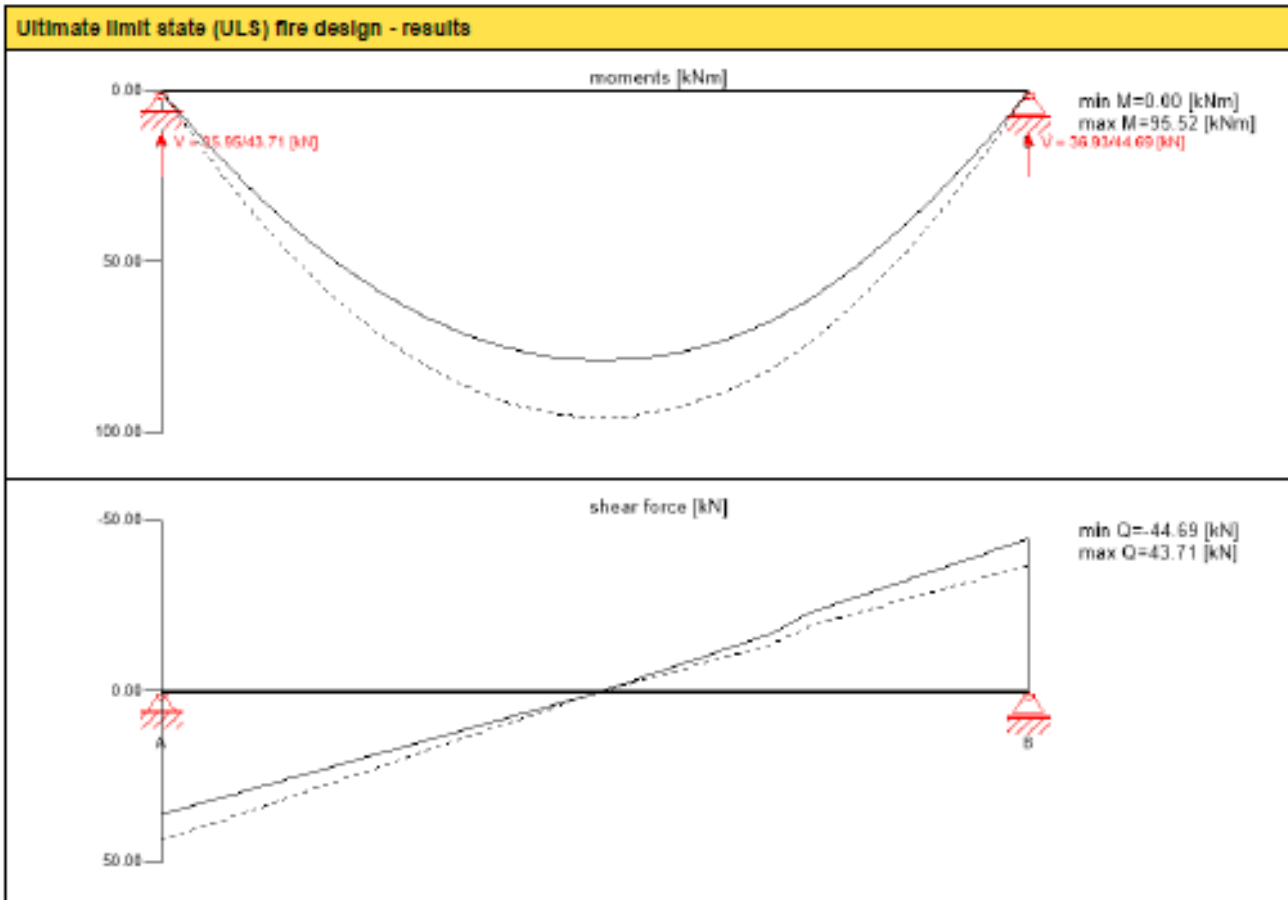
$M_{y,d}$ =	94.56 kNm	$f_{m,k}$ =	28.00 N/mm ²
$N_{x,d}$ =	0.00 kN	γ_m =	2.00 -
		k_{mod} =	0.60 -
		$k_{eq,y}$ =	1.10 -
		k_{tm} =	1.00 -
		k_1 =	1.00 -
$\sigma_{t,d}$ =	0.00 N/mm ²	$f_{t,d}$ =	6.60 N/mm ²
$\sigma_{m,y,d}$ =	-3.11 N/mm ²	$f_{m,y,d}$ =	9.24 N/mm ²

utilization ratio

34 %

shear stress analysis			
$V_d =$	- kN	$f_{r,k} =$	4.00 N/mm ²
	44.32	$\gamma_m =$	2.00
$\tau_{v,d} =$	0.09 N/mm ²	$k_{mod} =$	0.60
		$f_{r,d} =$	1.20 N/mm ²
utilization ratio			8 %

rolling shear analysis			
$V_d =$	-44.32 kN	$f_{r,k} =$	1.05 N/mm ²
		$\gamma_m =$	2.00 -
$\tau_{r,d} =$	0.09 N/mm ²	$k_{mod} =$	0.60 -
		$f_{r,d} =$	0.32 N/mm ²
utilization ratio			28 %

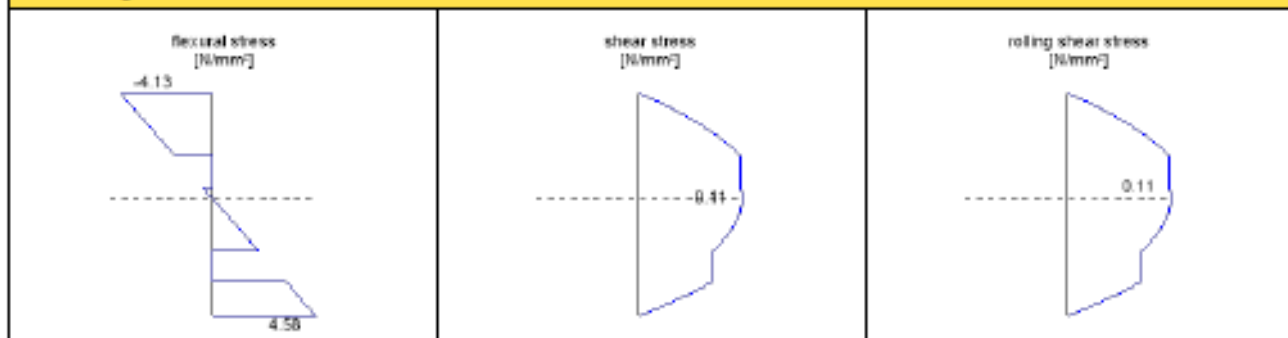


ULS fire flexural design											
field	dist.	$f_{m,k}$	γ_m	k_{mod}	k_{dyn}	k_t	$f_{m,d}$	$M_{y,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kNm]	[N/mm ²]		
1	4.31	28.00	1.00	1.00	1.10	1.00	30.80	95.52	4.58	15 %	LCO4

ULS fire shear analysis										
field	dist.	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	k_t	$f_{v,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	8.62	4.00	1.00	1.00	1.00	4.00	-44.69	0.11	3 %	LCO4

ULS fire rolling shear										
field	dist.	$f_{r,k}$	γ_m	k_{mod}	k_t	$f_{r,d}$	V_d	$\tau_{r,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	8.62	1.05	1.00	1.00	1.00	1.05	-44.69	0.11	10 %	LCO4

stress diagram



flexural stress analysis fire

$M_{y,d}$	=	95.52	kNm	$f_{t,k}$	=	28.00	N/mm ²	
$N_{t,d}$	=	0.00	kN	γ_m	=	1.00	-	
				k_{mod}	=	1.00	-	
				$k_{eff,y}$	=	1.10	-	
				k_{cm}	=	1.00	-	
				k_t	=	1.00	-	
				k_g	=	1.00	-	
$\sigma_{t,d}$	=	0.00	N/mm ²	$f_{t,d}$	=	22.00	N/mm ²	
$\sigma_{m,x,d}$	=	4.58	N/mm ²	$f_{m,d}$	=	30.80	N/mm ²	
							<	✓
utilization ratio							15 %	

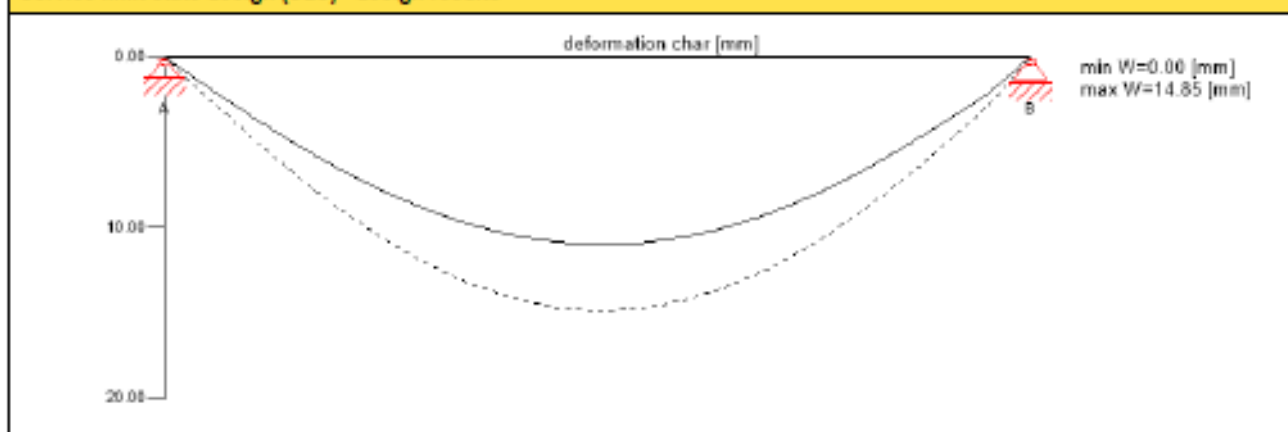
shear stress analysis fire

V_d	=	-	kN	$f_{v,k}$	=	4.00	N/mm ²	
		44.69		γ_m	=	1.00	-	
				k_{mod}	=	1.00	-	
				k_t	=	1.00	-	
$\tau_{v,d}$	=	0.11	N/mm ²	$f_{v,d}$	=	4.00	N/mm ²	
							<	✓
utilization ratio							3 %	

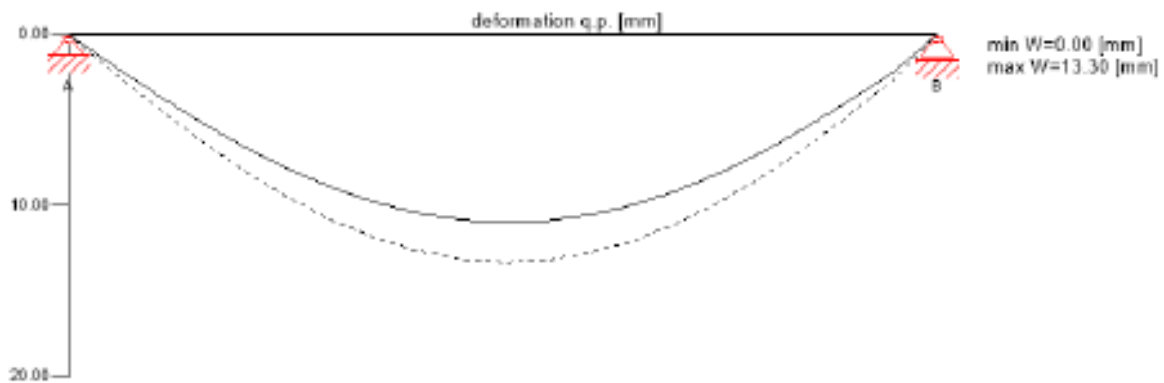
rolling shear analysis fire

V_d	=	-44.69	kN	$f_{r,k}$	=	1.05	N/mm ²	
				γ_m	=	1.00	-	
				k_{mod}	=	1.00	-	
				k_t	=	1.00	-	
$\tau_{r,d}$	=	0.11	N/mm ²	$f_{r,d}$	=	1.05	N/mm ²	
							<	✓
utilization ratio							10 %	

Service limit state design (SLS) - design results



Service limit state design (SLS) - design results



$W_{lim} = w[char]$

field	limit	W_{lim}	W_{calc}	ratio
	[-]	[mm]	[mm]	
1	1/400	21.6	14.9	69 %

$W_{ed} = w[char] + w[q.p.]*k_{def}$

field	limit	W_{lim}	W_{calc}	ratio
	[-]	[mm]	[mm]	
1	1/200	43.1	22.8	53 %

$W_{net,fin} = w[q.p.] + w[q.p.]*k_{def}$

field	limit	W_{lim}	W_{calc}	ratio
	[-]	[mm]	[mm]	
1	1/300	28.7	21.3	74 %

support reaction

load case category	k_{mod}	A_v	B_v
		[kN]	
Egenlast	0.6	35.34	35.34
		35.34	35.34
Nyttelast	0.8	12.93	12.93
		0.00	0.00
Egenlast	0.6	0.61	1.59
		0.61	1.59

reference documents for this analysis

English title	description
EN 338	EN 338 - Structural timber — Strength classes
EN 1995-1-1	EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings
ETA-14/0349	European Technical Assessment ETA-14/0349 of 02.10.2014
Expertise Rolling shear - no edge gluing, H.J. Blass	Expertise on Rolling shear for CLT
EN 1995-1-2	EN 1995-1-2 - Eurocode 5 — Design of timber structures — Part 1-2: General — Structural fire design
Technical expertise 122/2011/02: analysis of load bearing capacity and separation performance of CLT elements	Verification of the load bearing capacity and the insulation criterion of CLT structures with Stora Enso CLT
Technical expertise 2434/2012 - BB: failure time t_f of gypsum fire boards (GKF) according to ON B 3410	Expertise on failure time t_f of gypsum wall fire boards according to ON B3410 and gypsum wall boards type DF according to EN 520
EN 1990	EN 1990 - Eurocode — Basis of structural design
SFS-EN 1995-1-1 NA	SFS EN 1995-1-1 - Finland - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings
RIL 205-1-2009	CrossLam Kuhmo CLT annexes for the RIL 205-1-2009 Instruction
Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe	Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe; publishes by SP Technical Research Institute of Sweden

reference documents for this analysis	
English title	description
National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12	ÖNORM EN 1995-1-2 - National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12
SFS EN 1995-1-2_NA	SFS EN 1995-1-2 - Finland - National Annex - Eurocode 5: Design of timber structures — Part 1-2: General — Structural fire design — National specifications concerning SFS EN 1995-1-2, national comments and national supplements
SFS EN 1995-1-1_NA	SFS EN 1995-1-1 - Finland - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings
Expertise Rolling shear, H.J. Blass	Expertise on rolling shear strength and rolling shear modulus of CLT panels
ÖNORM EN 1995-1-1_NA, chapter 7.3	ÖNORM EN 1995-1-1 - Austria - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General-Common rules and rules for buildings; chapter 7.3

Disclaimer

The software was created to assist engineers in their daily business. The software is an engineering software that is dealing with a very complex matter of structural analysis and building physics analysis. Therefore, this software shall only be operated by skilled, experienced engineers, with a deep understanding of structural engineering and building physics related to timber structures. The user of the software is obliged to check all input values, no matter if they were given by the user or given by default by the software and all results for plausibility.

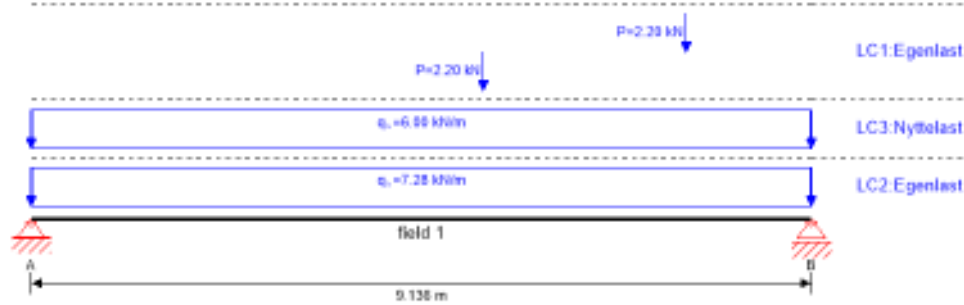
The use of the results of the software should not be relied upon as the basis for any decision or action. Any use of results of the software is only allowed, if the results have been verified and approved regarding completeness and correctness by a project structural/building physics engineer. The user has the possibility to make print-outs from the software. Any modification of those are not allowed.

Stora Enso Wood Products GmbH does not assume any warranty regarding the software. The software has been developed with utmost diligence, nevertheless Stora Enso Wood Products GmbH, neither expressly nor implicitly, provides any warranty in terms of accuracy, validity, timeliness and completeness of information and data created by the software. Stora Enso Wood Products GmbH does also not assume any warranty for the general usability of the software, its suitability for a special purpose or for the compatibility of the software with the ones of third party producers or providers.

Stora Enso Wood Products GmbH is only liable for damages caused by gross negligence or intent through Stora Enso Wood Products GmbH, the liability for slight negligence is excluded. This does not apply to personal injury. Under the aforementioned conditions Stora Enso Wood Products GmbH is as well not liable for operational failures or the loss of programs and/or data of the user's data processing system.

Applicable Law: These terms of use shall be governed by the laws of Austria excluding however any conflict of laws rules and any laws regarding the Convention of the International Sale of Goods (CISG).

system



global utilization ratio						97 %			
ULS	47 %	ULS fire	19 %	SLS	97 %	SLS vibration	0 %	support	14 %

section: CLT 320 L8s - 2

layer	thickness	orientation	material
1	40.0 mm	0°	Massivtre 1
2	40.0 mm	0°	Massivtre 1
3	40.0 mm	90°	Massivtre 1
4	40.0 mm	0°	Massivtre 1
5	40.0 mm	0°	Massivtre 1
6	40.0 mm	90°	Massivtre 1
7	40.0 mm	0°	Massivtre 1
8	40.0 mm	0°	Massivtre 1
t _{CLT}	320.0 mm		

section fire: CLT 320 L8s - 2

layer	thickness	orientation	material			
1	40.0 mm	0°	Massivtre 1			
2	40.0 mm	0°	Massivtre 1			
3	40.0 mm	90°	Massivtre 1			
4	40.0 mm	0°	Massivtre 1			
5	40.0 mm	0°	Massivtre 1			
6	40.0 mm	90°	Massivtre 1			
7	40.0 mm	0°	Massivtre 1			
8	3.0 mm	0°	Massivtre 1			
t _{CLT}	283.0 mm					
fire resistance class: R 30	time	30 min				
fire protection layering : no additional fire protection	k ₀	d ₀	d _{char,0,h}	d _{ef,h}	d _{char,0,v}	d _{ef,v}
	[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
	1	7	30.0	37.0	0.0	0.0

material values

material	f _{m,k}	f _{t,0,k}	f _{t,90,k}	f _{c,0,k}	f _{c,90,k}	f _{v,k}	f _{r,k min}	E _{0,mean}	G _{0,mean}	G _{r,mean}
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
Massivtre 1	26.00	22.00	0.40	26.00	2.70	4.00	1.25	13,000.00	810.00	50.00

load

load case groups

load case category	Typ	duration	K _{mod}	γ _{int}	γ _{sup}	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
LC2 Egenlast	G	permanet	0.6	1	1.2	1	1	1
LC3 Nyttelast	Q	medium term	0.8	1	1.5	0.7	0.7	0.6
LC1 Egenlast	G	permanet	0.6	1	1.2	1	1	1

LC2:Egenlast

continuous load	
field	load at start
	[kN/m]
1	7.28

LC3:Nyttelast

continuous load	
field	load at start
	[kN/m]
1	6.00

LC1:Egenlast

point load		
field	distance from start	load at start
	[m]	[kN]
1	5.300	2.20
1	7.670	2.20

ULS combinations

	combination rule
LCO1	1.20/1.00 * LC2 + 1.20/1.00 * LC1
LCO2	1.02/1.00 * LC2 + 1.02/1.00 * LC1 + 1.50/1.00 * LC3

ULS combinations fire

	combination rule
LCO3	1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1
LCO4	1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.60 * LC3

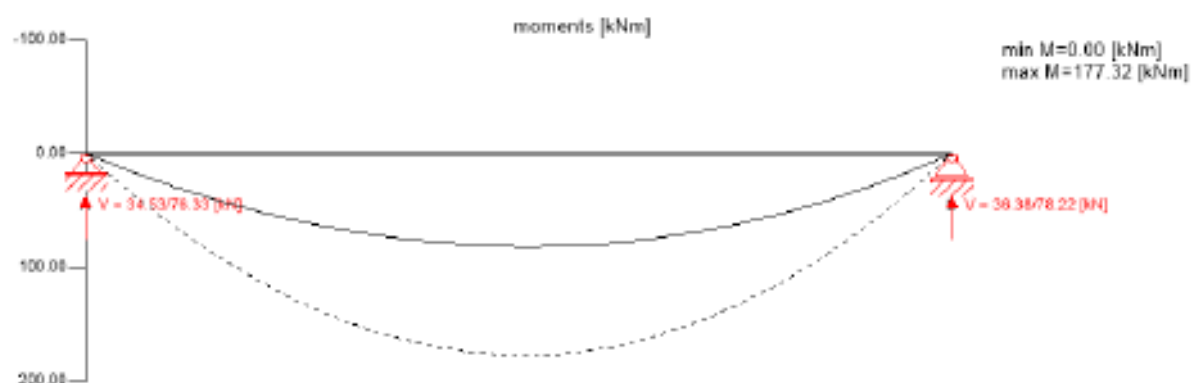
SLS characteristic combination

	combination rule
LCO5	1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1
LCO6	1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1 + 1.00/0.00 * LC3

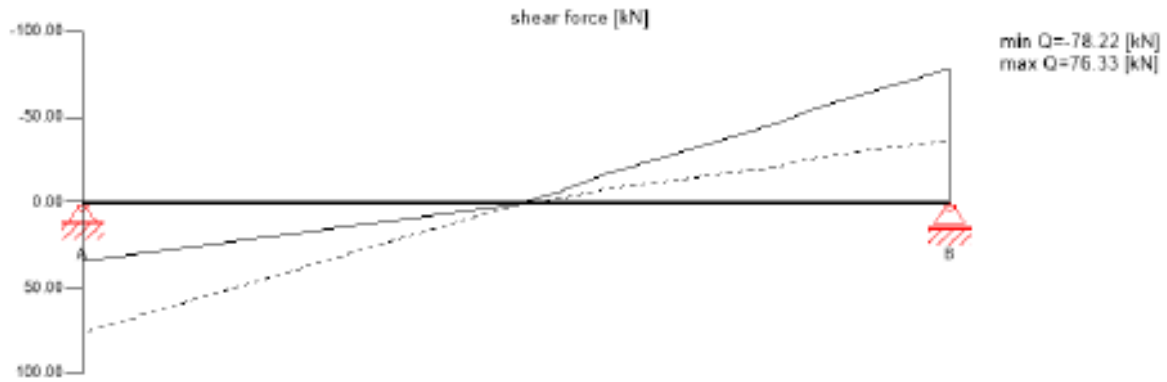
SLS quasi-permanent combination

	combination rule
LCO7	1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1
LCO8	1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.60 * LC3

Ultimate limit state (ULS) - design results



Ultimate limit state (ULS) - design results



ULS flexural design

field	dist.	$f_{t,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{app,y}$	$f_{m,y,d}$	$M_{y,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kNm]	[N/mm ²]		
1	4.57	28.00	2.00	0.80	1.10	12.32	177.32	-5.83	47 %	LCO2

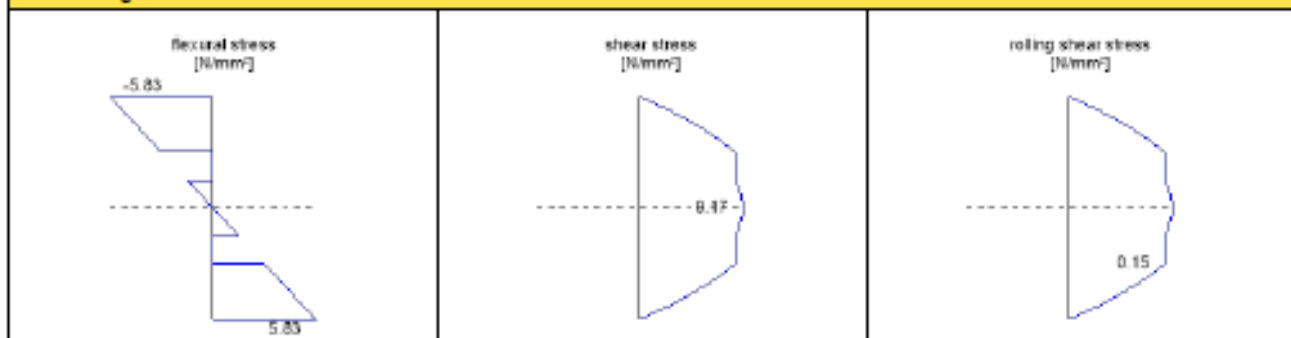
ULS shear analysis

field	dist.	$f_{t,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{t,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	9.14	4.00	2.00	0.80	1.60	-78.22	0.17	10 %	LCO2

ULS rolling shear

field	dist.	$f_{t,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{t,d}$	V_d	$\tau_{r,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	9.14	1.05	2.00	0.80	0.42	-78.22	0.15	37 %	LCO2

stress diagram



flexural stress analysis

$M_{y,d} =$	177.32	kNm	$f_{t,k} =$	28.00	N/mm ²
$N_{x,d} =$	0.00	kN	$\gamma_m =$	2.00	-
			$k_{mod} =$	0.80	-
			$k_{app,y} =$	1.10	-
			$k_{fm} =$	1.00	-
			$k_1 =$	1.00	-
$\sigma_{t,d} =$	0.00	N/mm ²	$f_{t,d} =$	8.80	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d} =$	-5.83	N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	12.32	N/mm ²
utilization ratio 47 %					

shear stress analyse

$V_d =$	- kN	$f_{t,k} =$	4.00 N/mm ²
	78.22	$\gamma_m =$	2.00
$\tau_{v,d} =$	0.17 N/mm ²	$k_{mod} =$	0.80
		$f_{t,d} =$	1.60 N/mm ²

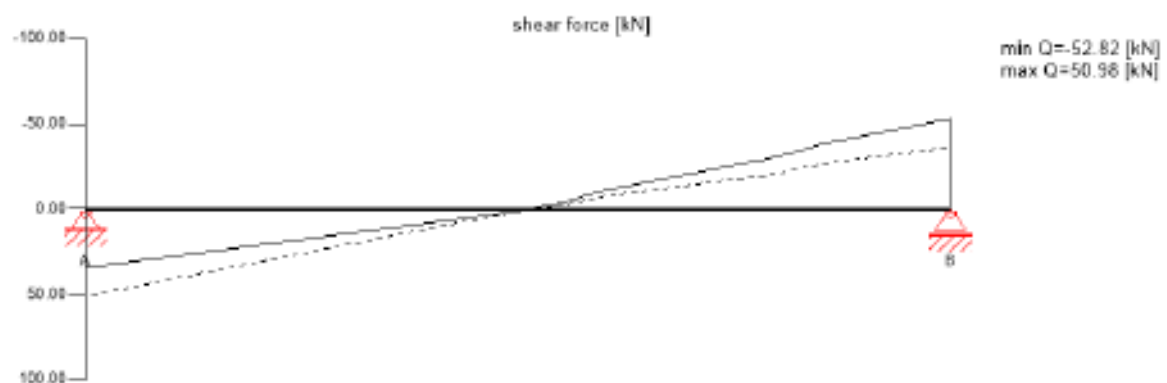
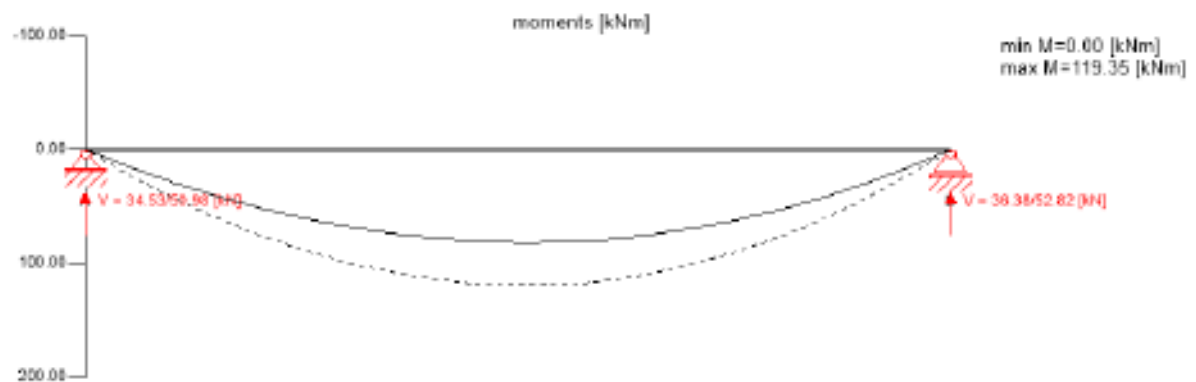
utilization ratio 10 %

rolling shear analyse

$V_d =$	-78.22 kN	$f_{t,k} =$	1.05 N/mm ²
		$\gamma_m =$	2.00 -
$\tau_{r,d} =$	0.15 N/mm ²	$k_{mod} =$	0.80 -
		$f_{t,d} =$	0.42 N/mm ²

utilization ratio 37 %

Ultimate limit state (ULS) fire design - results



ULS fire flexural design

field	dist.	$f_{m,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{dyn,y}$	k_E	$f_{m,y,d}$	$M_{y,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kNm]	[N/mm ²]		
1	4.57	28.00	1.00	1.00	1.10	1.00	30.80	119.35	5.72	19 %	LCO4

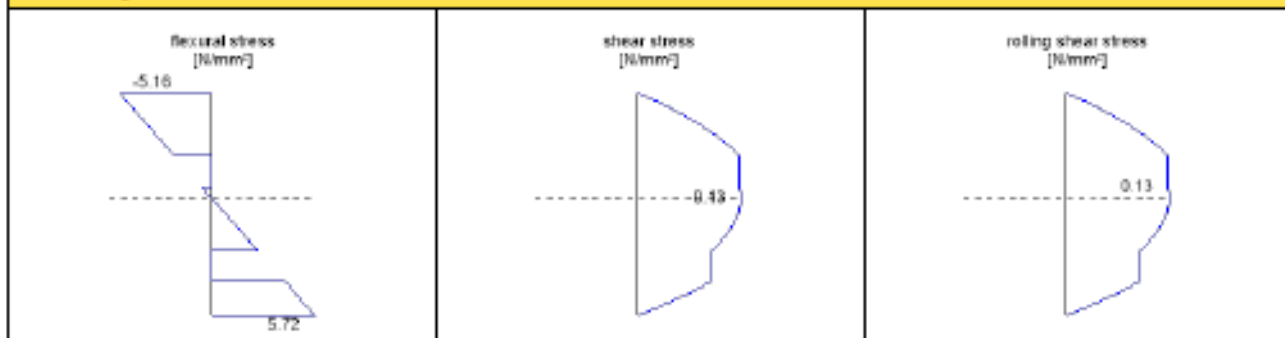
ULS fire shear analysis

field	dist.	$f_{t,k}$	γ_m	k_{mod}	k_E	$f_{t,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	9.14	4.00	1.00	1.00	1.00	4.00	-52.82	0.13	3 %	LCO4

ULS fire rolling shear

field	dist.	$f_{t,k}$	γ_m	k_{mod}	k_E	$f_{t,d}$	V_d	$\tau_{r,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	9.14	1.05	1.00	1.00	1.00	1.05	-52.82	0.13	12 %	LCO4

stress diagram



flexural stress analysis fire

$M_{y,d} = 119.35$ kNm
 $N_{t,d} = 0.00$ kN

$f_{m,k} = 28.00$ N/mm²
 $\gamma_m = 1.00$ -
 $k_{mod} = 1.00$ -
 $k_{app,y} = 1.10$ -
 $k_{int} = 1.00$ -
 $k_f = 1.00$ -
 $k_d = 1.00$ -
 $f_{t,d} = 22.00$ N/mm²
 $f_{m,y,d} = 30.80$ N/mm²

$\sigma_{t,d} = 0.00$ N/mm²
 $\sigma_{m,y,d} = 5.72$ N/mm² <

utilization ratio

19 %

shear stress analysis fire

$V_d = -$ kN
52.82

$f_{v,k} = 4.00$ N/mm²
 $\gamma_m = 1.00$
 $k_{mod} = 1.00$
 $k_f = 1.00$
 $f_{v,d} = 4.00$ N/mm²

$\tau_{v,d} = 0.13$ N/mm² <

utilization ratio

3 %

rolling shear analysis fire

$V_d = -52.82$ kN

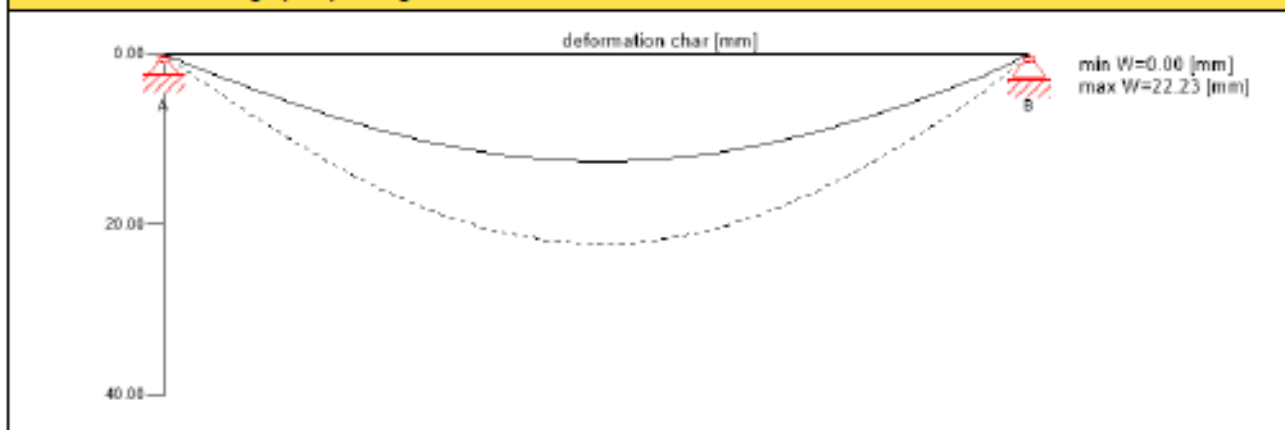
$f_{r,k} = 1.05$ N/mm²
 $\gamma_m = 1.00$ -
 $k_{mod} = 1.00$ -
 $k_f = 1.00$ -
 $f_{r,d} = 1.05$ N/mm²

$\tau_{r,d} = 0.13$ N/mm² <

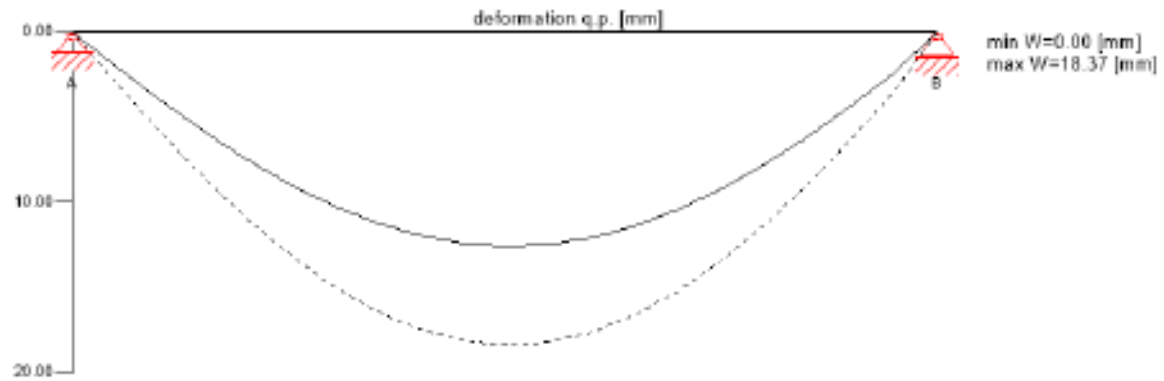
utilization ratio

12 %

Service limit state design (SLS) - design results



Service limit state design (SLS) - design results



$W_{\text{inst}} = w[\text{char}]$

field	limit	W_{inst}	W_{calc}	ratio
	[-]	[mm]	[mm]	
1	1/400	22.8	22.2	97 %

$w_{\text{fin}} = w[\text{char}] + w[\text{q.p.}] \cdot k_{\text{def}}$

field	limit	W_{inst}	W_{calc}	ratio
	[-]	[mm]	[mm]	
1	1/200	45.7	33.3	73 %

$W_{\text{net,fin}} = w[\text{q.p.}] + w[\text{q.p.}] \cdot k_{\text{def}}$

field	limit	W_{inst}	W_{calc}	ratio
	[-]	[mm]	[mm]	
1	1/300	30.5	29.4	97 %

support design

nr.	type	width	area	k_{mod}	γ_m	$k_{c,90,k}$	$f_{c,k}$	$f_{c,d}$	V_{max}	V_{min}	$\sigma_{c,d}$		ratio
		[mm]	[cm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[kN]	[kN]	[N/mm ²]		
A	rigid plate	100	2600.00	0.80	1.00	1.00	2.70	2.16	76.33	0.00	0.29	LCO2	14 %
B	rigid plate	100	2600.00	0.80	1.00	1.00	2.70	2.16	78.22	0.00	0.30	LCO2	14 %

support reaction

load case category	k_{mod}	A_v	B_v
		[kN]	
Egenlast	0.6	33.26	33.26
		33.26	33.26
Nyttelast	0.8	27.41	27.41
		0.00	0.00
Egenlast	0.6	1.28	3.12
		1.28	3.12

reference documents for this analysis

English title	description
EN 338	EN 338 - Structural timber — Strength classes
EN 1995-1-1	EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings
ETA-14/0349	European Technical Assessment ETA-14/0349 of 02.10.2014
Expertise Rolling shear - no edge gluing, H.J. Blass	Expertise on Rolling shear for CLT
EN 1995-1-2	EN 1995-1-2 - Eurocode 5 — Design of timber structures — Part 1-2: General — Structural fire design
Technical expertise 122/2011/02: analysis of load bearing capacity and separation performance of CLT elements	Verification of the load bearing capacity and the insulation criterion of CLT structures with Stora Enso CLT
Technical expertise 2434/2012 - BB: failure time t_f of gypsum fire boards (GKF) according to ON B 3410	Expertise on failure time t_f of gypsum wall fire boards according to ON B3410 and gypsum wall boards type DF according to EN 520
EN 1990	EN 1990 - Eurocode — Basis of structural design

reference documents for this analysis	
English title	description
SFS-EN 1995-1-1 NA	SFS EN 1995-1-1 - Finland - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings
RIL 205-1-2009	CrossLam Kuhmo CLT annexes for the RIL 205-1-2009 Instruction
Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe	Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe; publishes by SP Technical Research Institute of Sweden
National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12	ÖNORM EN 1995-1-2 - National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12
SFS EN 1995-1-2_NA	SFS EN 1995-1-2 - Finland - National Annex - Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-2: General – Structural fire design – National specifications concerning SFS EN 1995-1-2, national comments and national supplements
SFS EN 1995-1-1_NA	SFS EN 1995-1-1 - Finland - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings
Expertise Rolling shear, H.J. Blass	Expertise on rolling shear strength and rolling shear modulus of CLT panels
ÖNORM EN 1995-1-1_NA, chapter 7.3	ÖNORM EN 1995-1-1 - Austria - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General-Common rules and rules for buildings; chapter 7.3

Disclaimer

The software was created to assist engineers in their daily business. The software is an engineering software that is dealing with a very complex matter of structural analysis and building physics analysis. Therefore, this software shall only be operated by skilled, experienced engineers, with a deep understanding of structural engineering and building physics related to timber structures. The user of the software is obliged to check all input values, no matter if they were given by the user or given by default by the software and all results for plausibility.

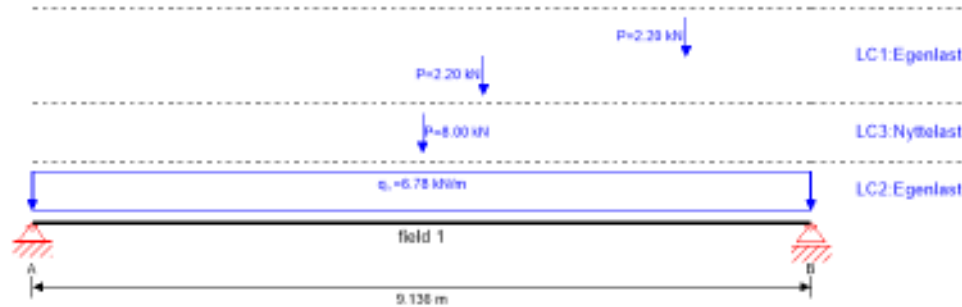
The use of the results of the software should not be relied upon as the basis for any decision or action. Any use of results of the software is only allowed, if the results have been verified and approved regarding completeness and correctness by a project structural/building physics engineer. The user has the possibility to make print-outs from the software. Any modification of those are not allowed.

Stora Enso Wood Products GmbH does not assume any warranty regarding the software. The software has been developed with utmost diligence, nevertheless Stora Enso Wood Products GmbH, neither expressly nor implicitly, provides any warranty in terms of accuracy, validity, timeliness and completeness of information and data created by the software. Stora Enso Wood Products GmbH does also not assume any warranty for the general usability of the software, its suitability for a special purpose or for the compatibility of the software with the ones of third party producers or providers.

Stora Enso Wood Products GmbH is only liable for damages caused by gross negligence or intent through Stora Enso Wood Products GmbH, the liability for slight negligence is excluded. This does not apply to personal injury. Under the aforementioned conditions Stora Enso Wood Products GmbH is as well not liable for operational failures or the loss of programs and/or data of the user's data processing system.

Applicable Law: These terms of use shall be governed by the laws of Austria excluding however any conflict of laws rules and any laws regarding the Convention of the International Sale of Goods (CISG).

system

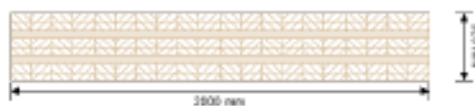


global utilization ratio

69 %

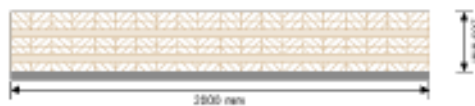
ULS	33 %	ULS fire	14 %	SLS	69 %	SLS vibration	0 %	support	-1 %
-----	------	----------	------	-----	------	---------------	-----	---------	------

section: CLT 320 L8s - 2



layer	thickness	orientation	material
1	40.0 mm	0°	Massivtre 1
2	40.0 mm	0°	Massivtre 1
3	40.0 mm	90°	Massivtre 1
4	40.0 mm	0°	Massivtre 1
5	40.0 mm	0°	Massivtre 1
6	40.0 mm	90°	Massivtre 1
7	40.0 mm	0°	Massivtre 1
8	40.0 mm	0°	Massivtre 1
t _{CLT}	320.0 mm		

section fire: CLT 320 L8s - 2



layer	thickness	orientation	material
1	40.0 mm	0°	Massivtre 1
2	40.0 mm	0°	Massivtre 1
3	40.0 mm	90°	Massivtre 1
4	40.0 mm	0°	Massivtre 1
5	40.0 mm	0°	Massivtre 1
6	40.0 mm	90°	Massivtre 1
7	40.0 mm	0°	Massivtre 1
8	3.0 mm	0°	Massivtre 1
t _{CLT}	283.0 mm		

fire resistance class: R 30

fire protection layering : no additional fire protection

time	k ₀	d ₀	d _{char,0,h}	d _{eff,h}	d _{char,0,v}	d _{eff,v}
[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	7	30.0	37.0	0.0	0.0	

material values

material	f _{m,k}	f _{t,0,k}	f _{t,90,k}	f _{c,0,k}	f _{c,90,k}	f _{v,k}	f _{r,k min}	E _{0,mean}	G _{mean}	G _{r,mean}
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
Massivtre 1	28.00	22.00	0.40	26.00	2.70	4.00	1.25	13,000.00	810.00	50.00

load

load case groups

	load case category	Typ	duration	K _{mod}	γ _{inf}	γ _{sup}	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
LC2	Egenlast	G	permanet	0.6	1	1.2	1	1	1
LC3	Nyttelast	Q	medium term	0.8	1	1.5	0.7	0.7	0.6
LC1	Egenlast	G	permanet	0.6	1	1.2	1	1	1

LC2:Egenlast

continuous load	
field	load at start
	[kN/m]
1	6.78

LC3:Nyttelast

point load		
field	distance from start	load at start
	[m]	[kN]
1	4.568	8.00

LC1:Egenlast

point load		
field	distance from start	load at start
	[m]	[kN]
1	5.300	2.20
1	7.670	2.20

ULS combinations

	combination rule
LCO1	$1.20/1.00 * LC2 + 1.20/1.00 * LC1$
LCO2	$1.02/1.00 * LC2 + 1.02/1.00 * LC1 + 1.50/1.00 * LC3$

ULS combinations fire

	combination rule
LCO3	$1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1$
LCO4	$1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.60 * LC3$

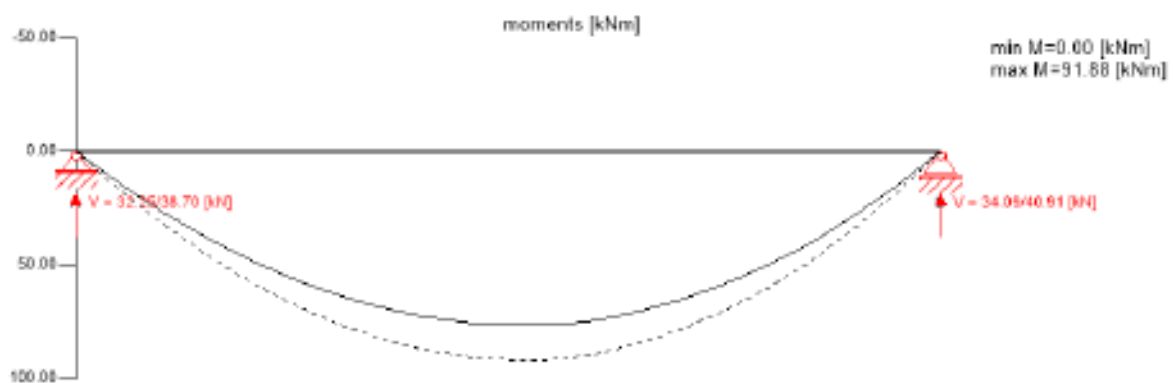
SLS characteristic combination

	combination rule
LCO5	$1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1$
LCO6	$1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1 + 1.00/0.00 * LC3$

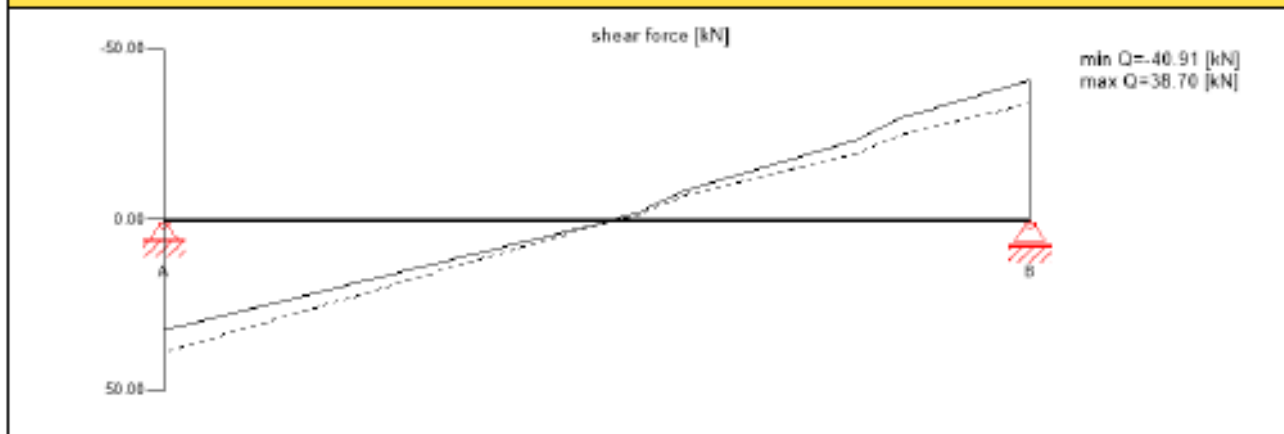
SLS quasi-permanent combination

	combination rule
LCO7	$1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1$
LCO8	$1.00/1.00 * LC2 + 1.00/1.00 * LC1 + 1.00/0.00 * 0.60 * LC3$

Ultimate limit state (ULS) - design results



Ultimate limit state (ULS) - design results



ULS flexural design

field	dist.	f_{mk}	γ_m	k_{mod}	$k_{app,y}$	$f_{m,y,d}$	$M_{y,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kNm]	[N/mm ²]		
1	4.57	28.00	2.00	0.60	1.10	9.24	91.88	-3.02	33 %	LCO1

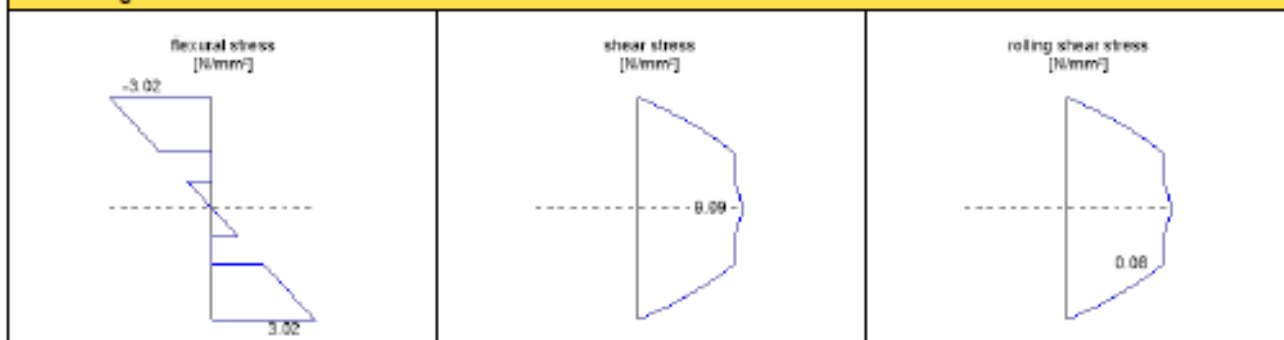
ULS shear analysis

field	dist.	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{v,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	9.14	4.00	2.00	0.60	1.20	-40.91	0.09	7 %	LCO1

ULS rolling shear

field	dist.	$f_{r,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{r,d}$	V_d	$\tau_{r,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	9.14	1.05	2.00	0.60	0.32	-40.91	0.08	26 %	LCO1

stress diagram



flexural stress analysis

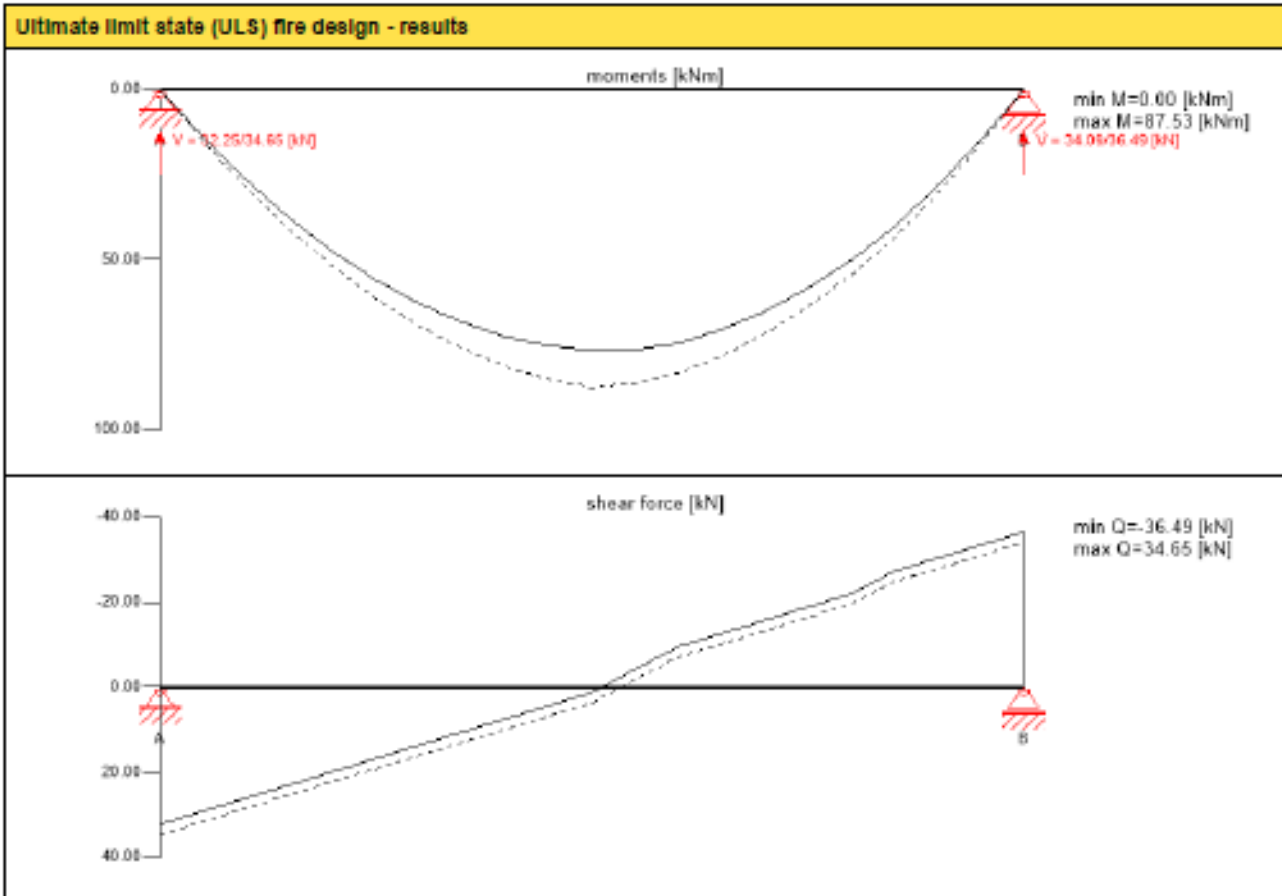
$M_{y,d}$ =	91.88	kNm	f_{mk} =	28.00	N/mm ²
$N_{x,d}$ =	0.00	kN	γ_m =	2.00	-
			k_{mod} =	0.60	-
			$k_{app,y}$ =	1.10	-
			k_{fm} =	1.00	-
			k_1 =	1.00	-
$\sigma_{t,d}$ =	0.00	N/mm ²	$f_{t,d}$ =	6.60	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d}$ =	-3.02	N/mm ²	$f_{m,y,d}$ =	9.24	N/mm ²

utilization ratio

33 %

shear stress analysis			
$V_d =$	- kN	$f_{r,k} =$	4.00 N/mm ²
	40.91	$\gamma_m =$	2.00
$\tau_{r,d} =$	0.09 N/mm ²	$k_{mod} =$	0.60
	<	$f_{r,d} =$	1.20 N/mm ²
utilization ratio			7 %

rolling shear analysis			
$V_d =$	-40.91 kN	$f_{r,k} =$	1.05 N/mm ²
		$\gamma_m =$	2.00 -
$\tau_{r,d} =$	0.08 N/mm ²	$k_{mod} =$	0.60 -
	<	$f_{r,d} =$	0.32 N/mm ²
utilization ratio			26 %

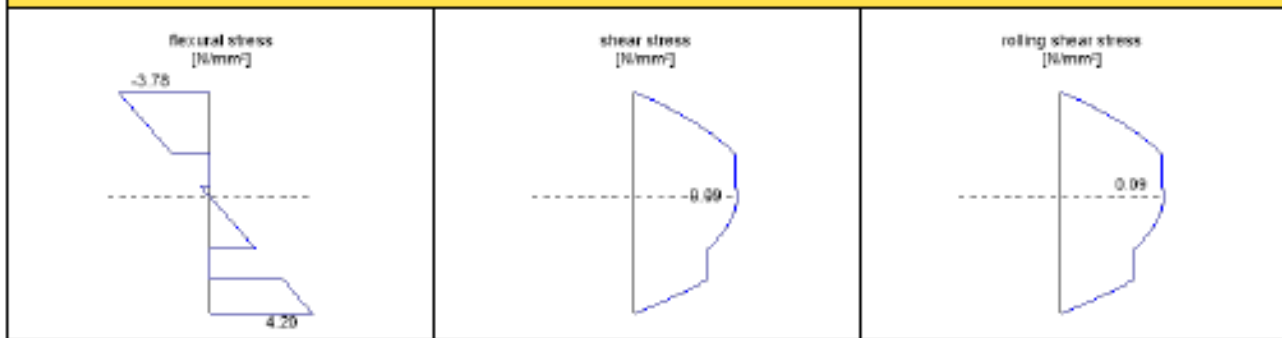


ULS fire flexural design											
field	dist.	$f_{m,k}$	γ_m	k_{mod}	$k_{dyn,y}$	k_t	$f_{m,y,d}$	$M_{y,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kNm]	[N/mm ²]		
1	4.57	28.00	1.00	1.00	1.10	1.00	30.80	87.53	4.20	14 %	LCO4

ULS fire shear analysis										
field	dist.	$f_{r,k}$	γ_m	k_{mod}	k_t	$f_{r,d}$	V_d	$\tau_{r,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	9.14	4.00	1.00	1.00	1.00	4.00	-36.49	0.09	2 %	LCO4

ULS fire rolling shear										
field	dist.	$f_{r,k}$	γ_m	k_{mod}	k_t	$f_{r,d}$	V_d	$\tau_{r,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	9.14	1.05	1.00	1.00	1.00	1.05	-36.49	0.09	8 %	LCO4

stress diagram



flexural stress analysis fire

$M_{y,d}$ = 87.53 kNm	$f_{m,k}$ = 28.00 N/mm ²
$N_{t,d}$ = 0.00 kN	γ_m = 1.00 -
	k_{mod} = 1.00 -
	$k_{app,y}$ = 1.10 -
	k_{cm} = 1.00 -
	k_t = 1.00 -
	k_e = 1.00 -
$\sigma_{t,d}$ = 0.00 N/mm ²	$f_{t,d}$ = 22.00 N/mm ²
$\sigma_{m,d}$ = 4.20 N/mm ² <	$f_{m,d}$ = 30.80 N/mm ² ✓

utilization ratio

14 %

shear stress analysis fire

V_d = -36.49 kN	$f_{v,k}$ = 4.00 N/mm ²
	γ_m = 1.00
	k_{mod} = 1.00
	k_e = 1.00
$\tau_{v,d}$ = 0.09 N/mm ² <	$f_{v,d}$ = 4.00 N/mm ² ✓

utilization ratio

2 %

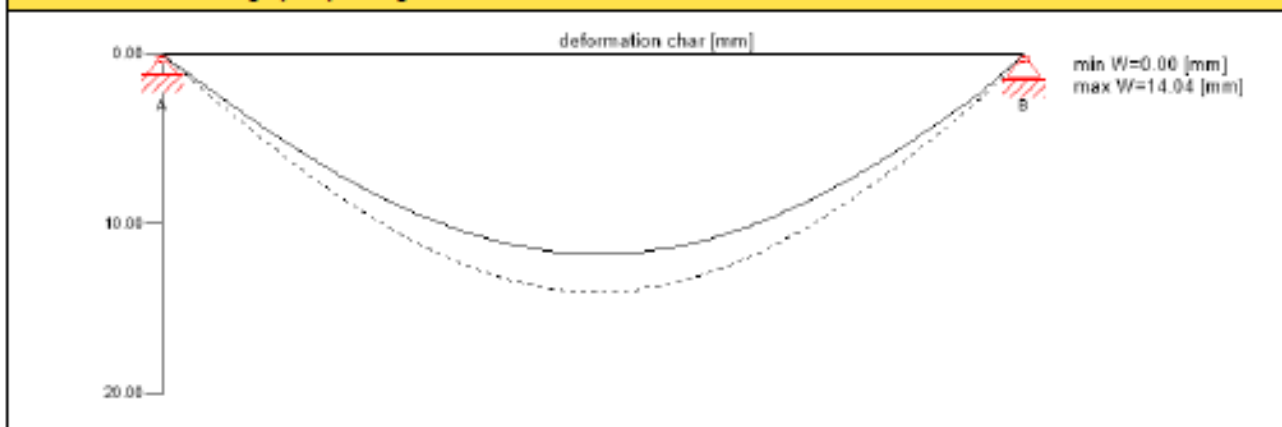
rolling shear analysis fire

V_d = -36.49 kN	$f_{r,k}$ = 1.05 N/mm ²
	γ_m = 1.00 -
	k_{mod} = 1.00 -
	k_e = 1.00 -
$\tau_{r,d}$ = 0.09 N/mm ² <	$f_{r,d}$ = 1.05 N/mm ² ✓

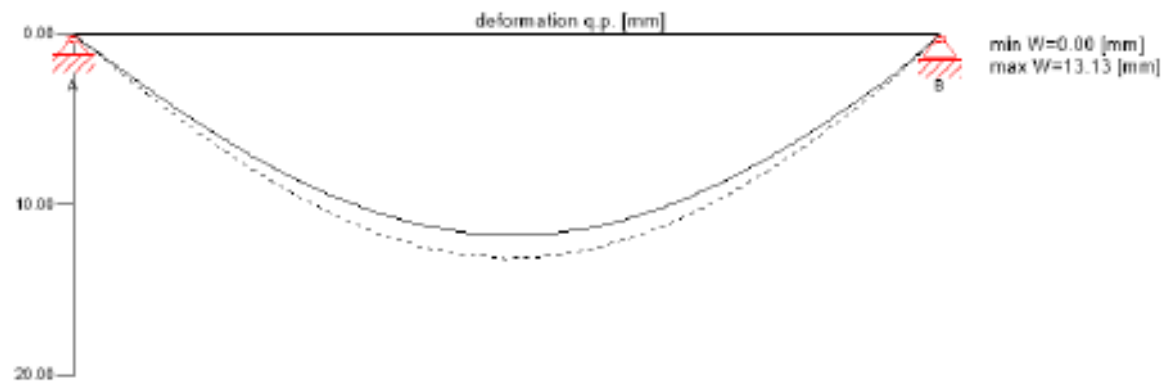
utilization ratio

8 %

Service limit state design (SLS) - design results



Service limit state design (SLS) - design results



$W_{lim} = w[char]$

field	limit	W_{lim}	W_{calc}	ratio
	[-]	[mm]	[mm]	
1	1/400	22.8	14.0	61 %

$w_{def} = w[char] + w[q.p.] * k_{def}$

field	limit	W_{lim}	W_{calc}	ratio
	[-]	[mm]	[mm]	
1	1/200	45.7	21.9	48 %

$W_{def,fn} = w[q.p.] + w[q.p.] * k_{def}$

field	limit	W_{lim}	W_{calc}	ratio
	[-]	[mm]	[mm]	
1	1/300	30.5	21.0	69 %

support reaction

load case category	k_{mod}	A_v	B_v
		[kN]	
Egenlast	0.6	30.97	30.97
		30.97	30.97
Nyttelast	0.8	4.00	4.00
		0.00	0.00
Egenlast	0.6	1.28	3.12
		1.28	3.12

reference documents for this analysis

English title	description
EN 338	EN 338 - Structural timber — Strength classes
EN 1995-1-1	EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings
ETA-14/0349	European Technical Assessment ETA-14/0349 of 02.10.2014
Expertise Rolling shear - no edge gluing, H.J. Blass	Expertise on Rolling shear for CLT
EN 1995-1-2	EN 1995-1-2 - Eurocode 5 — Design of timber structures — Part 1-2: General — Structural fire design
Technical expertise 122/2011/02: analysis of load bearing capacity and separation performance of CLT elements	Verification of the load bearing capacity and the insulation criterion of CLT structures with Stora Enso CLT
Technical expertise 2434/2012 - BB: failure time t_f of gypsum fire boards (GKF) according to ON B 3410	Expertise on failure time t_f of gypsum wall fire boards according to ON B3410 and gypsum wall boards type DF according to EN 520
EN 1990	EN 1990 - Eurocode — Basis of structural design
SFS-EN 1995-1-1 NA	SFS EN 1995-1-1 - Finland - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings
RIL 205-1-2009	CrossLam Kuhmo CLT annexes for the RIL 205-1-2009 Instruction
Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe	Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe; publishes by SP Technical Research Institute of Sweden

reference documents for this analysis	
English title	description
National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12	ÖNORM EN 1995-1-2 - National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12
SFS EN 1995-1-2_NA	SFS EN 1995-1-2 - Finland - National Annex - Eurocode 5: Design of timber structures — Part 1-2: General — Structural fire design — National specifications concerning SFS EN 1995-1-2, national comments and national supplements
SFS EN 1995-1-1_NA	SFS EN 1995-1-1 - Finland - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings
Expertise Rolling shear, H.J. Blass	Expertise on rolling shear strength and rolling shear modulus of CLT panels
ÖNORM EN 1995-1-1_NA, chapter 7.3	ÖNORM EN 1995-1-1 - Austria - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General-Common rules and rules for buildings; chapter 7.3

Disclaimer

The software was created to assist engineers in their daily business. The software is an engineering software that is dealing with a very complex matter of structural analysis and building physics analysis. Therefore, this software shall only be operated by skilled, experienced engineers, with a deep understanding of structural engineering and building physics related to timber structures. The user of the software is obliged to check all input values, no matter if they were given by the user or given by default by the software and all results for plausibility.

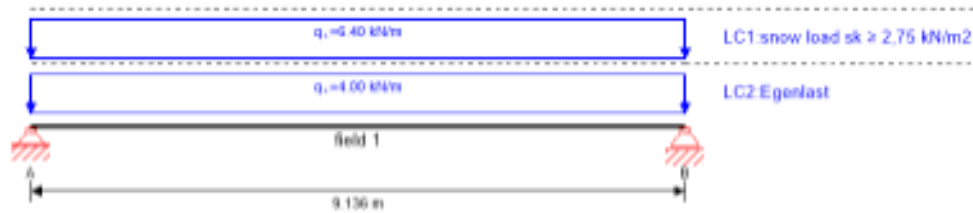
The use of the results of the software should not be relied upon as the basis for any decision or action. Any use of results of the software is only allowed, if the results have been verified and approved regarding completeness and correctness by a project structural/building physics engineer. The user has the possibility to make print-outs from the software. Any modification of those are not allowed.

Stora Enso Wood Products GmbH does not assume any warranty regarding the software. The software has been developed with utmost diligence, nevertheless Stora Enso Wood Products GmbH, neither expressly nor implicitly, provides any warranty in terms of accuracy, validity, timeliness and completeness of information and data created by the software. Stora Enso Wood Products GmbH does also not assume any warranty for the general usability of the software, its suitability for a special purpose or for the compatibility of the software with the ones of third party producers or providers.

Stora Enso Wood Products GmbH is only liable for damages caused by gross negligence or intent through Stora Enso Wood Products GmbH, the liability for slight negligence is excluded. This does not apply to personal injury. Under the aforementioned conditions Stora Enso Wood Products GmbH is as well not liable for operational failures or the loss of programs and/or data of the user's data processing system.

Applicable Law: These terms of use shall be governed by the laws of Austria excluding however any conflict of laws rules and any laws regarding the Convention of the International Sale of Goods (CISG).

system

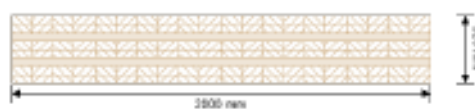


global utilization ratio

73 %

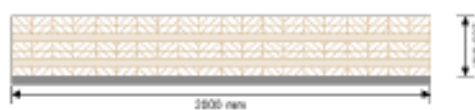
ULS	38 %	ULS fire	12 %	SLS	73 %	SLS vibration	0 %	support	11 %
-----	------	----------	------	-----	------	---------------	-----	---------	------

section: CLT 320 L8s - 2



layer	thickness	orientation	material
1	40.0 mm	0°	Massivtre 1
2	40.0 mm	0°	Massivtre 1
3	40.0 mm	90°	Massivtre 1
4	40.0 mm	0°	Massivtre 1
5	40.0 mm	0°	Massivtre 1
6	40.0 mm	90°	Massivtre 1
7	40.0 mm	0°	Massivtre 1
8	40.0 mm	0°	Massivtre 1
t_{CLT}	320.0 mm		

section fire: CLT 320 L8s - 2



layer	thickness	orientation	material
1	40.0 mm	0°	Massivtre 1
2	40.0 mm	0°	Massivtre 1
3	40.0 mm	90°	Massivtre 1
4	40.0 mm	0°	Massivtre 1
5	40.0 mm	0°	Massivtre 1
6	40.0 mm	90°	Massivtre 1
7	40.0 mm	0°	Massivtre 1
8	3.0 mm	0°	Massivtre 1
t_{CLT}	283.0 mm		

fire resistance class: R 30

fire protection layering : no additional fire protection

time	k_0	d_0	$d_{char,0,h}$	$d_{ef,h}$	$d_{char,0,v}$	$d_{ef,v}$
	[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
30 min		7	30.0	37.0	0.0	0.0

material values

material	$f_{m,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	$f_{v,k \text{ min}}$	$E_{0,mean}$	G_{mean}	$G_{T,mean}$
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
Massivtre 1	28.00	22.00	0.40	26.00	2.70	4.00	1.25	13,000.00	810.00	50.00

load

load case groups

load case category	Typ	duration	Kmod	γ_{ref}	γ_{sup}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
LC2 Egenlast	G	permanet	0.6	1	1.2	1	1	1
LC1 snow load $s_k \approx 2.75 \text{ kN/m}^2$	Q	medium term	0.8	0	1.5	0.7	0.5	0.2

LC2:Egenlast

continuous load	
field	load at start
	[kN/m]
1	4.00

LC1:snow load sk $\geq 2,75$ kN/m²

continuous load	
field	load at start
	[kN/m]
1	6.40

ULS combinations

	combination rule
LCO1	1.20/1.00 * LC2
LCO2	1.02/1.00 * LC2 + 1.50/0.00 * LC1

ULS combinations fire

	combination rule
LCO3	1.00/1.00 * LC2
LCO4	1.00/1.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.50 * LC1

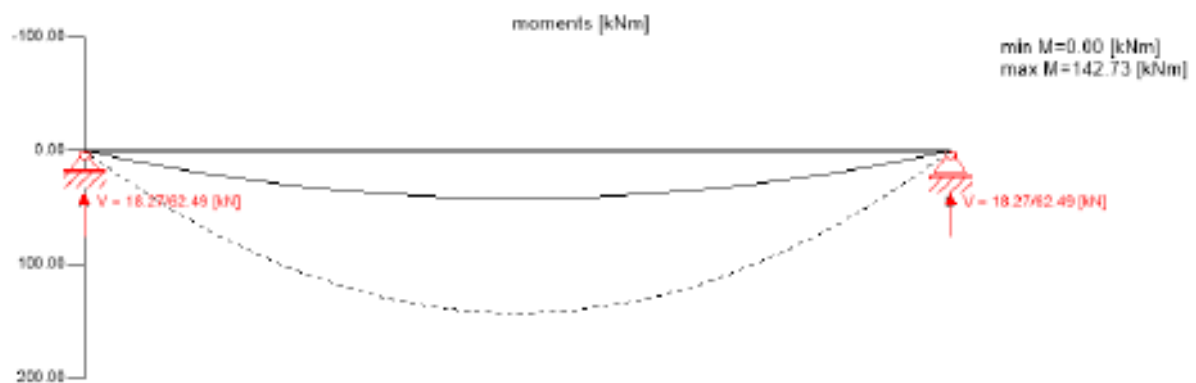
SLS characteristic combination

	combination rule
LCO5	1.00/1.00 * LC2
LCO6	1.00/1.00 * LC2 + 1.00/0.00 * LC1

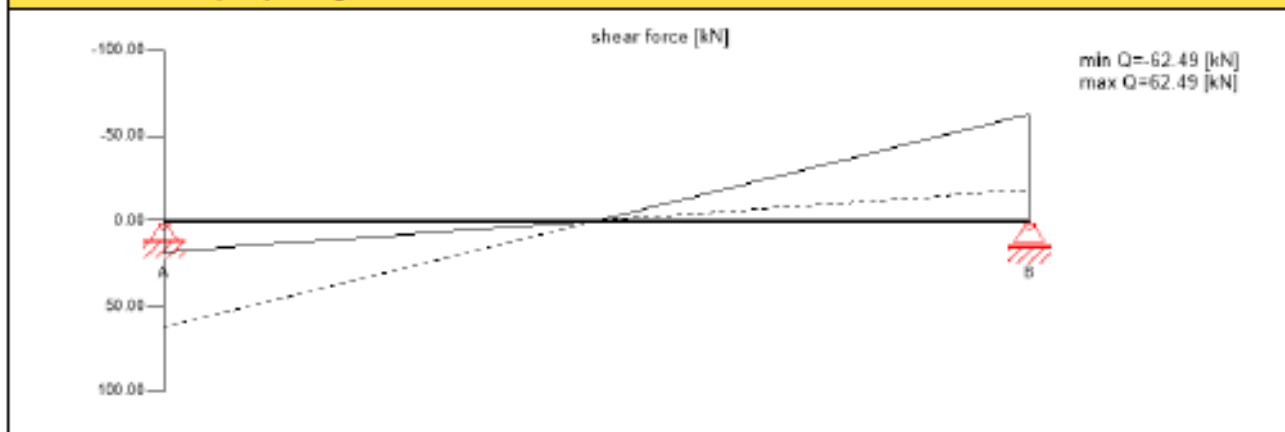
SLS quasi-permanent combination

	combination rule
LCO7	1.00/1.00 * LC2
LCO8	1.00/1.00 * LC2 + 1.00/0.00 * 0.20 * LC1

Ultimate limit state (ULS) - design results



Ultimate limit state (ULS) - design results



ULS flexural design

field	dist. [m]	$f_{m,k}$ [N/mm ²]	γ_m [-]	k_{mod} [-]	$k_{sys,y}$ [-]	$f_{m,y,d}$ [N/mm ²]	$M_{y,d}$ [kNm]	$\sigma_{m,y,d}$ [N/mm ²]	ratio	
1	4.57	28.00	2.00	0.80	1.10	12.32	142.73	-4.69	38 %	LCO2

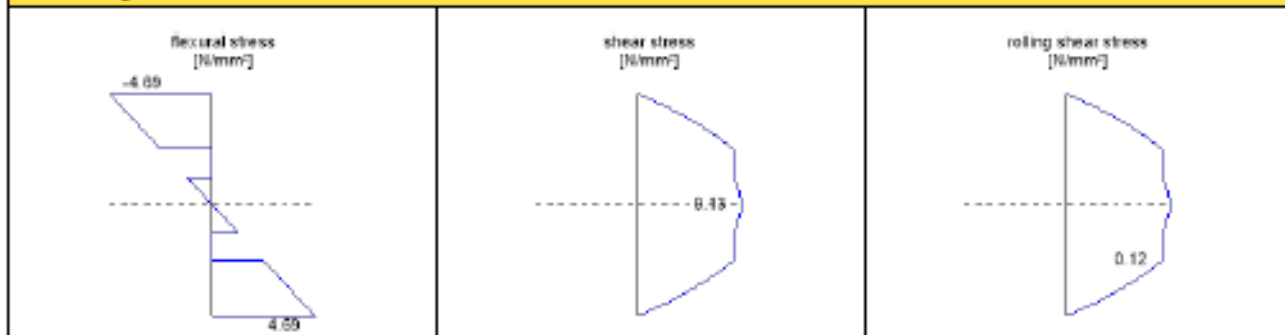
ULS shear analysis

field	dist. [m]	$f_{v,k}$ [N/mm ²]	γ_m [-]	k_{mod} [-]	$f_{v,d}$ [N/mm ²]	V_d [kN]	$\tau_{v,d}$ [N/mm ²]	ratio	
1	9.14	4.00	2.00	0.80	1.60	-62.49	0.13	8 %	LCO2

ULS rolling shear

field	dist. [m]	$f_{r,k}$ [N/mm ²]	γ_m [-]	k_{mod} [-]	$f_{r,d}$ [N/mm ²]	V_d [kN]	$\tau_{r,d}$ [N/mm ²]	ratio	
1	9.14	1.05	2.00	0.80	0.42	-62.49	0.12	29 %	LCO2

stress diagram



flexural stress analysis

$M_{y,d} =$	142.73 kNm	$f_{m,k} =$	28.00 N/mm ²	
$N_{x,d} =$	0.00 kN	$\gamma_m =$	2.00 -	
		$k_{mod} =$	0.80 -	
		$k_{sys,y} =$	1.10 -	
		$k_{dyn} =$	1.00 -	
		$k_f =$	1.00 -	
$\sigma_{t,d} =$	0.00 N/mm ²	$f_{t,d} =$	8.80 N/mm ²	
$\sigma_{m,y,d} =$	-4.69 N/mm ²	$f_{m,y,d} =$	12.32 N/mm ²	✓
utilization ratio				38 %

shear stress analysis

$V_d =$	- kN	$f_{t,k} =$	4.00 N/mm ²
	62.49	$\gamma_m =$	2.00
$\tau_{v,d} =$	0.13 N/mm ²	$k_{red} =$	0.80
		$f_{t,d} =$	1.60 N/mm ²

utilization ratio

8 %

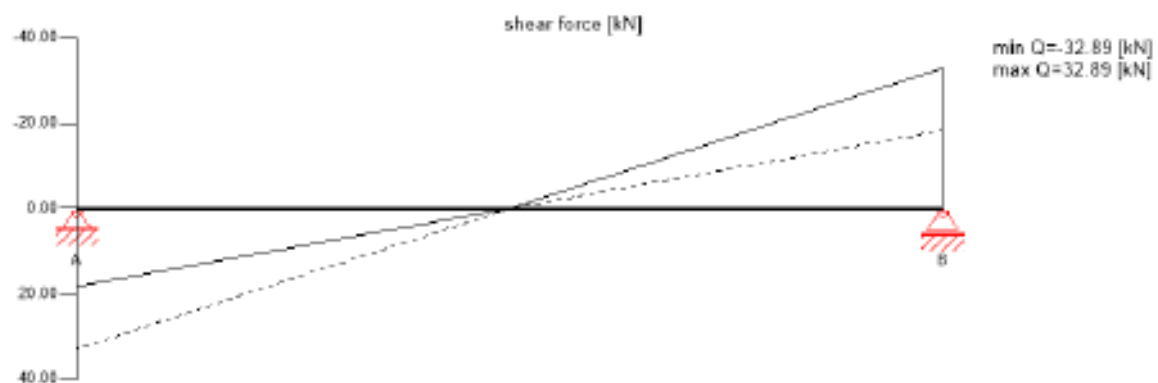
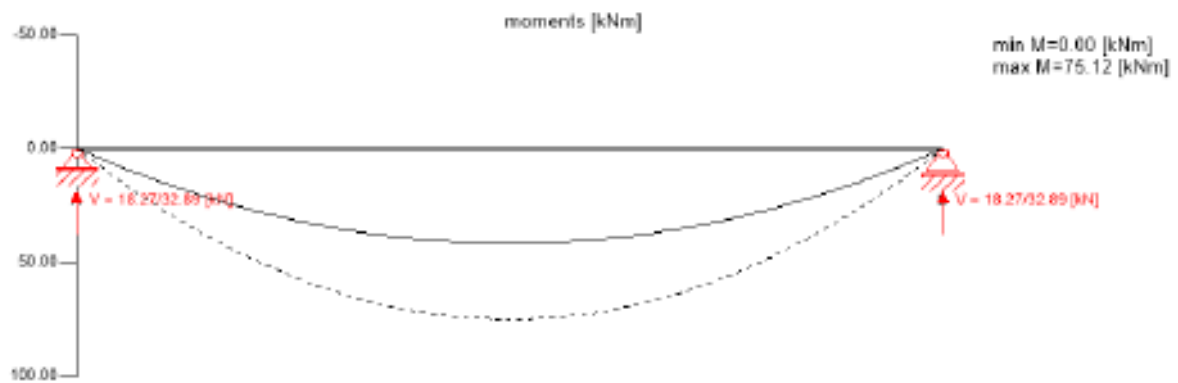
rolling shear analysis

$V_d =$	-62.49 kN	$f_{t,k} =$	1.05 N/mm ²
		$\gamma_m =$	2.00 -
$\tau_{r,d} =$	0.12 N/mm ²	$k_{red} =$	0.80 -
		$f_{t,d} =$	0.42 N/mm ²

utilization ratio

29 %

Ultimate limit state (ULS) fire design - results



ULS fire flexural design

field	dist.	$f_{t,k}$	γ_m	k_{red}	k_{dyn}	k_t	$f_{t,d}$	$M_{y,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kNm]	[N/mm ²]		
1	4.57	28.00	1.00	1.00	1.10	1.00	30.80	75.12	3.60	12 %	LCO4

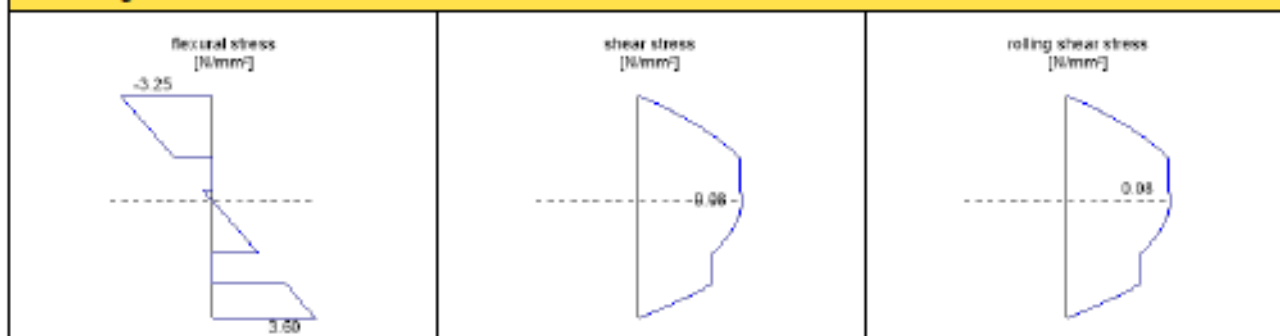
ULS fire shear analysis

field	dist.	$f_{t,k}$	γ_m	k_{red}	k_t	$f_{t,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	9.14	4.00	1.00	1.00	1.00	4.00	-32.89	0.08	2 %	LCO4

ULS fire rolling shear

field	dist.	$f_{t,k}$	γ_m	k_{red}	k_t	$f_{t,d}$	V_d	$\tau_{r,d}$	ratio	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	9.14	1.05	1.00	1.00	1.00	1.05	-32.89	0.08	8 %	LCO4

stress diagram



flexural stress analysis fire

$M_{y,d}$ = 75.12 kNm	$f_{t,k}$ = 28.00 N/mm ²
$N_{t,d}$ = 0.00 kN	γ_m = 1.00 -
	k_{mod} = 1.00 -
	$k_{a,y}$ = 1.10 -
	$k_{b,m}$ = 1.00 -
	k_1 = 1.00 -
	k_2 = 1.00 -
$\sigma_{t,d}$ = 0.00 N/mm ²	$f_{t,d}$ = 22.00 N/mm ²
$\sigma_{m,y,d}$ = 3.60 N/mm ² <	$f_{m,y,d}$ = 30.80 N/mm ² ✓

utilization ratio

12 %

shear stress analysis fire

V_d = - kN	$f_{v,k}$ = 4.00 N/mm ²
32.89	γ_m = 1.00
	k_{mod} = 1.00
	k_1 = 1.00
$\tau_{v,d}$ = 0.08 N/mm ² <	$f_{v,d}$ = 4.00 N/mm ² ✓

utilization ratio

2 %

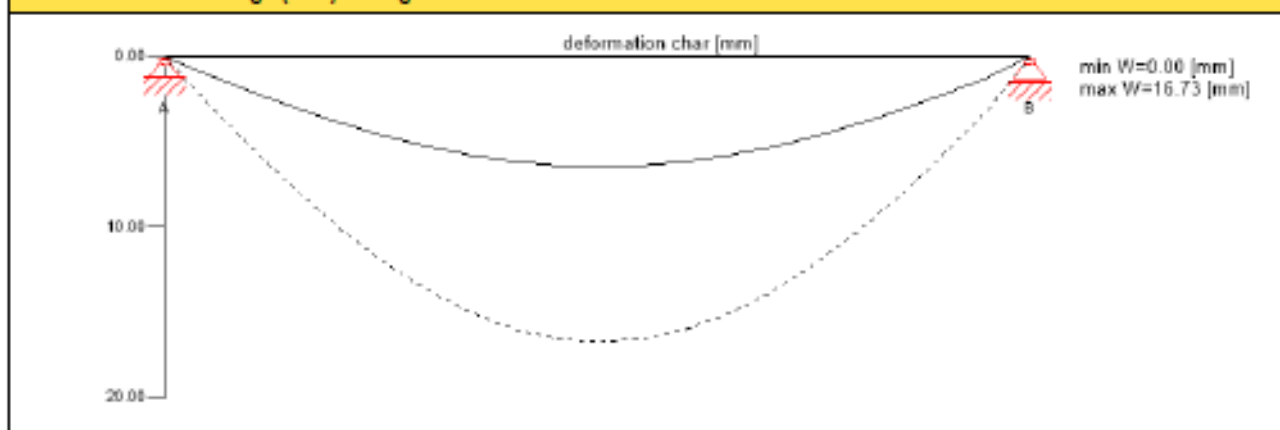
rolling shear analysis fire

V_d = -32.89 kN	$f_{r,k}$ = 1.05 N/mm ²
	γ_m = 1.00 -
	k_{mod} = 1.00 -
	k_1 = 1.00 -
$\tau_{r,d}$ = 0.08 N/mm ² <	$f_{r,d}$ = 1.05 N/mm ² ✓

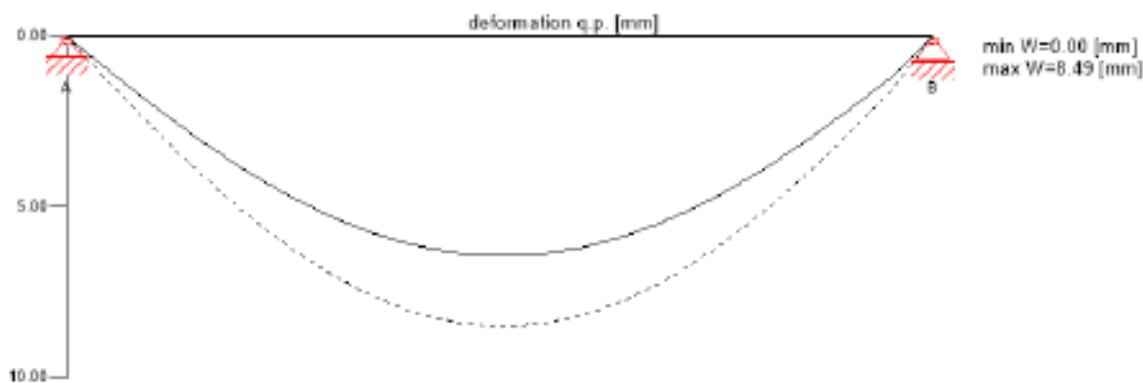
utilization ratio

8 %

Service limit state design (SLS) - design results



Service limit state design (SLS) - design results



$W_{lim} = w[char]$

field	limit	W_{lim}	W_{calc}	ratio
	[-]	[mm]	[mm]	
1	1/400	22.8	16.7	73 %

$w_{s,1} = w[char] + w[q.p.] * k_{def}$

field	limit	W_{lim}	W_{calc}	ratio
	[-]	[mm]	[mm]	
1	1/200	45.7	21.8	48 %

$W_{rel,fn} = w[q.p.] + w[q.p.] * k_{def}$

field	limit	W_{lim}	W_{calc}	ratio
	[-]	[mm]	[mm]	
1	1/300	30.5	13.6	45 %

support design

nr.	type	width	area	k_{mod}	γ_m	$k_{c,90,k}$	$f_{c,k}$	$f_{c,d}$	V_{max}	V_{min}	$\sigma_{c,d}$		ratio
		[mm]	[cm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[kN]	[kN]	[N/mm ²]		
A	rigid plate	100	2600.00	0.80	1.00	1.00	2.70	2.16	62.49	0.00	0.24	LCO2	11 %
B	rigid plate	100	2600.00	0.80	1.00	1.00	2.70	2.16	62.49	0.00	0.24	LCO2	11 %

support reaction

load case category	k_{mod}	A_v	B_v
		[kN]	
Egenlast	0.6	18.27	18.27
		18.27	18.27
snow load $s_k \approx 2,75$ kN/m ²	0.8	29.24	29.24
		0.00	0.00

reference documents for this analysis

English title	description
EN 338	EN 338 - Structural timber — Strength classes
EN 1995-1-1	EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings
ETA-14/0349	European Technical Assessment ETA-14/0349 of 02.10.2014
Expertise Rolling shear - no edge gluing, H.J. Blass	Expertise on Rolling shear for CLT
EN 1995-1-2	EN 1995-1-2 - Eurocode 5 — Design of timber structures — Part 1-2: General — Structural fire design
Technical expertise 122/2011/02: analysis of load bearing capacity and separation performance of CLT elements	Verification of the load bearing capacity and the insulation criterion of CLT structures with Stora Enso CLT
Technical expertise 2434/2012 - BB: failure time t_f of gypsum fire boards (GKF) according to ON B 3410	Expertise on failure time t_f of gypsum wall fire boards according to ON B3410 and gypsum wall boards type DF according to EN 520
EN 1990	EN 1990 - Eurocode — Basis of structural design
SFS-EN 1995-1-1 NA	SFS EN 1995-1-1 - Finland - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General – Common rules and rules for buildings

reference documents for this analysis	
English title	description
RIL 205-1-2009	CrossLam Kuhmo CLT annexes for the RIL 205-1-2009 instruction
Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe	Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe; publishes by SP Technical Research Institute of Sweden
National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12	ÖNORM EN 1995-1-2 - National specifications concerning ÖNORM EN 1995-1-2, national comments and national supplements, chapter 12
SFS EN 1995-1-2_NA	SFS EN 1995-1-2 - Finland - National Annex - Eurocode 5: Design of timber structures — Part 1-2: General — Structural fire design — National specifications concerning SFS EN 1995-1-2, national comments and national supplements
SFS EN 1995-1-1_NA	SFS EN 1995-1-1 - Finland - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings
Expertise Rolling shear, H.J. Blass ÖNORM EN 1995-1-1_NA, chapter 7.3	Expertise on rolling shear strength and rolling shear modulus of CLT panels ÖNORM EN 1995-1-1 - Austria - National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General-Common rules and rules for buildings; chapter 7.3

Disclaimer

The software was created to assist engineers in their daily business. The software is an engineering software that is dealing with a very complex matter of structural analysis and building physics analysis. Therefore, this software shall only be operated by skilled, experienced engineers, with a deep understanding of structural engineering and building physics related to timber structures. The user of the software is obliged to check all input values, no matter if they were given by the user or given by default by the software and all results for plausibility.

The use of the results of the software should not be relied upon as the basis for any decision or action. Any use of results of the software is only allowed, if the results have been verified and approved regarding completeness and correctness by a project structural/building physics engineer. The user has the possibility to make print-outs from the software. Any modification of those are not allowed.

Stora Enso Wood Products GmbH does not assume any warranty regarding the software. The software has been developed with utmost diligence, nevertheless Stora Enso Wood Products GmbH, neither expressly nor implicitly, provides any warranty in terms of accuracy, validity, timeliness and completeness of information and data created by the software. Stora Enso Wood Products GmbH does also not assume any warranty for the general usability of the software, its suitability for a special purpose or for the compatibility of the software with the ones of third party producers or providers.

Stora Enso Wood Products GmbH is only liable for damages caused by gross negligence or intent through Stora Enso Wood Products GmbH; the liability for slight negligence is excluded. This does not apply to personal injury. Under the aforementioned conditions Stora Enso Wood Products GmbH is as well not liable for operational failures or the loss of programs and/or data of the user's data processing system.

Applicable Law: These terms of use shall be governed by the laws of Austria excluding however any conflict of laws rules and any laws regarding the Convention of the International Sale of Goods (CISG).

Stålbjelke Grid I,13-14

Knutepunktsforskyvninger

Kn.P.	ux [mm]	uy [mm]	ur [rad]
1	0.00000	0.00000	-0.00405
2	0.00000	0.00000	0.00134
3	0.00000	0.00000	-0.00135
4	-0.02987	-1.49308	0.00808
5	-0.01894	-3.75017	-0.00270
6	-0.01089	-3.75012	0.00270
7	0.05224	-2.42860	0.00809
8	0.03293	-6.21387	-0.00202
9	0.01928	-6.21379	0.00202
10	0.00000	0.00000	0.00404
11	0.00000	-1.49316	-0.00807
12	0.00000	-2.42875	-0.00809

Opplagerkrefter

Kn.P.	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]
1	5.680	429.750	0.000
2	-1.891	1077.918	0.000
3	1.897	1077.906	0.000
10	-5.674	429.773	0.000
11	-0.061	0.000	0.000
12	0.050	0.000	0.000

Element endekrefter (globalkoordinater)

Element	FxA [kN]	FyA [kN]	MA [kNm]	FxB [kN]	FyB [kN]	MB [kNm]
1	-7.408	222.390	-55.807	7.408	304.840	352.628
2	-5.457	232.314	-334.898	5.457	232.319	334.915
3	-7.377	304.831	-352.601	7.377	222.399	55.846
4	13.088	202.812	-33.647	-13.088	289.876	347.077
5	9.246	246.340	-337.671	-9.246	246.347	337.695
6	13.063	289.861	-347.036	-13.063	202.826	33.709
7	5.680	429.750	0.000	-5.680	-427.786	22.181
8	13.088	205.396	33.626	-13.088	-202.812	33.647
9	-1.891	1077.918	0.000	1.891	-1075.955	-7.385
10	-3.842	538.800	-10.344	3.842	-536.216	-9.406
11	1.897	1077.906	0.000	-1.897	-1075.943	7.406
12	3.817	538.793	10.279	-3.817	-536.208	9.341
13	-5.674	429.773	0.000	5.674	-427.810	-22.158
14	-13.112	205.410	-33.688	13.112	-202.826	-33.709

Element endekrefter (lokalkoordinater)

Element	fxA [kN]	fyA [kN]	mA [kNm]	fxB [kN]	fyB [kN]	mB [kNm]
1	-7.408	222.390	-55.807	7.408	304.840	352.628
2	-5.457	232.314	-334.898	5.457	232.319	334.915
3	-7.377	304.831	-352.601	7.377	222.399	55.846
4	13.088	202.812	-33.647	-13.088	289.876	347.077
5	9.246	246.340	-337.671	-9.246	246.347	337.695
6	13.063	289.861	-347.036	-13.063	202.826	33.709
7	429.750	-5.680	0.000	-427.786	5.680	22.181
8	205.396	-13.088	33.626	-202.812	13.088	33.647
9	1077.918	1.891	0.000	-1075.955	-1.891	-7.385
10	538.800	3.842	-10.344	-536.216	-3.842	-9.406
11	1077.906	-1.897	0.000	-1075.943	1.897	7.406
12	538.793	-3.817	10.279	-536.208	3.817	9.341
13	429.773	5.674	0.000	-427.810	-5.674	-22.158
14	205.410	13.112	-33.688	-202.826	-13.112	-33.709

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 1

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
0	0	0.000	0.00	-55.81	-222.39	7.41	-0.030	-1.493
1.493	1	0.100	0.72	85.33	-169.67	7.41	-0.029	-7.327
7.327	2	0.200	1.44	188.51	-116.94	7.41	-0.028	-12.592
12.592	3	0.300	2.16	253.73	-64.22	7.41	-0.027	-16.575
16.575	4	0.400	2.88	280.99	-11.50	7.41	-0.026	-18.825
18.825	5	0.500	3.60	270.29	41.23	7.41	-0.024	-19.153
19.153	6	0.600	4.32	221.63	93.95	7.41	-0.023	-17.634
17.634	7	0.700	5.04	135.00	146.67	7.41	-0.022	-14.603
14.603	8	0.800	5.76	10.42	199.39	7.41	-0.021	-10.661
10.661	9	0.900	6.48	-152.12	252.12	7.41	-0.020	-6.669
6.669	10	1.000	7.20	-352.63	304.84	7.41	-0.019	-3.750
3.750								

Maksimalverdi for element 1

maxM= 280.992 kNm, minM= -352.628 kNm
maxV= 304.840 kN, minV= -222.390 kN
maxN= 7.408 kN, minN= 7.408 kN
maxd= 19.15289 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 2

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
0	0	0.000	0.00	-334.90	-232.31	5.46	-0.019	-3.750
3.750	1	0.100	0.72	-184.36	-185.85	5.46	-0.018	-2.784
2.784	2	0.200	1.44	-67.27	-139.39	5.46	-0.018	-3.113
3.113	3	0.300	2.16	16.36	-92.92	5.46	-0.016	-3.926
3.926	4	0.400	2.88	66.54	-46.46	5.46	-0.016	-4.645
4.645	5	0.500	3.60	83.26	0.00	5.46	-0.015	-4.923
4.923	6	0.600	4.32	66.53	46.47	5.46	-0.014	-4.645
4.645	7	0.700	5.04	16.35	92.93	5.46	-0.013	-3.926
3.926	8	0.800	5.76	-67.28	139.39	5.46	-0.012	-3.113
3.113	9	0.900	6.48	-184.37	185.86	5.46	-0.012	-2.784
2.784	10	1.000	7.20	-334.92	232.32	5.46	-0.010	-3.750
3.750								

Maksimalverdi for element 2

maxM= 83.263 kNm, minM= -334.915 kNm
maxV= 232.319 kN, minV= -232.314 kN
maxN= 5.457 kN, minN= 5.457 kN
maxd= 4.92337 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 4

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]	0	0.000	0.00	-33.65	-202.81	-13.09	0.052	-2.429
2.430	1	0.100	0.72	94.64	-153.54	-13.09	0.050	-8.212
8.212	2	0.200	1.44	187.45	-104.27	-13.09	0.048	-13.361
13.361	3	0.300	2.16	244.80	-55.01	-13.09	0.047	-17.234
17.234	4	0.400	2.88	266.66	-5.74	-13.09	0.044	-19.434
19.434	5	0.500	3.60	253.06	43.53	-13.09	0.043	-19.811
19.811	6	0.600	4.32	203.98	92.80	-13.09	0.041	-18.457
18.457	7	0.700	5.04	119.42	142.07	-13.09	0.039	-15.713
15.713	8	0.800	5.76	-0.60	191.34	-13.09	0.037	-12.163
12.163	9	0.900	6.48	-156.10	240.61	-13.09	0.035	-8.638
8.638	10	1.000	7.20	-347.08	289.88	-13.09	0.033	-6.214
6.214								

Maksimalverdi for element 4

maxM= 266.663 kNm, minM= -347.077 kNm
maxV= 289.876 kN, minV= -202.812 kN
maxN= -13.088 kN, minN= -13.088 kN
maxd= 19.81072 mm

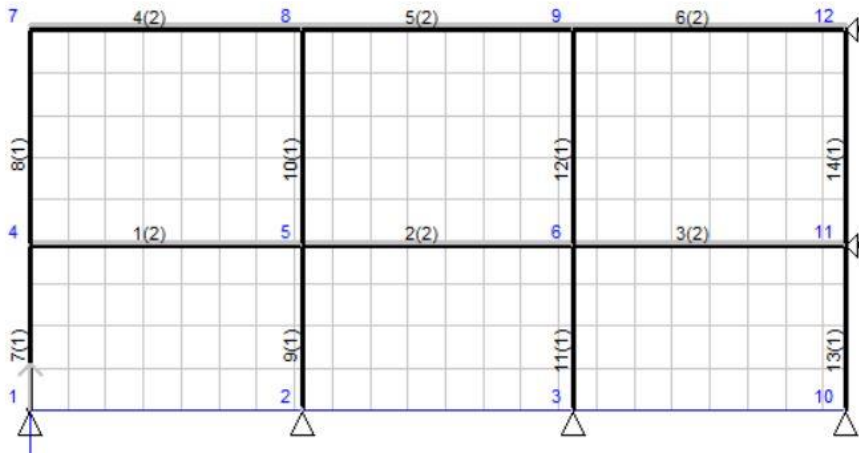
Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 5

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]	0	0.000	0.00	-337.67	-246.34	-9.25	0.033	-6.214
6.214	1	0.100	0.72	-178.04	-197.07	-9.25	0.032	-5.733
5.733	2	0.200	1.44	-53.89	-147.80	-9.25	0.030	-6.503
6.503	3	0.300	2.16	34.79	-98.53	-9.25	0.028	-7.667
7.667	4	0.400	2.88	88.00	-49.27	-9.25	0.028	-8.611
8.611	5	0.500	3.60	105.74	0.00	-9.25	0.026	-8.966
8.966	6	0.600	4.32	88.00	49.27	-9.25	0.024	-8.611
8.611	7	0.700	5.04	34.78	98.54	-9.25	0.023	-7.667
7.667	8	0.800	5.76	-53.90	147.81	-9.25	0.022	-6.503
6.503	9	0.900	6.48	-178.06	197.08	-9.25	0.021	-5.733
5.733	10	1.000	7.20	-337.70	246.35	-9.25	0.019	-6.214
6.214								

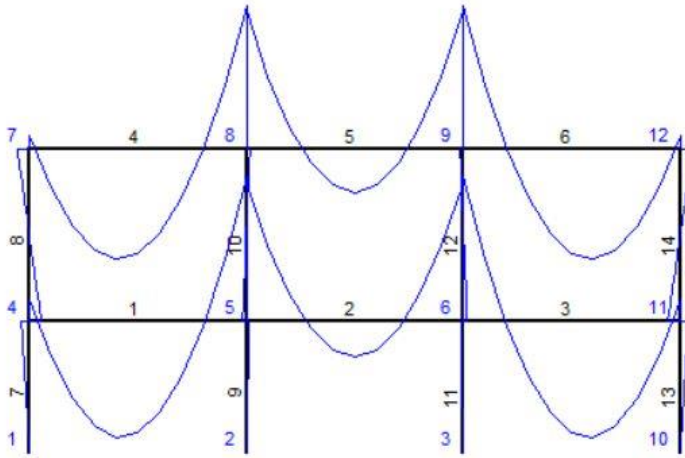
Maksimalverdi for element 5

maxM= 105.736 kNm, minM= -337.695 kNm
maxV= 246.347 kN, minV= -246.340 kN
maxN= -9.246 kN, minN= -9.246 kN
maxd= 8.96648 mm

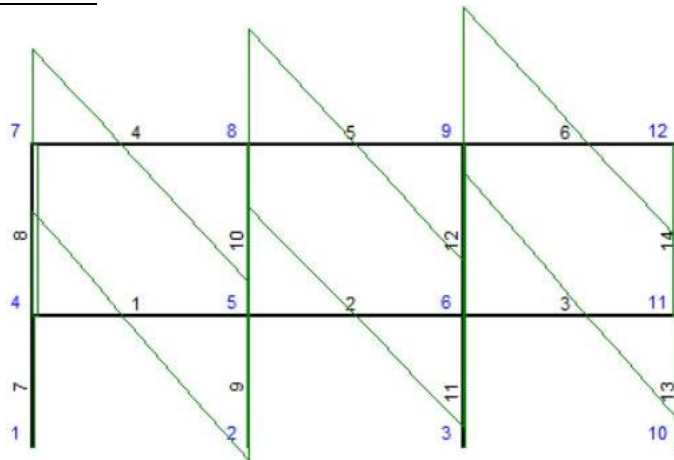
Konstruksjonen



Momentdiagram



Skjærkraft



Stålbjelke Grid I, 13-14

Knutepunktsforskyvninger

Kn.P.	ux [mm]	uy [mm]	ur [rad]
1	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00000	0.00000	0.00000
3	0.00000	0.00000	0.00000
4	0.00000	-1.78822	0.00000
5	0.00000	-3.56403	0.00000
6	0.00000	-3.56403	0.00000
7	0.00000	-2.92328	0.00000
8	0.00000	-5.82821	0.00000
9	0.00000	-5.82821	0.00000
10	0.00000	0.00000	0.00000
11	0.00000	-1.78822	0.00000
12	0.00000	-2.92328	0.00000

Opplagerkrefter

Kn.P.	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]
1	0.000	514.507	0.000
2	0.000	1024.465	0.000
3	0.000	1024.465	0.000
10	0.000	514.507	0.000
11	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000

Element endekrefter (globalkoordinater)

Element	FxA [kN]	FyA [kN]	MA [kNm]	FxB [kN]	FyB [kN]	MB [kNm]
1	0.000	263.615	0.000	0.000	263.615	0.000
2	0.000	263.615	0.000	0.000	263.615	0.000
3	0.000	263.615	0.000	0.000	263.615	0.000
4	0.000	246.344	0.000	0.000	246.344	0.000
5	0.000	246.344	0.000	0.000	246.344	0.000
6	0.000	246.344	0.000	0.000	246.344	0.000
7	0.000	514.507	0.000	0.000	-512.543	0.000
8	0.000	248.928	0.000	0.000	-246.344	0.000
9	0.000	1024.465	0.000	0.000	-1022.502	0.000
10	0.000	495.272	0.000	0.000	-492.687	0.000
11	0.000	1024.465	0.000	0.000	-1022.502	0.000
12	0.000	495.272	0.000	0.000	-492.687	0.000
13	0.000	514.507	0.000	0.000	-512.543	0.000
14	0.000	248.928	0.000	0.000	-246.344	0.000

Element endekrefter (lokalkoordinater)

Element	fxA [kN]	fyA [kN]	mA [kNm]	fxB [kN]	fyB [kN]	mB [kNm]
1	0.000	263.615	0.000	0.000	263.615	0.000
2	0.000	263.615	0.000	0.000	263.615	0.000
3	0.000	263.615	0.000	0.000	263.615	0.000
4	0.000	246.344	0.000	0.000	246.344	0.000
5	0.000	246.344	0.000	0.000	246.344	0.000
6	0.000	246.344	0.000	0.000	246.344	0.000
7	514.507	0.000	0.000	-512.543	0.000	0.000
8	248.928	0.000	0.000	-246.344	0.000	0.000
9	1024.465	0.000	0.000	-1022.502	0.000	0.000
10	495.272	0.000	0.000	-492.687	0.000	0.000
11	1024.465	0.000	0.000	-1022.502	0.000	0.000
12	495.272	0.000	0.000	-492.687	0.000	0.000
13	514.507	0.000	0.000	-512.543	0.000	0.000
14	248.928	0.000	0.000	-246.344	0.000	0.000

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 1

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
0	0	0.000	0.00	0.00	-263.62	0.00	0.000	-1.788
1.788	1	0.100	0.72	170.82	-210.89	0.00	0.000	-11.698
11.698	2	0.200	1.44	303.68	-158.17	0.00	0.000	-19.520
19.520	3	0.300	2.16	398.59	-105.45	0.00	0.000	-25.220
25.220	4	0.400	2.88	455.53	-52.72	0.00	0.000	-28.766
28.766	5	0.500	3.60	474.51	0.00	0.00	0.000	-30.131
30.131	6	0.600	4.32	455.53	52.72	0.00	0.000	-29.292
29.292	7	0.700	5.04	398.59	105.45	0.00	0.000	-26.229
26.229	8	0.800	5.76	303.68	158.17	0.00	0.000	-20.926
20.926	9	0.900	6.48	170.82	210.89	0.00	0.000	-13.374
13.374	10	1.000	7.20	0.00	263.62	0.00	0.000	-3.564
3.564								

Maksimalverdi for element 1

maxM= 474.507 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 263.615 kN, minV= -263.615 kN
maxN= 0.000 kN, minN= 0.000 kN
maxd= 0.00000 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 2

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
0	0	0.000	0.00	0.00	-263.62	0.00	0.000	-3.564
3.564	1	0.100	0.72	170.82	-210.89	0.00	0.000	-13.424
13.424	2	0.200	1.44	303.68	-158.17	0.00	0.000	-21.111
21.111	3	0.300	2.16	398.59	-105.45	0.00	0.000	-26.612
26.612	4	0.400	2.88	455.53	-52.72	0.00	0.000	-29.917
29.917	5	0.500	3.60	474.51	0.00	0.00	0.000	-31.019
31.019	6	0.600	4.32	455.53	52.72	0.00	0.000	-29.917
29.917	7	0.700	5.04	398.59	105.45	0.00	0.000	-26.612
26.612	8	0.800	5.76	303.68	158.17	0.00	0.000	-21.111
21.111	9	0.900	6.48	170.82	210.89	0.00	0.000	-13.424
13.424	10	1.000	7.20	0.00	263.62	0.00	0.000	-3.564
3.564								

Maksimalverdi for element 2

maxM= 474.507 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 263.615 kN, minV= -263.615 kN
maxN= 0.000 kN, minN= 0.000 kN
maxd= 0.00000 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 4

d[mm]	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
0	0	0.000	0.00	0.00	-246.34	0.00	0.000	-2.923
2.923	1	0.100	0.72	159.63	-197.07	0.00	0.000	-12.218
12.218	2	0.200	1.44	283.79	-147.81	0.00	0.000	-19.623
19.623	3	0.300	2.16	372.47	-98.54	0.00	0.000	-25.089
25.089	4	0.400	2.88	425.68	-49.27	0.00	0.000	-28.572
28.572	5	0.500	3.60	443.42	0.00	0.00	0.000	-30.032
30.032	6	0.600	4.32	425.68	49.27	0.00	0.000	-29.432
29.432	7	0.700	5.04	372.47	98.54	0.00	0.000	-26.739
26.739	8	0.800	5.76	283.79	147.81	0.00	0.000	-21.924
21.924	9	0.900	6.48	159.63	197.07	0.00	0.000	-14.960
14.960	10	1.000	7.20	0.00	246.34	0.00	0.000	-5.828
5.828								

Maksimalverdi for element 4

maxM= 443.419 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 246.344 kN, minV= -246.344 kN
maxN= 0.000 kN, minN= 0.000 kN
maxd= 0.00000 mm

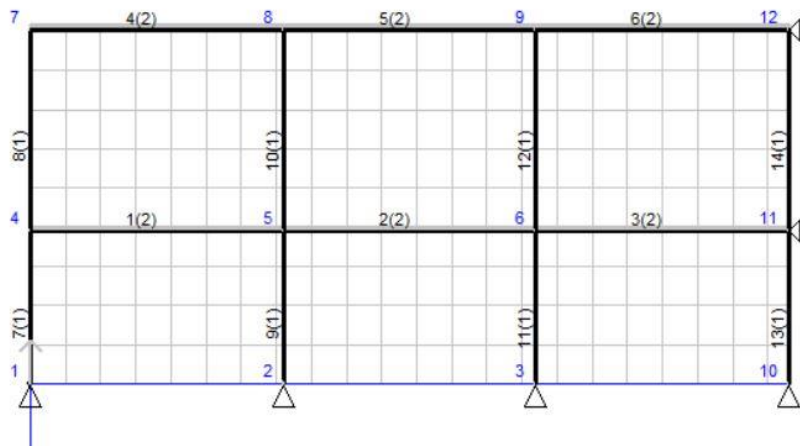
Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 5

d[mm]	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
0	0	0.000	0.00	0.00	-246.34	0.00	0.000	-5.828
5.828	1	0.100	0.72	159.63	-197.07	0.00	0.000	-15.042
15.042	2	0.200	1.44	283.79	-147.81	0.00	0.000	-22.225
22.225	3	0.300	2.16	372.47	-98.54	0.00	0.000	-27.367
27.367	4	0.400	2.88	425.68	-49.27	0.00	0.000	-30.455
30.455	5	0.500	3.60	443.42	0.00	0.00	0.000	-31.485
31.485	6	0.600	4.32	425.68	49.27	0.00	0.000	-30.455
30.455	7	0.700	5.04	372.47	98.54	0.00	0.000	-27.367
27.367	8	0.800	5.76	283.79	147.81	0.00	0.000	-22.225
22.225	9	0.900	6.48	159.63	197.07	0.00	0.000	-15.042
15.042	10	1.000	7.20	0.00	246.34	0.00	0.000	-5.828
5.828								

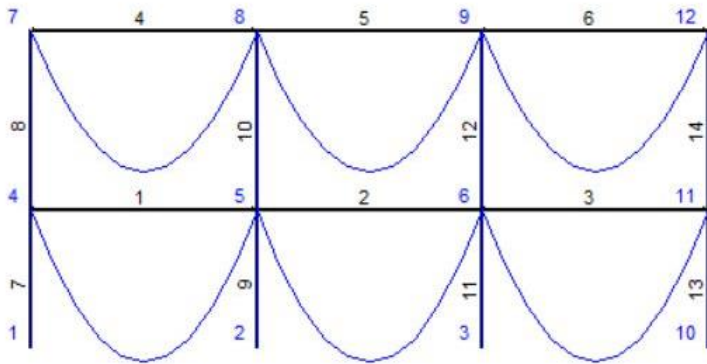
Maksimalverdi for element 5

maxM= 443.419 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 246.344 kN, minV= -246.344 kN
maxN= 0.000 kN, minN= 0.000 kN
maxd= 0.00000 mm

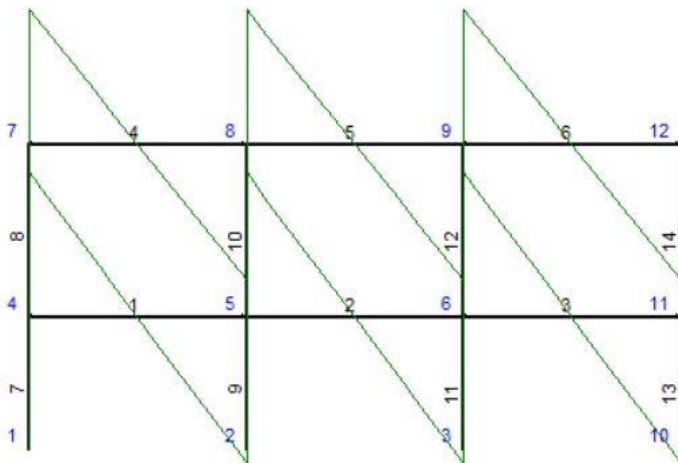
Konstruksjonen



Momentdiagram



Skjærkraft



Stålbjelke Grid J, 13-14

Knutepunktsforskyvninger

Kn.P.	ux [mm]	uy [mm]	ur [rad]
1	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00000	0.00000	0.00000
3	0.00000	0.00000	0.00000
4	0.00000	-0.88903	0.00000
5	0.00000	-1.76564	0.00000
6	0.00000	-1.76564	0.00000
7	0.00000	-1.45486	0.00000
8	0.00000	-2.89138	0.00000
9	0.00000	-2.89138	0.00000
10	0.00000	0.00000	0.00000
11	0.00000	-0.88903	0.00000
12	0.00000	-1.45486	0.00000

Opplagerkrefter

Kn.P.	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]
1	0.000	256.284	0.000
2	0.000	508.020	0.000
3	0.000	508.020	0.000
10	0.000	256.284	0.000
11	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000

Element endekrefter (globalkoordinater)

Element	FxA [kN]	FyA [kN]	MA [kNm]	FxB [kN]	FyB [kN]	MB [kNm]
1	0.000	129.579	0.000	0.000	129.579	0.000
2	0.000	129.579	0.000	0.000	129.579	0.000
3	0.000	129.579	0.000	0.000	129.579	0.000
4	0.000	122.157	0.000	0.000	122.157	0.000
5	0.000	122.157	0.000	0.000	122.157	0.000
6	0.000	122.157	0.000	0.000	122.157	0.000
7	0.000	256.284	0.000	0.000	-254.321	0.000
8	0.000	124.741	0.000	0.000	-122.157	0.000
9	0.000	508.020	0.000	0.000	-506.057	0.000
10	0.000	246.898	0.000	0.000	-244.313	0.000
11	0.000	508.020	0.000	0.000	-506.057	0.000
12	0.000	246.898	0.000	0.000	-244.313	0.000
13	0.000	256.284	0.000	0.000	-254.321	0.000
14	0.000	124.741	0.000	0.000	-122.157	0.000

Element endekrefter (lokalkoordinater)

Element	fxA [kN]	fyA [kN]	mA [kNm]	fxB [kN]	fyB [kN]	mB [kNm]
1	0.000	129.579	0.000	0.000	129.579	0.000
2	0.000	129.579	0.000	0.000	129.579	0.000
3	0.000	129.579	0.000	0.000	129.579	0.000
4	0.000	122.157	0.000	0.000	122.157	0.000
5	0.000	122.157	0.000	0.000	122.157	0.000
6	0.000	122.157	0.000	0.000	122.157	0.000
7	256.284	0.000	0.000	-254.321	0.000	0.000
8	124.741	0.000	0.000	-122.157	0.000	0.000
9	508.020	0.000	0.000	-506.057	0.000	0.000
10	246.898	0.000	0.000	-244.313	0.000	0.000
11	508.020	0.000	0.000	-506.057	0.000	0.000
12	246.898	0.000	0.000	-244.313	0.000	0.000
13	256.284	0.000	0.000	-254.321	0.000	0.000
14	124.741	0.000	0.000	-122.157	0.000	0.000

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 1

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
0.889	0	0.000	0.00	0.00	-129.58	0.00	0.000	-0.889
8.459	1	0.100	0.72	83.97	-103.66	0.00	0.000	-8.459
14.412	2	0.200	1.44	149.28	-77.75	0.00	0.000	-14.412
18.723	3	0.300	2.16	195.92	-51.83	0.00	0.000	-18.723
21.375	4	0.400	2.88	223.91	-25.92	0.00	0.000	-21.375
22.349	5	0.500	3.60	233.24	0.00	0.00	0.000	-22.349
21.634	6	0.600	4.32	223.91	25.92	0.00	0.000	-21.634
19.222	7	0.700	5.04	195.92	51.83	0.00	0.000	-19.222
15.106	8	0.800	5.76	149.28	77.75	0.00	0.000	-15.106
9.287	9	0.900	6.48	83.97	103.66	0.00	0.000	-9.287
1.766	10	1.000	7.20	0.00	129.58	0.00	0.000	-1.766

Maksimalverdi for element 1

maxM= 233.243 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 129.579 kN, minV= -129.579 kN
maxN= 0.000 kN, minN= 0.000 kN
maxd= 0.00000 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 2

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
1.766	0	0.000	0.00	0.00	-129.58	0.00	0.000	-1.766
9.311	1	0.100	0.72	83.97	-103.66	0.00	0.000	-9.311
15.197	2	0.200	1.44	149.28	-77.75	0.00	0.000	-15.197
19.411	3	0.300	2.16	195.92	-51.83	0.00	0.000	-19.411
21.943	4	0.400	2.88	223.91	-25.92	0.00	0.000	-21.943
22.787	5	0.500	3.60	233.24	0.00	0.00	0.000	-22.787
21.943	6	0.600	4.32	223.91	25.92	0.00	0.000	-21.943
19.411	7	0.700	5.04	195.92	51.83	0.00	0.000	-19.411
15.197	8	0.800	5.76	149.28	77.75	0.00	0.000	-15.197
9.311	9	0.900	6.48	83.97	103.66	0.00	0.000	-9.311
1.766	10	1.000	7.20	0.00	129.58	0.00	0.000	-1.766

Maksimalverdi for element 2

maxM= 233.243 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 129.579 kN, minV= -129.579 kN
maxN= 0.000 kN, minN= 0.000 kN
maxd= 0.00000 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 4

d[mm]	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
1.455	0	0.000	0.00	0.00	-122.16	0.00	0.000	-1.455
8.609	1	0.100	0.72	79.16	-97.73	0.00	0.000	-8.609
14.266	2	0.200	1.44	140.72	-73.29	0.00	0.000	-14.266
18.399	3	0.300	2.16	184.70	-48.86	0.00	0.000	-18.399
20.982	4	0.400	2.88	211.09	-24.43	0.00	0.000	-20.982
21.991	5	0.500	3.60	219.88	0.00	0.00	0.000	-21.991
21.407	6	0.600	4.32	211.09	24.43	0.00	0.000	-21.407
19.216	7	0.700	5.04	184.70	48.86	0.00	0.000	-19.216
15.404	8	0.800	5.76	140.72	73.29	0.00	0.000	-15.404
9.965	9	0.900	6.48	79.16	97.73	0.00	0.000	-9.965
2.892	10	1.000	7.20	0.00	122.16	0.00	0.000	-2.892

Maksimalverdi for element 4

maxM= 219.882 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 122.157 kN, minV= -122.157 kN
maxN= 0.000 kN, minN= 0.000 kN
maxd= 0.00000 mm

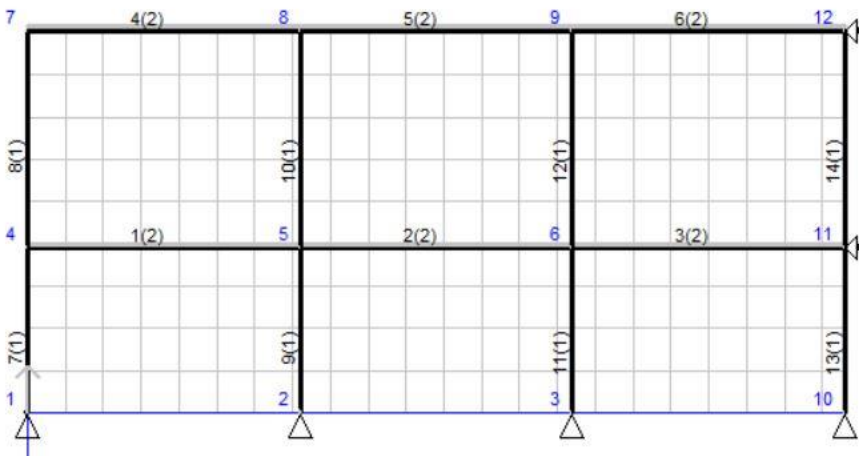
Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 5

d[mm]	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
2.892	0	0.000	0.00	0.00	-122.16	0.00	0.000	-2.892
10.005	1	0.100	0.72	79.16	-97.73	0.00	0.000	-10.005
15.553	2	0.200	1.44	140.72	-73.29	0.00	0.000	-15.553
19.526	3	0.300	2.16	184.70	-48.86	0.00	0.000	-19.526
21.913	4	0.400	2.88	211.09	-24.43	0.00	0.000	-21.913
22.709	5	0.500	3.60	219.88	0.00	0.00	0.000	-22.709
21.913	6	0.600	4.32	211.09	24.43	0.00	0.000	-21.913
19.526	7	0.700	5.04	184.70	48.86	0.00	0.000	-19.526
15.553	8	0.800	5.76	140.72	73.29	0.00	0.000	-15.553
10.005	9	0.900	6.48	79.16	97.73	0.00	0.000	-10.005
2.892	10	1.000	7.20	0.00	122.16	0.00	0.000	-2.892

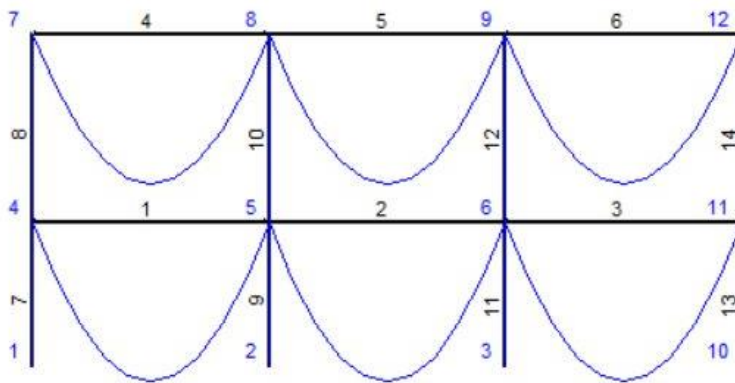
Maksimalverdi for element 5

maxM= 219.882 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 122.157 kN, minV= -122.157 kN
maxN= 0.000 kN, minN= 0.000 kN
maxd= 0.00000 mm

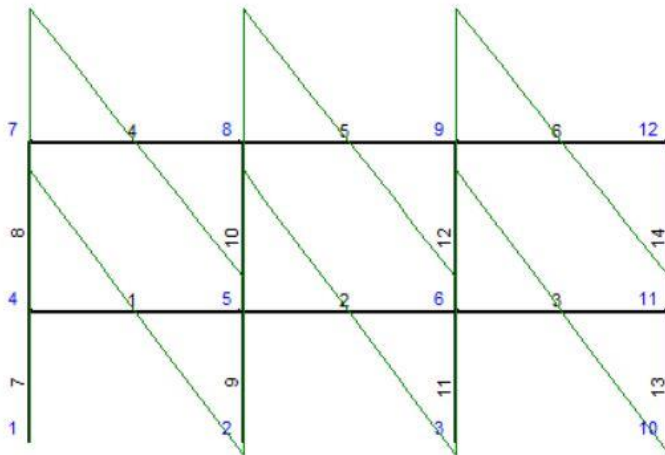
Konstruksjonen



Momentdiagram



Skjærkraft



Stålbjelke Grid J, 13-14

Knutepunktsforskyvninger

Kn.P.	ux [mm]	uy [mm]	ur [rad]
1	0.00000	0.00000	-0.00198
2	0.00000	0.00000	0.00051
3	0.00000	0.00000	-0.00052
4	-0.01529	-0.75930	0.00395
5	-0.00971	-1.97180	-0.00103
6	-0.00556	-1.97178	0.00103
7	0.02652	-1.24009	0.00415
8	0.01684	-3.23290	-0.00104
9	0.00966	-3.23286	0.00104
10	0.00000	0.00000	0.00197
11	0.00000	-0.75934	-0.00395
12	0.00000	-1.24017	-0.00415

Opplagerkrefter

Kn.P.	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]
1	2.777	219.030	0.000
2	-0.724	567.226	0.000
3	0.727	567.219	0.000
10	-2.774	219.042	0.000
11	-0.031	0.000	0.000
12	0.025	0.000	0.000

Element endekrefter (globalkoordinater)

Element	FxA [kN]	FyA [kN]	MA [kNm]	FxB [kN]	FyB [kN]	MB [kNm]
1	-3.780	110.878	-27.552	3.780	155.599	188.545
2	-2.816	133.237	-181.383	2.816	133.240	181.392
3	-3.765	155.594	-188.531	3.765	110.883	27.572
4	6.557	103.604	-16.994	-6.557	148.028	176.921
5	4.869	125.814	-172.579	-4.869	125.817	172.592
6	6.544	148.021	-176.900	-6.544	103.611	17.025
7	2.777	219.030	0.000	-2.777	-217.066	10.843
8	6.557	106.188	16.709	-6.557	-103.604	16.994
9	-0.724	567.226	0.000	0.724	-565.262	-2.827
10	-1.688	276.426	-4.335	1.688	-273.842	-4.342
11	0.727	567.219	0.000	-0.727	-565.256	2.838
12	1.675	276.422	4.301	-1.675	-273.838	4.308
13	-2.774	219.042	0.000	2.774	-217.078	-10.831
14	-6.569	106.195	-16.741	6.569	-103.611	-17.025

Element endekrefter (lokalkoordinater)

Element	fxA [kN]	fyA [kN]	mA [kNm]	fxB [kN]	fyB [kN]	mB [kNm]
1	-3.780	110.878	-27.552	3.780	155.599	188.545
2	-2.816	133.237	-181.383	2.816	133.240	181.392
3	-3.765	155.594	-188.531	3.765	110.883	27.572
4	6.557	103.604	-16.994	-6.557	148.028	176.921
5	4.869	125.814	-172.579	-4.869	125.817	172.592
6	6.544	148.021	-176.900	-6.544	103.611	17.025
7	219.030	-2.777	0.000	-217.066	2.777	10.843
8	106.188	-6.557	16.709	-103.604	6.557	16.994
9	567.226	0.724	0.000	-565.262	-0.724	-2.827
10	276.426	1.688	-4.335	-273.842	-1.688	-4.342
11	567.219	-0.727	0.000	-565.256	0.727	2.838
12	276.422	-1.675	4.301	-273.838	1.675	4.308
13	219.042	2.774	0.000	-217.078	-2.774	-10.831
14	106.195	6.569	-16.741	-103.611	-6.569	-17.025

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 1

	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
d[mm]								
0.760	0	0.000	0.00	-27.55	-110.88	3.78	-0.015	-0.759
3.610	1	0.100	0.72	42.69	-84.23	3.78	-0.015	-3.610
6.176	2	0.200	1.44	93.74	-57.58	3.78	-0.014	-6.176
8.106	3	0.300	2.16	125.61	-30.94	3.78	-0.014	-8.106
9.177	4	0.400	2.88	138.29	-4.29	3.78	-0.013	-9.177
9.303	5	0.500	3.60	131.78	22.36	3.78	-0.012	-9.303
8.529	6	0.600	4.32	106.09	49.01	3.78	-0.012	-8.529
7.032	7	0.700	5.04	61.21	75.66	3.78	-0.011	-7.032
5.122	8	0.800	5.76	-2.86	102.30	3.78	-0.011	-5.122
3.244	9	0.900	6.48	-86.11	128.95	3.78	-0.010	-3.244
1.972	10	1.000	7.20	-188.54	155.60	3.78	-0.010	-1.972

Maksimalverdi for element 1

maxM= 138.287 kNm, minM= -188.545 kNm
maxV= 155.599 kN, minV= -110.878 kN
maxN= 3.780 kN, minN= 3.780 kN
maxd= 9.30334 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 2

	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
d[mm]								
1.972	0	0.000	0.00	-181.38	-133.24	2.82	-0.010	-1.972
1.750	1	0.100	0.72	-95.05	-106.59	2.82	-0.009	-1.750
2.198	2	0.200	1.44	-27.89	-79.94	2.82	-0.009	-2.198
2.849	3	0.300	2.16	20.07	-53.29	2.82	-0.009	-2.849
3.372	4	0.400	2.88	48.85	-26.65	2.82	-0.008	-3.372
3.569	5	0.500	3.60	58.44	0.00	2.82	-0.008	-3.569
3.372	6	0.600	4.32	48.85	26.65	2.82	-0.007	-3.372
2.849	7	0.700	5.04	20.07	53.30	2.82	-0.006	-2.849
2.198	8	0.800	5.76	-27.90	79.94	2.82	-0.006	-2.198
1.750	9	0.900	6.48	-95.05	106.59	2.82	-0.006	-1.750
1.972	10	1.000	7.20	-181.39	133.24	2.82	-0.006	-1.972

Maksimalverdi for element 2

maxM= 58.442 kNm, minM= -181.392 kNm
maxV= 133.240 kN, minV= -133.237 kN
maxN= 2.816 kN, minN= 2.816 kN
maxd= 3.56866 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 4

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
1.240	0	0.000	0.00	-16.99	-103.60	-6.56	0.027	-1.240
4.208	1	0.100	0.72	48.54	-78.44	-6.56	0.026	-4.208
6.849	2	0.200	1.44	95.96	-53.28	-6.56	0.025	-6.849
8.839	3	0.300	2.16	125.26	-28.11	-6.56	0.024	-8.839
9.971	4	0.400	2.88	136.44	-2.95	-6.56	0.023	-9.971
10.171	5	0.500	3.60	129.51	22.21	-6.56	0.022	-10.171
9.484	6	0.600	4.32	104.46	47.38	-6.56	0.021	-9.484
8.087	7	0.700	5.04	61.29	72.54	-6.56	0.020	-8.087
6.275	8	0.800	5.76	0.00	97.70	-6.56	0.019	-6.275
4.475	9	0.900	6.48	-79.40	122.86	-6.56	0.018	-4.475
3.233	10	1.000	7.20	-176.92	148.03	-6.56	0.017	-3.233

Maksimalverdi for element 4

maxM= 136.445 kNm, minM= -176.921 kNm
maxV= 148.028 kN, minV= -103.604 kN
maxN= -6.557 kN, minN= -6.557 kN
maxd= 10.17096 mm

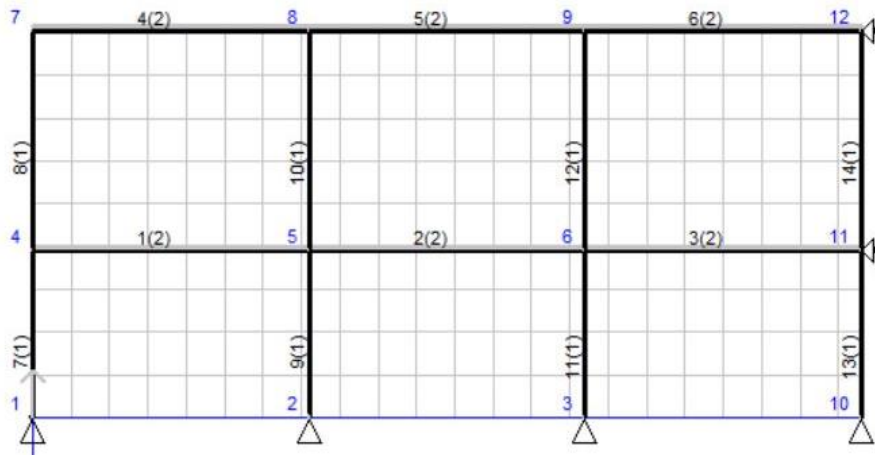
Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 5

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
3.233	0	0.000	0.00	-172.58	-125.81	-4.87	0.017	-3.233
2.983	1	0.100	0.72	-91.05	-100.65	-4.87	0.016	-2.983
3.374	2	0.200	1.44	-27.64	-75.49	-4.87	0.016	-3.374
3.966	3	0.300	2.16	17.65	-50.32	-4.87	0.015	-3.966
4.447	4	0.400	2.88	44.83	-25.16	-4.87	0.013	-4.447
4.628	5	0.500	3.60	53.88	0.00	-4.87	0.013	-4.628
4.447	6	0.600	4.32	44.82	25.16	-4.87	0.013	-4.447
3.966	7	0.700	5.04	17.65	50.33	-4.87	0.012	-3.966
3.374	8	0.800	5.76	-27.65	75.49	-4.87	0.011	-3.374
2.983	9	0.900	6.48	-91.06	100.65	-4.87	0.010	-2.983
3.233	10	1.000	7.20	-172.59	125.82	-4.87	0.010	-3.233

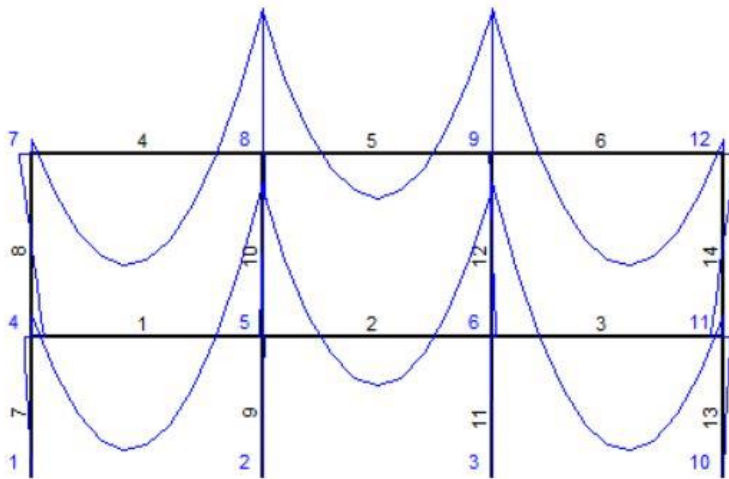
Maksimalverdi for element 5

maxM= 53.883 kNm, minM= -172.592 kNm
maxV= 125.817 kN, minV= -125.814 kN
maxN= -4.869 kN, minN= -4.869 kN
maxd= 4.62820 mm

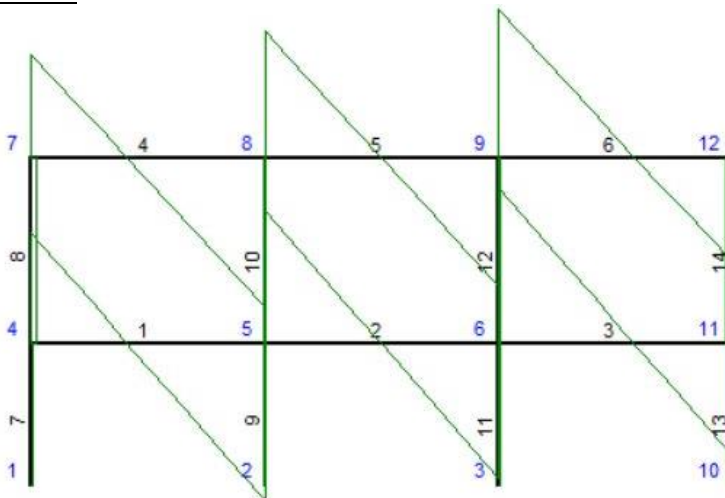
Konstruksjonen



Momentdiagram



Skjærkraft



Stålsøyle Grid I,13

Knutepunktsforskyvninger

Kn.P.	ux [mm]	uy [mm]	ur [rad]
1	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00000	0.00000	0.00000
3	0.00000	0.00000	0.00000
4	0.00000	-1.78822	0.00000
5	0.00000	-3.56403	0.00000
6	0.00000	-3.56403	0.00000
7	0.00000	-2.92328	0.00000
8	0.00000	-5.82821	0.00000
9	0.00000	-5.82821	0.00000
10	0.00000	0.00000	0.00000
11	0.00000	-1.78822	0.00000
12	0.00000	-2.92328	0.00000

Opplagerkrefter

Kn.P.	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]
1	0.000	514.507	0.000
2	0.000	1024.465	0.000
3	0.000	1024.465	0.000
10	0.000	514.507	0.000
11	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000

Element endekrefter (globalkoordinater)

Element	FxA [kN]	FyA [kN]	MA [kNm]	FxB [kN]	FyB [kN]	MB [kNm]
1	0.000	263.615	0.000	0.000	263.615	0.000
2	0.000	263.615	0.000	0.000	263.615	0.000
3	0.000	263.615	0.000	0.000	263.615	0.000
4	0.000	246.344	0.000	0.000	246.344	0.000
5	0.000	246.344	0.000	0.000	246.344	0.000
6	0.000	246.344	0.000	0.000	246.344	0.000
7	0.000	514.507	0.000	0.000	-512.543	0.000
8	0.000	248.928	0.000	0.000	-246.344	0.000
9	0.000	1024.465	0.000	0.000	-1022.502	0.000
10	0.000	495.272	0.000	0.000	-492.687	0.000
11	0.000	1024.465	0.000	0.000	-1022.502	0.000
12	0.000	495.272	0.000	0.000	-492.687	0.000
13	0.000	514.507	0.000	0.000	-512.543	0.000
14	0.000	248.928	0.000	0.000	-246.344	0.000

Element endekrefter (lokalkoordinater)

Element	fxA [kN]	fyA [kN]	mA [kNm]	fxB [kN]	fyB [kN]	mB [kNm]
1	0.000	263.615	0.000	0.000	263.615	0.000
2	0.000	263.615	0.000	0.000	263.615	0.000
3	0.000	263.615	0.000	0.000	263.615	0.000
4	0.000	246.344	0.000	0.000	246.344	0.000
5	0.000	246.344	0.000	0.000	246.344	0.000
6	0.000	246.344	0.000	0.000	246.344	0.000
7	514.507	0.000	0.000	-512.543	0.000	0.000
8	248.928	0.000	0.000	-246.344	0.000	0.000
9	1024.465	0.000	0.000	-1022.502	0.000	0.000
10	495.272	0.000	0.000	-492.687	0.000	0.000
11	1024.465	0.000	0.000	-1022.502	0.000	0.000
12	495.272	0.000	0.000	-492.687	0.000	0.000
13	514.507	0.000	0.000	-512.543	0.000	0.000
14	248.928	0.000	0.000	-246.344	0.000	0.000

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 7

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
0.000	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-514.51	0.000	0.000
0.179	1	0.100	0.39	0.00	0.00	-514.31	0.000	-0.179
0.358	2	0.200	0.78	0.00	0.00	-514.11	0.000	-0.358
0.537	3	0.300	1.17	0.00	0.00	-513.92	0.000	-0.537
0.715	4	0.400	1.56	0.00	0.00	-513.72	0.000	-0.715
0.894	5	0.500	1.95	0.00	0.00	-513.52	0.000	-0.894
1.073	6	0.600	2.34	0.00	0.00	-513.33	0.000	-1.073
1.252	7	0.700	2.73	0.00	0.00	-513.13	0.000	-1.252
1.430	8	0.800	3.12	0.00	0.00	-512.94	0.000	-1.430
1.609	9	0.900	3.51	0.00	0.00	-512.74	0.000	-1.609
1.788	10	1.000	3.90	0.00	0.00	-512.54	0.000	-1.788

Maksimalverdi for element 7

maxM= 0.000 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 0.000 kN, minV= 0.000 kN
maxN= -512.543 kN, minN= -514.507 kN
maxd= 1.78814 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 8

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
1.788	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-248.93	0.000	-1.788
1.901	1	0.100	0.51	0.00	0.00	-248.67	0.000	-1.901
2.015	2	0.200	1.03	0.00	0.00	-248.41	0.000	-2.015
2.129	3	0.300	1.54	0.00	0.00	-248.15	0.000	-2.129
2.242	4	0.400	2.06	0.00	0.00	-247.89	0.000	-2.242
2.356	5	0.500	2.57	0.00	0.00	-247.64	0.000	-2.356
2.469	6	0.600	3.08	0.00	0.00	-247.38	0.000	-2.469
2.583	7	0.700	3.60	0.00	0.00	-247.12	0.000	-2.583
2.696	8	0.800	4.11	0.00	0.00	-246.86	0.000	-2.696
2.810	9	0.900	4.63	0.00	0.00	-246.60	0.000	-2.810
2.923	10	1.000	5.14	0.00	0.00	-246.34	0.000	-2.923

Maksimalverdi for element 8

maxM= 0.000 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 0.000 kN, minV= 0.000 kN
maxN= -246.344 kN, minN= -248.928 kN
maxd= 2.92325 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 9

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
0.000	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-1024.47	0.000	0.000
0.356	1	0.100	0.39	0.00	0.00	-1024.27	0.000	-0.356
0.713	2	0.200	0.78	0.00	0.00	-1024.07	0.000	-0.713
1.069	3	0.300	1.17	0.00	0.00	-1023.88	0.000	-1.069
1.426	4	0.400	1.56	0.00	0.00	-1023.68	0.000	-1.426
1.782	5	0.500	1.95	0.00	0.00	-1023.48	0.000	-1.782
2.139	6	0.600	2.34	0.00	0.00	-1023.29	0.000	-2.139
2.495	7	0.700	2.73	0.00	0.00	-1023.09	0.000	-2.495
2.851	8	0.800	3.12	0.00	0.00	-1022.89	0.000	-2.851
3.208	9	0.900	3.51	0.00	0.00	-1022.70	0.000	-3.208
3.564	10	1.000	3.90	0.00	0.00	-1022.50	0.000	-3.564

Maksimalverdi for element 9

maxM= 0.000 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 0.000 kN, minV= 0.000 kN
maxN= -1022.502 kN, minN= -1024.465 kN
maxd= 3.56412 mm

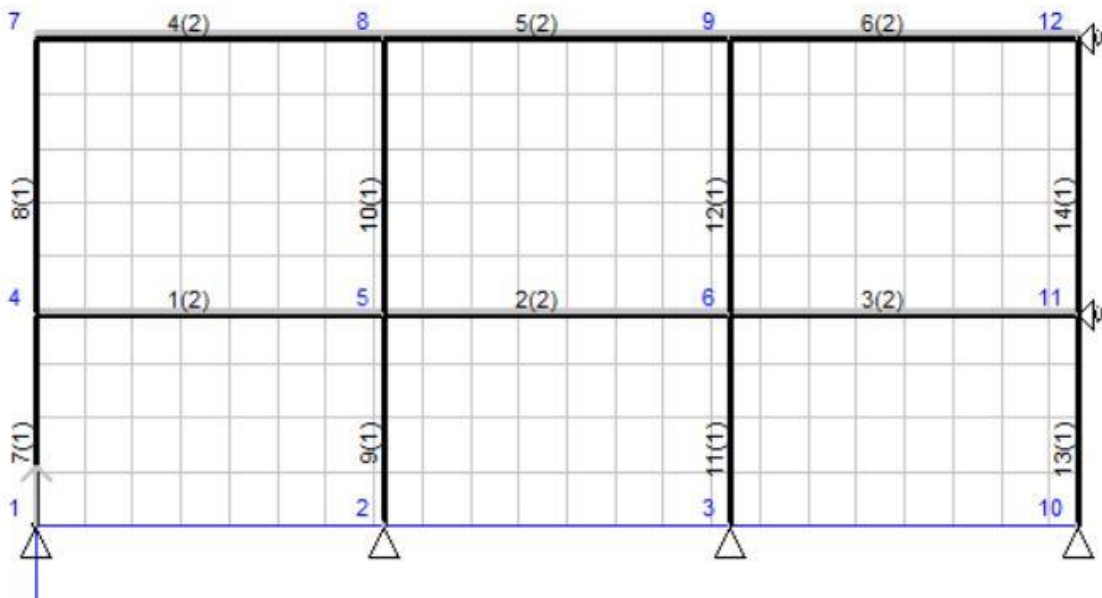
Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 10

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
3.564	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-495.27	0.000	-3.564
3.790	1	0.100	0.51	0.00	0.00	-495.01	0.000	-3.790
4.017	2	0.200	1.03	0.00	0.00	-494.75	0.000	-4.017
4.243	3	0.300	1.54	0.00	0.00	-494.50	0.000	-4.243
4.470	4	0.400	2.06	0.00	0.00	-494.24	0.000	-4.470
4.696	5	0.500	2.57	0.00	0.00	-493.98	0.000	-4.696
4.922	6	0.600	3.08	0.00	0.00	-493.72	0.000	-4.922
5.149	7	0.700	3.60	0.00	0.00	-493.46	0.000	-5.149
5.375	8	0.800	4.11	0.00	0.00	-493.20	0.000	-5.375
5.602	9	0.900	4.63	0.00	0.00	-492.95	0.000	-5.602
5.828	10	1.000	5.14	0.00	0.00	-492.69	0.000	-5.828

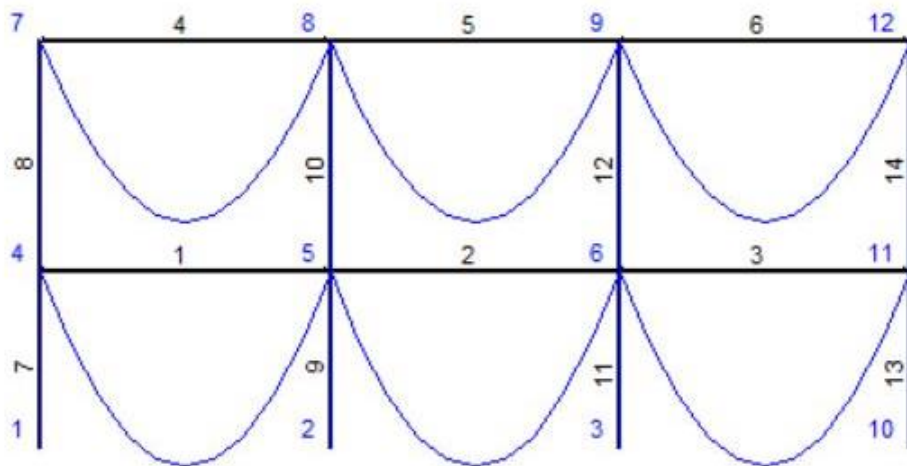
Maksimalverdi for element 10

maxM= 0.000 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 0.000 kN, minV= 0.000 kN
maxN= -492.687 kN, minN= -495.272 kN
maxd= 5.82814 mm

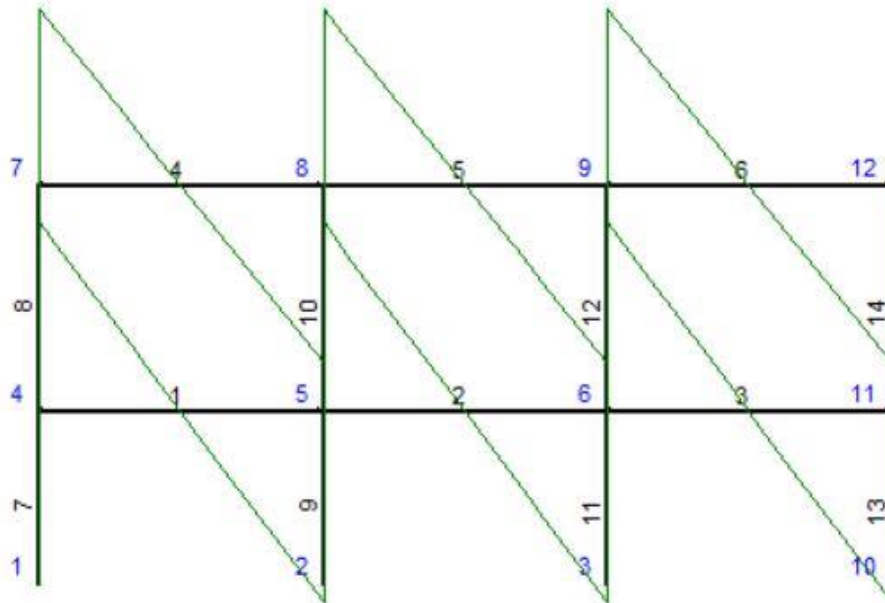
Konstruksjonen



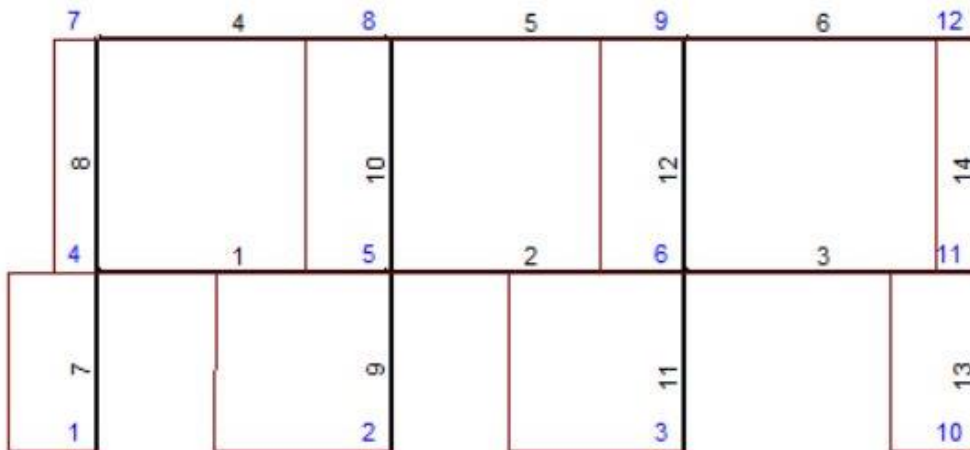
Momentdiagram



Skjærkraft



Aksialkraft



Stålsøyle Grid J,13

Knutepunktsforskyvninger

Kn.P.	ux [mm]	uy [mm]	ur [rad]
1	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00000	0.00000	0.00000
3	0.00000	0.00000	0.00000
4	0.00000	-0.82742	0.00000
5	0.00000	-1.64243	0.00000
6	0.00000	-1.64243	0.00000
7	0.00000	-1.39326	0.00000
8	0.00000	-2.76818	0.00000
9	0.00000	-2.76818	0.00000
10	0.00000	0.00000	0.00000
11	0.00000	-0.82742	0.00000
12	0.00000	-1.39326	0.00000

Opplagerkrefter

Kn.P.	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]
1	0.000	238.594	0.000
2	0.000	472.639	0.000
3	0.000	472.639	0.000
10	0.000	238.594	0.000
11	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000

Element endekrefter (globalkoordinater)

Element	FxA [kN]	FyA [kN]	MA [kNm]	FxB [kN]	FyB [kN]	MB [kNm]
1	0.000	111.889	0.000	0.000	111.889	0.000
2	0.000	111.889	0.000	0.000	111.889	0.000
3	0.000	111.889	0.000	0.000	111.889	0.000
4	0.000	122.157	0.000	0.000	122.157	0.000
5	0.000	122.157	0.000	0.000	122.157	0.000
6	0.000	122.157	0.000	0.000	122.157	0.000
7	0.000	238.594	0.000	0.000	-236.630	0.000
8	0.000	124.741	0.000	0.000	-122.157	0.000
9	0.000	472.639	0.000	0.000	-470.676	0.000
10	0.000	246.898	0.000	0.000	-244.313	0.000
11	0.000	472.639	0.000	0.000	-470.676	0.000
12	0.000	246.898	0.000	0.000	-244.313	0.000
13	0.000	238.594	0.000	0.000	-236.630	0.000
14	0.000	124.741	0.000	0.000	-122.157	0.000

Element endekrefter (lokalkoordinater)

Element	fxA [kN]	fyA [kN]	mA [kNm]	fxB [kN]	fyB [kN]	mB [kNm]
1	0.000	111.889	0.000	0.000	111.889	0.000
2	0.000	111.889	0.000	0.000	111.889	0.000
3	0.000	111.889	0.000	0.000	111.889	0.000
4	0.000	122.157	0.000	0.000	122.157	0.000
5	0.000	122.157	0.000	0.000	122.157	0.000
6	0.000	122.157	0.000	0.000	122.157	0.000
7	238.594	0.000	0.000	-236.630	0.000	0.000
8	124.741	0.000	0.000	-122.157	0.000	0.000
9	472.639	0.000	0.000	-470.676	0.000	0.000
10	246.898	0.000	0.000	-244.313	0.000	0.000
11	472.639	0.000	0.000	-470.676	0.000	0.000
12	246.898	0.000	0.000	-244.313	0.000	0.000
13	238.594	0.000	0.000	-236.630	0.000	0.000
14	124.741	0.000	0.000	-122.157	0.000	0.000

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 7

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
0.000	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-238.59	0.000	0.000
0.083	1	0.100	0.39	0.00	0.00	-238.40	0.000	-0.083
0.166	2	0.200	0.78	0.00	0.00	-238.20	0.000	-0.166
0.248	3	0.300	1.17	0.00	0.00	-238.00	0.000	-0.248
0.331	4	0.400	1.56	0.00	0.00	-237.81	0.000	-0.331
0.414	5	0.500	1.95	0.00	0.00	-237.61	0.000	-0.414
0.497	6	0.600	2.34	0.00	0.00	-237.42	0.000	-0.497
0.579	7	0.700	2.73	0.00	0.00	-237.22	0.000	-0.579
0.662	8	0.800	3.12	0.00	0.00	-237.02	0.000	-0.662
0.745	9	0.900	3.51	0.00	0.00	-236.83	0.000	-0.745
0.827	10	1.000	3.90	0.00	0.00	-236.63	0.000	-0.827

Maksimalverdi for element 7

maxM= 0.000 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 0.000 kN, minV= 0.000 kN
maxN= -236.630 kN, minN= -238.594 kN
maxd= 0.82731 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 8

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
0.827	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-124.74	0.000	-0.827
0.884	1	0.100	0.51	0.00	0.00	-124.48	0.000	-0.884
0.941	2	0.200	1.03	0.00	0.00	-124.22	0.000	-0.941
0.997	3	0.300	1.54	0.00	0.00	-123.97	0.000	-0.997
1.054	4	0.400	2.06	0.00	0.00	-123.71	0.000	-1.054
1.110	5	0.500	2.57	0.00	0.00	-123.45	0.000	-1.110
1.167	6	0.600	3.08	0.00	0.00	-123.19	0.000	-1.167
1.223	7	0.700	3.60	0.00	0.00	-122.93	0.000	-1.223
1.280	8	0.800	4.11	0.00	0.00	-122.67	0.000	-1.280
1.337	9	0.900	4.63	0.00	0.00	-122.42	0.000	-1.337
1.394	10	1.000	5.14	0.00	0.00	-122.16	0.000	-1.394

Maksimalverdi for element 8

maxM= 0.000 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 0.000 kN, minV= 0.000 kN
maxN= -122.157 kN, minN= -124.741 kN
maxd= 1.39356 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 9

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
0.000	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-472.64	0.000	0.000
0.164	1	0.100	0.39	0.00	0.00	-472.44	0.000	-0.164
0.328	2	0.200	0.78	0.00	0.00	-472.25	0.000	-0.328
0.493	3	0.300	1.17	0.00	0.00	-472.05	0.000	-0.493
0.657	4	0.400	1.56	0.00	0.00	-471.85	0.000	-0.657
0.821	5	0.500	1.95	0.00	0.00	-471.66	0.000	-0.821
0.986	6	0.600	2.34	0.00	0.00	-471.46	0.000	-0.986
1.150	7	0.700	2.73	0.00	0.00	-471.26	0.000	-1.150
1.314	8	0.800	3.12	0.00	0.00	-471.07	0.000	-1.314
1.478	9	0.900	3.51	0.00	0.00	-470.87	0.000	-1.478
1.642	10	1.000	3.90	0.00	0.00	-470.68	0.000	-1.642

Maksimalverdi for element 9

maxM= 0.000 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 0.000 kN, minV= 0.000 kN
maxN= -470.676 kN, minN= -472.639 kN
maxd= 1.64247 mm

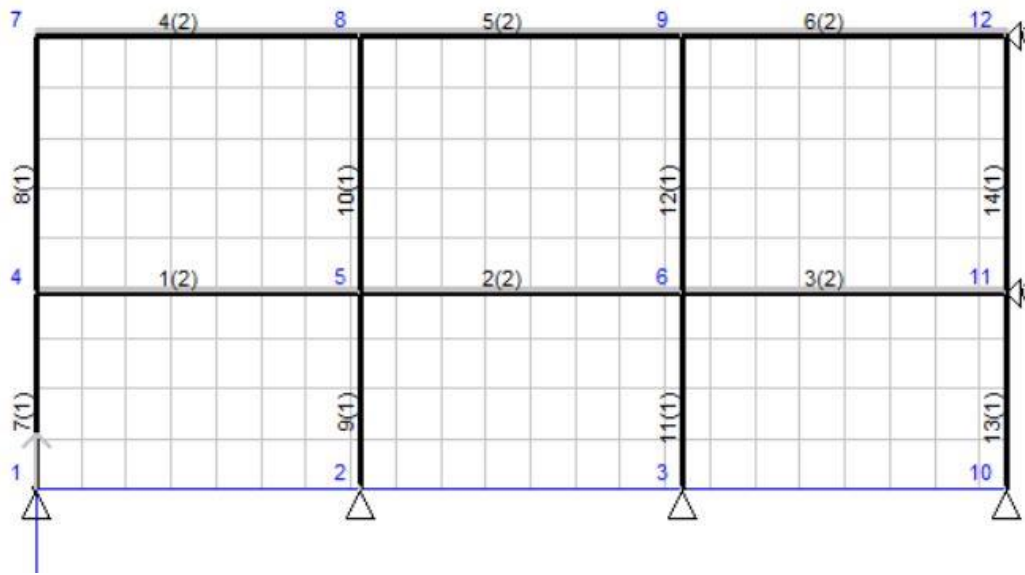
Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 10

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
1.642	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-246.90	0.000	-1.642
1.755	1	0.100	0.51	0.00	0.00	-246.64	0.000	-1.755
1.868	2	0.200	1.03	0.00	0.00	-246.38	0.000	-1.868
1.980	3	0.300	1.54	0.00	0.00	-246.12	0.000	-1.980
2.093	4	0.400	2.06	0.00	0.00	-245.86	0.000	-2.093
2.205	5	0.500	2.57	0.00	0.00	-245.61	0.000	-2.205
2.318	6	0.600	3.08	0.00	0.00	-245.35	0.000	-2.318
2.430	7	0.700	3.60	0.00	0.00	-245.09	0.000	-2.430
2.543	8	0.800	4.11	0.00	0.00	-244.83	0.000	-2.543
2.656	9	0.900	4.63	0.00	0.00	-244.57	0.000	-2.656
2.768	10	1.000	5.14	0.00	0.00	-244.31	0.000	-2.768

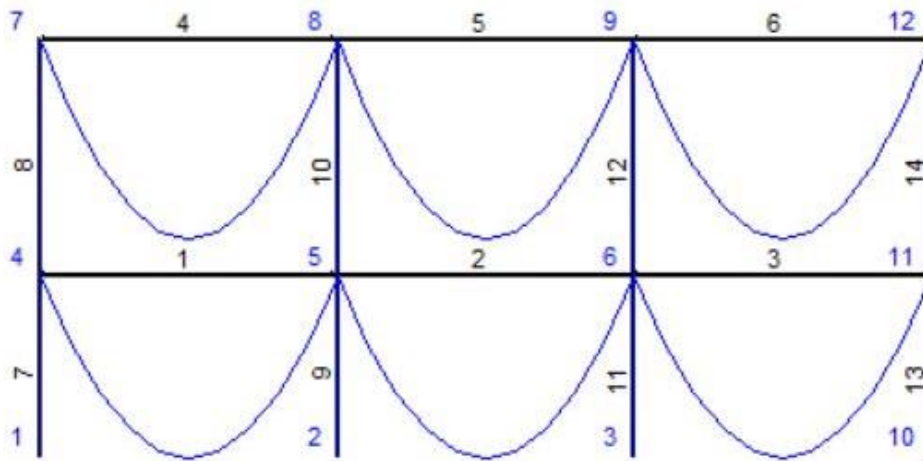
Maksimalverdi for element 10

maxM= 0.000 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 0.000 kN, minV= 0.000 kN
maxN= -244.313 kN, minN= -246.898 kN
maxd= 2.76780 mm

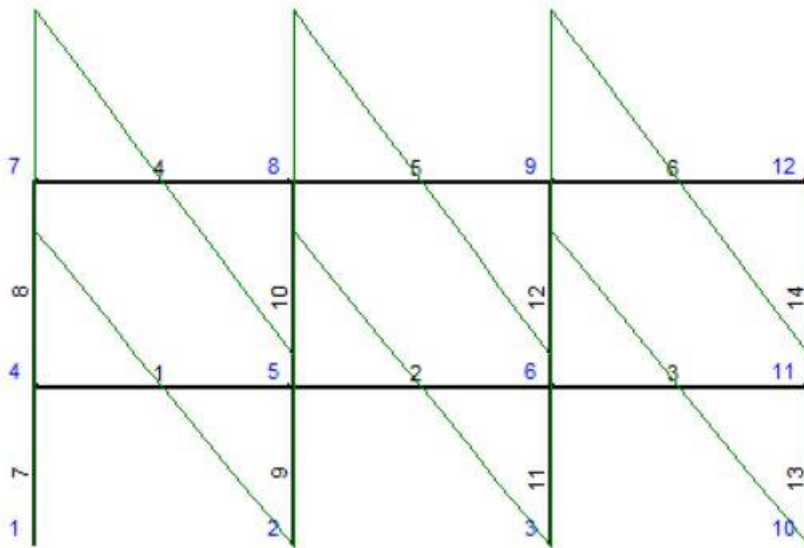
Konstruksjonen



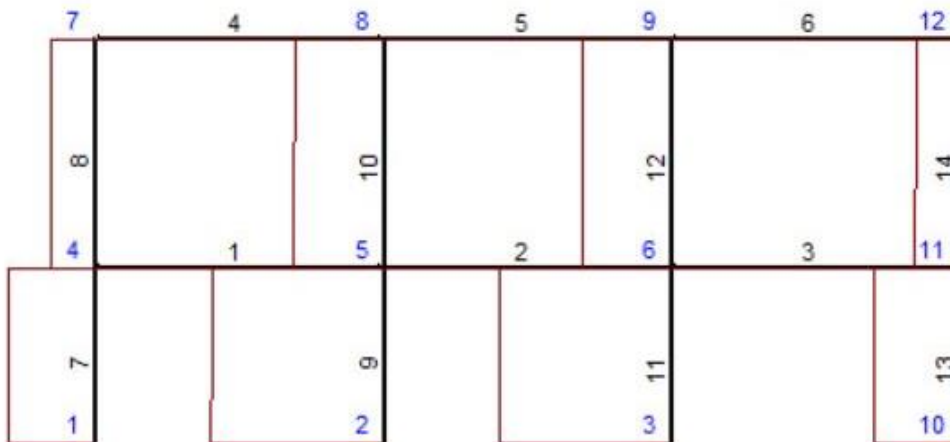
Momentdiagram



Skjærkraft



Aksialkraft



Trebjelker Grid I, 13-14 - fritt opplagt

Knutepunktsforskyvninger

Kn.P.	ux [mm]	uy [mm]	ur [rad]
1	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00000	0.00000	0.00000
3	0.00000	0.00000	0.00000
4	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.00000	-2.70508	0.00000
6	0.00000	-5.39952	0.00000
7	0.00000	-5.39952	0.00000
8	0.00000	-2.70508	0.00000
9	0.00000	-4.53684	0.00000
10	0.00000	-9.05797	0.00000
11	0.00000	-9.05797	0.00000
12	0.00000	-4.53684	0.00000

Opplagerkrefter

Kn.P.	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]
1	0.000	259.948	0.000
2	0.000	518.594	0.000
3	0.000	518.594	0.000
4	0.000	259.948	0.000
8	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000

Element endekrefter (globalkoordinater)

Element	FxA [kN]	FyA [kN]	MA [kNm]	FxB [kN]	FyB [kN]	MB [kNm]
1	0.000	125.429	0.000	0.000	125.429	0.000
2	0.000	125.429	0.000	0.000	125.429	0.000
3	0.000	125.429	0.000	0.000	125.429	0.000
4	0.000	133.217	0.000	0.000	133.217	0.000
5	0.000	133.217	0.000	0.000	133.217	0.000
6	0.000	133.217	0.000	0.000	133.217	0.000
7	0.000	259.948	0.000	0.000	-259.386	0.000
8	0.000	133.957	0.000	0.000	-133.217	0.000
9	0.000	518.594	0.000	0.000	-518.031	0.000
10	0.000	267.174	0.000	0.000	-266.434	0.000
11	0.000	518.594	0.000	0.000	-518.031	0.000
12	0.000	267.174	0.000	0.000	-266.434	0.000
13	0.000	259.948	0.000	0.000	-259.386	0.000
14	0.000	133.957	0.000	0.000	-133.217	0.000

Element endekrefter (lokalkoordinater)

Element	fxA [kN]	fYA [kN]	mA [kNm]	fxB [kN]	fYB [kN]	mB [kNm]
1	0.000	125.429	0.000	0.000	125.429	0.000
2	0.000	125.429	0.000	0.000	125.429	0.000
3	0.000	125.429	0.000	0.000	125.429	0.000
4	0.000	133.217	0.000	0.000	133.217	0.000
5	0.000	133.217	0.000	0.000	133.217	0.000
6	0.000	133.217	0.000	0.000	133.217	0.000
7	259.948	0.000	0.000	-259.386	0.000	0.000
8	133.957	0.000	0.000	-133.217	0.000	0.000
9	518.594	0.000	0.000	-518.031	0.000	0.000
10	267.174	0.000	0.000	-266.434	0.000	0.000
11	518.594	0.000	0.000	-518.031	0.000	0.000
12	267.174	0.000	0.000	-266.434	0.000	0.000
13	259.948	0.000	0.000	-259.386	0.000	0.000
14	133.957	0.000	0.000	-133.217	0.000	0.000

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 1

	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
d[mm]								
0	0	0.000	0.00	0.00	-125.43	0.00	0.000	-2.705
2.705	1	0.100	0.40	45.15	-100.34	0.00	0.000	-6.767
6.767	2	0.200	0.80	80.27	-75.26	0.00	0.000	-10.080
10.080	3	0.300	1.20	105.36	-50.17	0.00	0.000	-12.606
12.606	4	0.400	1.60	120.41	-25.09	0.00	0.000	-14.308
14.308	5	0.500	2.00	125.43	0.00	0.00	0.000	-15.153
15.153	6	0.600	2.40	120.41	25.09	0.00	0.000	-15.106
15.106	7	0.700	2.80	105.36	50.17	0.00	0.000	-14.136
14.136	8	0.800	3.20	80.27	75.26	0.00	0.000	-12.214
12.214	9	0.900	3.60	45.15	100.34	0.00	0.000	-9.310
9.310	10	1.000	4.00	0.00	125.43	0.00	0.000	-5.399
5.399								

Maksimalverdi for element 1

maxM= 125.429 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 125.429 kN, minV= -125.429 kN
maxN= 0.000 kN, minN= 0.000 kN
maxd= 0.00000 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 2

	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
d[mm]								
0	0	0.000	0.00	0.00	-125.43	0.00	0.000	-5.399
5.399	1	0.100	0.40	45.15	-100.34	0.00	0.000	-9.386
9.386	2	0.200	0.80	80.27	-75.26	0.00	0.000	-12.494
12.494	3	0.300	1.20	105.36	-50.17	0.00	0.000	-14.718
14.718	4	0.400	1.60	120.41	-25.09	0.00	0.000	-16.054
16.054	5	0.500	2.00	125.43	0.00	0.00	0.000	-16.500
16.500	6	0.600	2.40	120.41	25.09	0.00	0.000	-16.054
16.054	7	0.700	2.80	105.36	50.17	0.00	0.000	-14.718
14.718	8	0.800	3.20	80.27	75.26	0.00	0.000	-12.494
12.494	9	0.900	3.60	45.15	100.34	0.00	0.000	-9.386
9.386	10	1.000	4.00	0.00	125.43	0.00	0.000	-5.399
5.399								

Maksimalverdi for element 2

maxM= 125.429 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 125.429 kN, minV= -125.429 kN
maxN= 0.000 kN, minN= 0.000 kN
maxd= 0.00000 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 4

	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
d[mm]								
0	0	0.000	0.00	0.00	-133.22	0.00	0.000	-4.537
4.537	1	0.100	0.40	47.96	-106.57	0.00	0.000	-8.897
8.897	2	0.200	0.80	85.26	-79.93	0.00	0.000	-12.542
12.542	3	0.300	1.20	111.90	-53.29	0.00	0.000	-15.410
15.410	4	0.400	1.60	127.89	-26.64	0.00	0.000	-17.445
17.445	5	0.500	2.00	133.22	0.00	0.00	0.000	-18.587
18.587	6	0.600	2.40	127.89	26.64	0.00	0.000	-18.784
18.784	7	0.700	2.80	111.90	53.29	0.00	0.000	-17.979
17.979	8	0.800	3.20	85.26	79.93	0.00	0.000	-16.123
16.123	9	0.900	3.60	47.96	106.57	0.00	0.000	-13.165
13.165	10	1.000	4.00	0.00	133.22	0.00	0.000	-9.058
9.058								

Maksimalverdi for element 4

maxM= 133.217 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 133.217 kN, minV= -133.217 kN
maxN= 0.000 kN, minN= 0.000 kN
maxd= 0.00000 mm

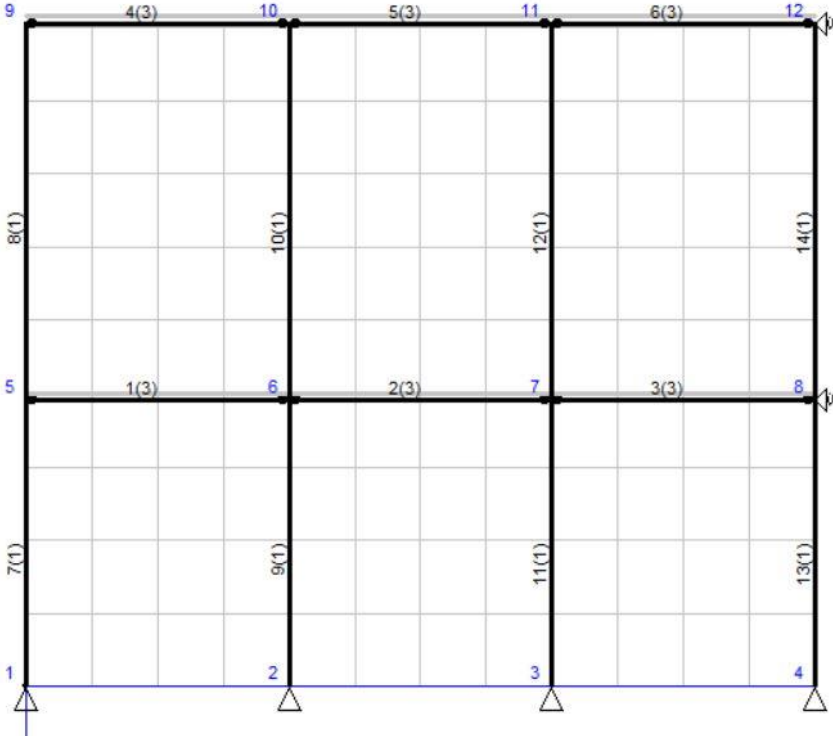
Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 5

	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
d[mm]								
0	0	0.000	0.00	0.00	-133.22	0.00	0.000	-9.058
9.058	1	0.100	0.40	47.96	-106.57	0.00	0.000	-13.291
13.291	2	0.200	0.80	85.26	-79.93	0.00	0.000	-16.593
16.593	3	0.300	1.20	111.90	-53.29	0.00	0.000	-18.955
18.955	4	0.400	1.60	127.89	-26.64	0.00	0.000	-20.374
20.374	5	0.500	2.00	133.22	0.00	0.00	0.000	-20.848
20.848	6	0.600	2.40	127.89	26.64	0.00	0.000	-20.374
20.374	7	0.700	2.80	111.90	53.29	0.00	0.000	-18.955
18.955	8	0.800	3.20	85.26	79.93	0.00	0.000	-16.593
16.593	9	0.900	3.60	47.96	106.57	0.00	0.000	-13.291
13.291	10	1.000	4.00	0.00	133.22	0.00	0.000	-9.058
9.058								

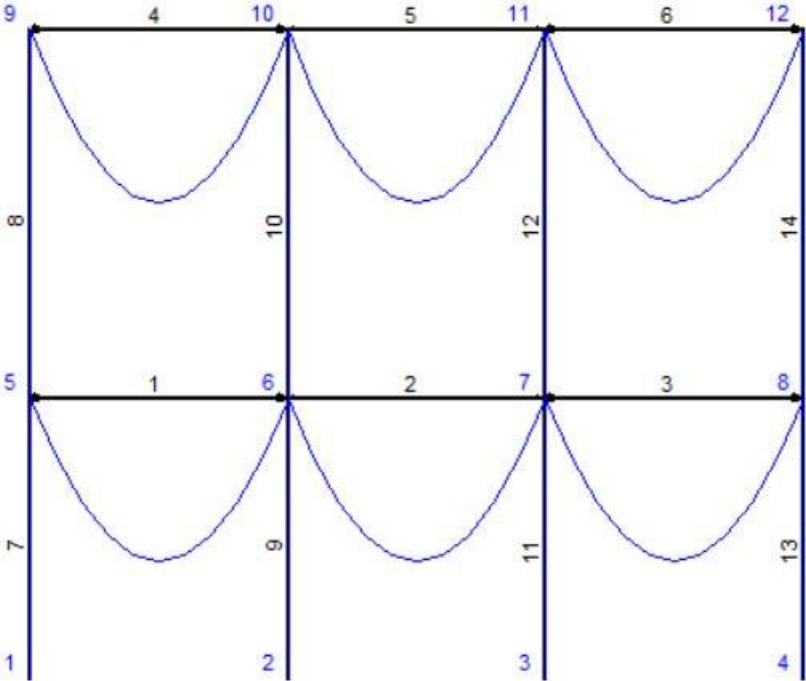
Maksimalverdi for element 5

maxM= 133.217 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 133.217 kN, minV= -133.217 kN
maxN= 0.000 kN, minN= 0.000 kN
maxd= 0.00000 mm

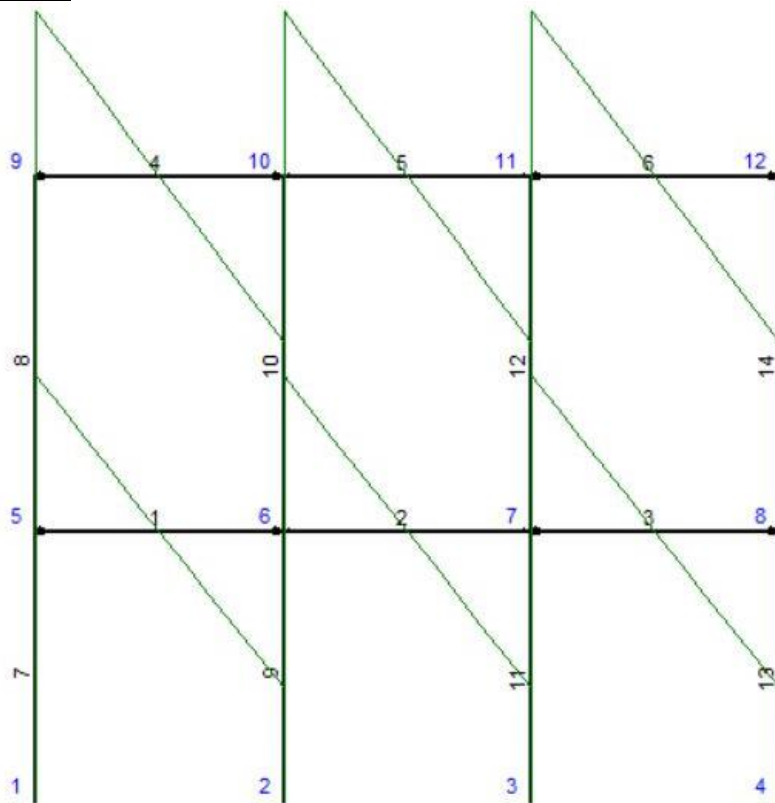
Konstruksjonen



Momentdiagram



Skjærkraft



Trebjelke Grid J, 13-14 - fritt opplagt

Knutepunktsforskyvninger

Kn.P.	ux [mm]	uy [mm]	ur [rad]
1	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00000	0.00000	0.00000
3	0.00000	0.00000	0.00000
4	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.00000	-1.51167	0.00000
6	0.00000	-3.01270	0.00000
7	0.00000	-3.01270	0.00000
8	0.00000	-1.51167	0.00000
9	0.00000	-2.42527	0.00000
10	0.00000	-4.83483	0.00000
11	0.00000	-4.83483	0.00000
12	0.00000	-2.42527	0.00000

Opplagerkrefter

Kn.P.	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]
1	0.000	145.390	0.000
2	0.000	289.478	0.000
3	0.000	289.478	0.000
4	0.000	145.390	0.000
8	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000

Element endekrefter (globalkoordinater)

Element	FxA [kN]	FyA [kN]	MA [kNm]	FxB [kN]	FyB [kN]	MB [kNm]
1	0.000	77.831	0.000	0.000	77.831	0.000
2	0.000	77.831	0.000	0.000	77.831	0.000
3	0.000	77.831	0.000	0.000	77.831	0.000
4	0.000	66.257	0.000	0.000	66.257	0.000
5	0.000	66.257	0.000	0.000	66.257	0.000
6	0.000	66.257	0.000	0.000	66.257	0.000
7	0.000	145.390	0.000	0.000	-144.828	0.000
8	0.000	66.997	0.000	0.000	-66.257	0.000
9	0.000	289.478	0.000	0.000	-288.915	0.000
10	0.000	133.254	0.000	0.000	-132.514	0.000
11	0.000	289.478	0.000	0.000	-288.915	0.000
12	0.000	133.254	0.000	0.000	-132.514	0.000
13	0.000	145.390	0.000	0.000	-144.828	0.000
14	0.000	66.997	0.000	0.000	-66.257	0.000

Element endekrefter (lokalkoordinater)

Element	fxA [kN]	fyA [kN]	mA [kNm]	fxB [kN]	fyB [kN]	mB [kNm]
1	0.000	77.831	0.000	0.000	77.831	0.000
2	0.000	77.831	0.000	0.000	77.831	0.000
3	0.000	77.831	0.000	0.000	77.831	0.000
4	0.000	66.257	0.000	0.000	66.257	0.000
5	0.000	66.257	0.000	0.000	66.257	0.000
6	0.000	66.257	0.000	0.000	66.257	0.000
7	145.390	0.000	0.000	-144.828	0.000	0.000
8	66.997	0.000	0.000	-66.257	0.000	0.000
9	289.478	0.000	0.000	-288.915	0.000	0.000
10	133.254	0.000	0.000	-132.514	0.000	0.000
11	289.478	0.000	0.000	-288.915	0.000	0.000
12	133.254	0.000	0.000	-132.514	0.000	0.000
13	145.390	0.000	0.000	-144.828	0.000	0.000
14	66.997	0.000	0.000	-66.257	0.000	0.000

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 1

	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
d[mm]								
0	0	0.000	0.00	0.00	-77.83	0.00	0.000	-1.512
1.512	1	0.100	0.40	28.02	-62.26	0.00	0.000	-4.027
4.027	2	0.200	0.80	49.81	-46.70	0.00	0.000	-6.070
6.070	3	0.300	1.20	65.38	-31.13	0.00	0.000	-7.618
7.618	4	0.400	1.60	74.72	-15.57	0.00	0.000	-8.652
8.652	5	0.500	2.00	77.83	0.00	0.00	0.000	-9.150
9.150	6	0.600	2.40	74.72	15.57	0.00	0.000	-9.096
9.096	7	0.700	2.80	65.38	31.13	0.00	0.000	-8.471
8.471	8	0.800	3.20	49.81	46.70	0.00	0.000	-7.259
7.259	9	0.900	3.60	28.02	62.26	0.00	0.000	-5.444
5.444	10	1.000	4.00	0.00	77.83	0.00	0.000	-3.013
3.013								

Maksimalverdi for element 1

maxM= 77.831 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 77.831 kN, minV= -77.831 kN
maxN= 0.000 kN, minN= 0.000 kN
maxd= 0.00000 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 2

	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
d[mm]								
0	0	0.000	0.00	0.00	-77.83	0.00	0.000	-3.013
3.013	1	0.100	0.40	28.02	-62.26	0.00	0.000	-5.486
5.486	2	0.200	0.80	49.81	-46.70	0.00	0.000	-7.415
7.415	3	0.300	1.20	65.38	-31.13	0.00	0.000	-8.795
8.795	4	0.400	1.60	74.72	-15.57	0.00	0.000	-9.624
9.624	5	0.500	2.00	77.83	0.00	0.00	0.000	-9.901
9.901	6	0.600	2.40	74.72	15.57	0.00	0.000	-9.624
9.624	7	0.700	2.80	65.38	31.13	0.00	0.000	-8.795
8.795	8	0.800	3.20	49.81	46.70	0.00	0.000	-7.415
7.415	9	0.900	3.60	28.02	62.26	0.00	0.000	-5.486
5.486	10	1.000	4.00	0.00	77.83	0.00	0.000	-3.013
3.013								

Maksimalverdi for element 2

maxM= 77.831 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 77.831 kN, minV= -77.831 kN
maxN= 0.000 kN, minN= 0.000 kN
maxd= 0.00000 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 4

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]	0	0.000	0.00	0.00	-66.26	0.00	0.000	-2.425
2.425	1	0.100	0.40	23.85	-53.01	0.00	0.000	-4.599
4.599	2	0.200	0.80	42.40	-39.75	0.00	0.000	-6.423
6.423	3	0.300	1.20	55.66	-26.50	0.00	0.000	-7.868
7.868	4	0.400	1.60	63.61	-13.25	0.00	0.000	-8.902
8.902	5	0.500	2.00	66.26	0.00	0.00	0.000	-9.494
9.494	6	0.600	2.40	63.61	13.25	0.00	0.000	-9.615
9.615	7	0.700	2.80	55.66	26.50	0.00	0.000	-9.237
9.237	8	0.800	3.20	42.40	39.75	0.00	0.000	-8.332
8.332	9	0.900	3.60	23.85	53.01	0.00	0.000	-6.873
6.873	10	1.000	4.00	0.00	66.26	0.00	0.000	-4.835
4.835								

Maksimalverdi for element 4

maxM= 66.257 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 66.257 kN, minV= -66.257 kN
maxN= 0.000 kN, minN= 0.000 kN
maxd= 0.00000 mm

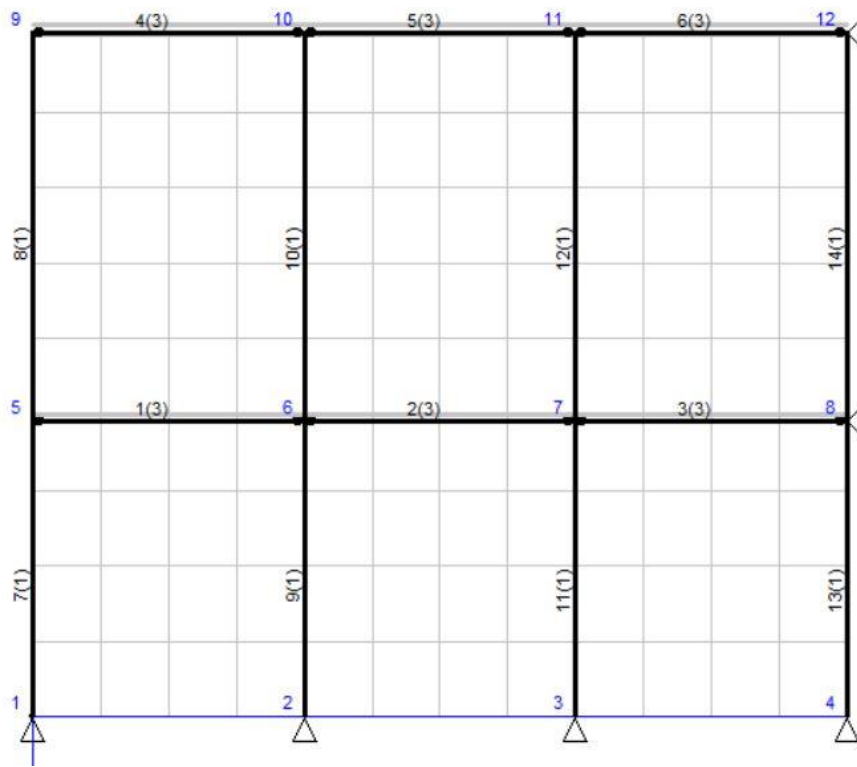
Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 5

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]	0	0.000	0.00	0.00	-66.26	0.00	0.000	-4.835
4.835	1	0.100	0.40	23.85	-53.01	0.00	0.000	-6.941
6.941	2	0.200	0.80	42.40	-39.75	0.00	0.000	-8.582
8.582	3	0.300	1.20	55.66	-26.50	0.00	0.000	-9.757
9.757	4	0.400	1.60	63.61	-13.25	0.00	0.000	-10.464
10.464	5	0.500	2.00	66.26	0.00	0.00	0.000	-10.698
10.698	6	0.600	2.40	63.61	13.25	0.00	0.000	-10.464
10.464	7	0.700	2.80	55.66	26.50	0.00	0.000	-9.757
9.757	8	0.800	3.20	42.40	39.75	0.00	0.000	-8.582
8.582	9	0.900	3.60	23.85	53.01	0.00	0.000	-6.941
6.941	10	1.000	4.00	0.00	66.26	0.00	0.000	-4.835
4.835								

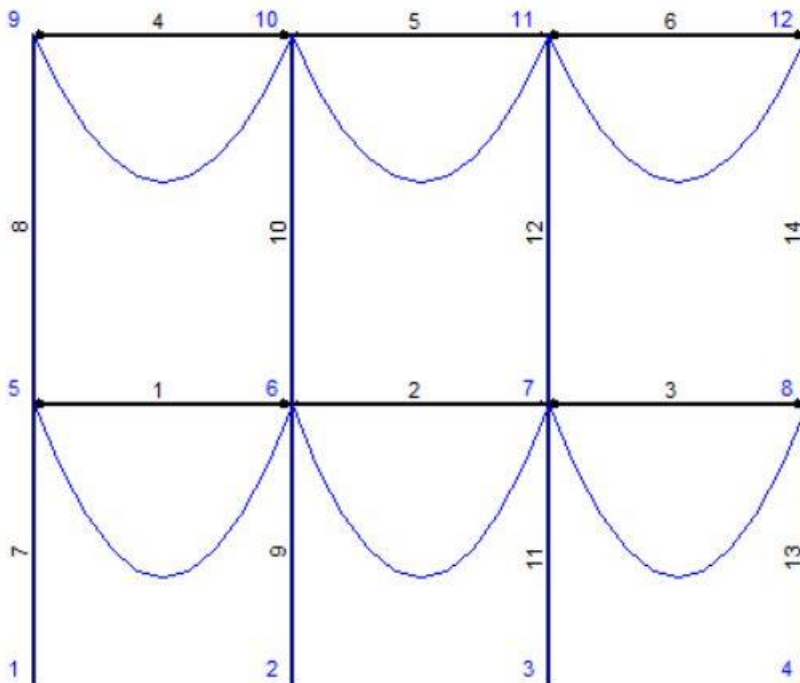
Maksimalverdi for element 5

maxM= 66.257 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 66.257 kN, minV= -66.257 kN
maxN= 0.000 kN, minN= 0.000 kN
maxd= 0.00000 mm

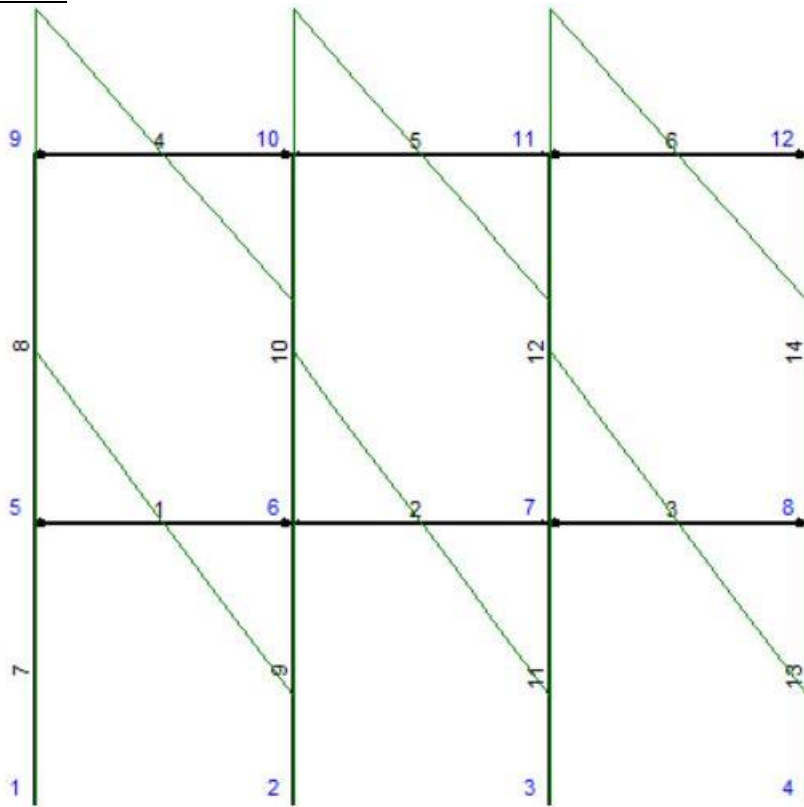
Konstruksjonen



Momentdiagram



Skjærkraft



Tressøyle Grid I,13

Knutepunktsforskyvninger

Kn.P.	ux [mm]	uy [mm]	ur [rad]
1	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00000	0.00000	0.00000
3	0.00000	0.00000	0.00000
4	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.00000	-3.40144	0.00000
6	0.00000	-6.78951	0.00000
7	0.00000	-6.78935	0.00000
8	0.00000	-3.40128	0.00000
9	0.00000	-5.70289	0.00000
10	0.00000	-11.38603	0.00000
11	0.00000	-11.38587	0.00000
12	0.00000	-5.70273	0.00000

Opplagerkrefter

Kn.P.	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]
1	0.000	260.158	0.000
2	0.000	519.014	0.000
3	0.000	519.002	0.000
4	0.000	260.146	0.000
8	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000

Element endekrefter (globalkoordinater)

Element	FxA [kN]	FyA [kN]	MA [kNm]	FxB [kN]	FyB [kN]	MB [kNm]
1	0.000	125.639	0.000	0.000	125.639	0.000
2	0.000	125.639	0.000	0.000	125.639	0.000
3	0.000	125.627	0.000	0.000	125.627	0.000
4	0.000	133.217	0.000	0.000	133.217	0.000
5	0.000	133.217	0.000	0.000	133.217	0.000
6	0.000	133.217	0.000	0.000	133.217	0.000
7	0.000	260.158	0.000	0.000	-259.596	0.000
8	0.000	133.957	0.000	0.000	-133.217	0.000
9	0.000	519.014	0.000	0.000	-518.451	0.000
10	0.000	267.174	0.000	0.000	-266.434	0.000
11	0.000	519.002	0.000	0.000	-518.439	0.000
12	0.000	267.174	0.000	0.000	-266.434	0.000
13	0.000	260.146	0.000	0.000	-259.584	0.000
14	0.000	133.957	0.000	0.000	-133.217	0.000

Element endekrefter (lokalkoordinater)

Element	fxA [kN]	fyA [kN]	mA [kNm]	fxB [kN]	fyB [kN]	mB [kNm]
1	0.000	125.639	0.000	0.000	125.639	0.000
2	0.000	125.639	0.000	0.000	125.639	0.000
3	0.000	125.627	0.000	0.000	125.627	0.000
4	0.000	133.217	0.000	0.000	133.217	0.000
5	0.000	133.217	0.000	0.000	133.217	0.000
6	0.000	133.217	0.000	0.000	133.217	0.000
7	260.158	0.000	0.000	-259.596	0.000	0.000
8	133.957	0.000	0.000	-133.217	0.000	0.000
9	519.014	0.000	0.000	-518.451	0.000	0.000
10	267.174	0.000	0.000	-266.434	0.000	0.000
11	519.002	0.000	0.000	-518.439	0.000	0.000
12	267.174	0.000	0.000	-266.434	0.000	0.000
13	260.146	0.000	0.000	-259.584	0.000	0.000
14	133.957	0.000	0.000	-133.217	0.000	0.000

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 7

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
0.000	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-260.16	0.000	0.000
0.340	1	0.100	0.39	0.00	0.00	-260.10	0.000	-0.340
0.680	2	0.200	0.78	0.00	0.00	-260.05	0.000	-0.680
1.020	3	0.300	1.17	0.00	0.00	-259.99	0.000	-1.020
1.361	4	0.400	1.56	0.00	0.00	-259.93	0.000	-1.361
1.701	5	0.500	1.95	0.00	0.00	-259.88	0.000	-1.701
2.041	6	0.600	2.34	0.00	0.00	-259.82	0.000	-2.041
2.381	7	0.700	2.73	0.00	0.00	-259.76	0.000	-2.381
2.721	8	0.800	3.12	0.00	0.00	-259.71	0.000	-2.721
3.061	9	0.900	3.51	0.00	0.00	-259.65	0.000	-3.061
3.402	10	1.000	3.90	0.00	0.00	-259.60	0.000	-3.402

Maksimalverdi for element 7

maxM= 0.000 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 0.000 kN, minV= 0.000 kN
maxN= -259.596 kN, minN= -260.158 kN
maxd= 3.40152 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 8

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
3.402	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-133.96	0.000	-3.402
3.631	1	0.100	0.51	0.00	0.00	-133.88	0.000	-3.631
3.862	2	0.200	1.03	0.00	0.00	-133.81	0.000	-3.862
4.092	3	0.300	1.54	0.00	0.00	-133.73	0.000	-4.092
4.322	4	0.400	2.06	0.00	0.00	-133.66	0.000	-4.322
4.552	5	0.500	2.57	0.00	0.00	-133.59	0.000	-4.552
4.782	6	0.600	3.08	0.00	0.00	-133.51	0.000	-4.782
5.012	7	0.700	3.60	0.00	0.00	-133.44	0.000	-5.012
5.242	8	0.800	4.11	0.00	0.00	-133.36	0.000	-5.242
5.473	9	0.900	4.63	0.00	0.00	-133.29	0.000	-5.473
5.703	10	1.000	5.14	0.00	0.00	-133.22	0.000	-5.703

Maksimalverdi for element 8

maxM= 0.000 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 0.000 kN, minV= 0.000 kN
maxN= -133.217 kN, minN= -133.957 kN
maxd= 5.70321 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 9

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
0.000	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-519.01	0.000	0.000
0.679	1	0.100	0.39	0.00	0.00	-518.96	0.000	-0.679
1.358	2	0.200	0.78	0.00	0.00	-518.90	0.000	-1.358
2.037	3	0.300	1.17	0.00	0.00	-518.84	0.000	-2.037
2.716	4	0.400	1.56	0.00	0.00	-518.79	0.000	-2.716
3.395	5	0.500	1.95	0.00	0.00	-518.73	0.000	-3.395
4.074	6	0.600	2.34	0.00	0.00	-518.68	0.000	-4.074
4.753	7	0.700	2.73	0.00	0.00	-518.62	0.000	-4.753
5.432	8	0.800	3.12	0.00	0.00	-518.56	0.000	-5.432
6.111	9	0.900	3.51	0.00	0.00	-518.51	0.000	-6.111
6.789	10	1.000	3.90	0.00	0.00	-518.45	0.000	-6.789

Maksimalverdi for element 9

maxM= 0.000 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 0.000 kN, minV= 0.000 kN
maxN= -518.451 kN, minN= -519.014 kN
maxd= 6.78945 mm

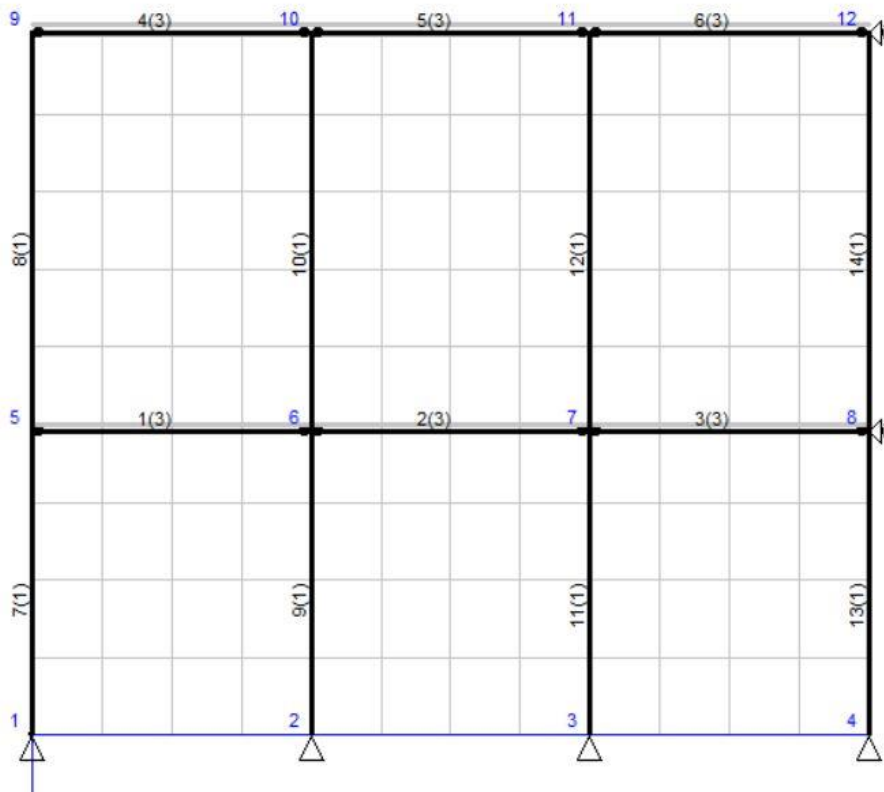
Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 10

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
6.789	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-267.17	0.000	-6.789
7.249	1	0.100	0.51	0.00	0.00	-267.10	0.000	-7.249
7.709	2	0.200	1.03	0.00	0.00	-267.03	0.000	-7.709
8.168	3	0.300	1.54	0.00	0.00	-266.95	0.000	-8.168
8.628	4	0.400	2.06	0.00	0.00	-266.88	0.000	-8.628
9.088	5	0.500	2.57	0.00	0.00	-266.80	0.000	-9.088
9.547	6	0.600	3.08	0.00	0.00	-266.73	0.000	-9.547
10.007	7	0.700	3.60	0.00	0.00	-266.66	0.000	-10.007
10.467	8	0.800	4.11	0.00	0.00	-266.58	0.000	-10.467
10.926	9	0.900	4.63	0.00	0.00	-266.51	0.000	-10.926
11.386	10	1.000	5.14	0.00	0.00	-266.43	0.000	-11.386

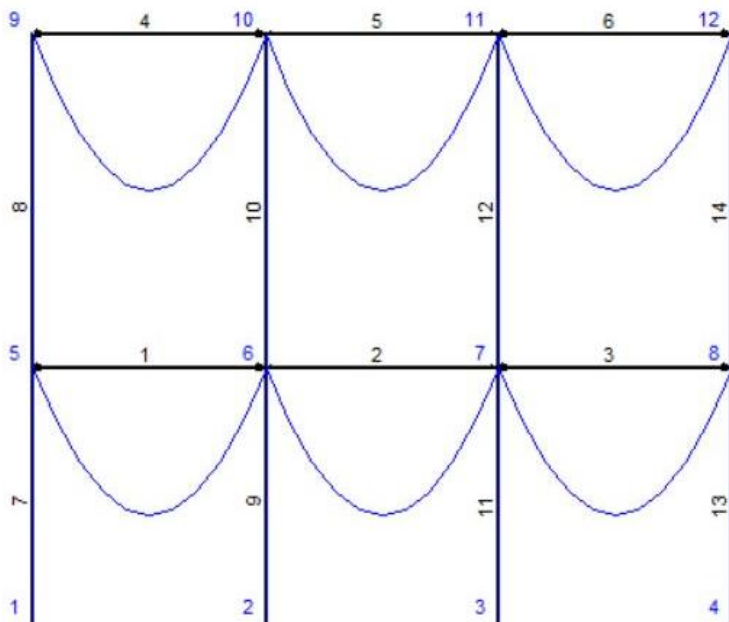
Maksimalverdi for element 10

maxM= 0.000 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 0.000 kN, minV= 0.000 kN
maxN= -266.434 kN, minN= -267.174 kN
maxd= 11.38616 mm

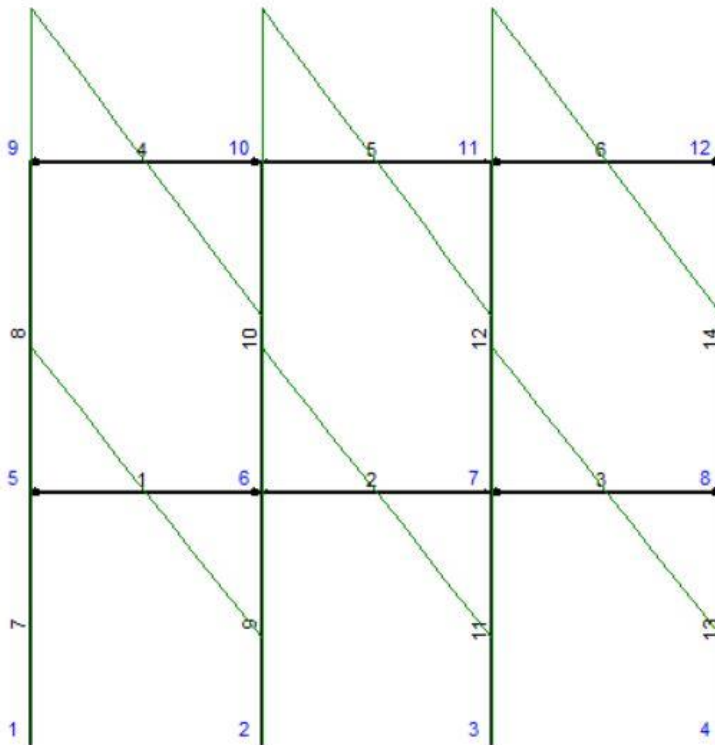
Konstruksjonen



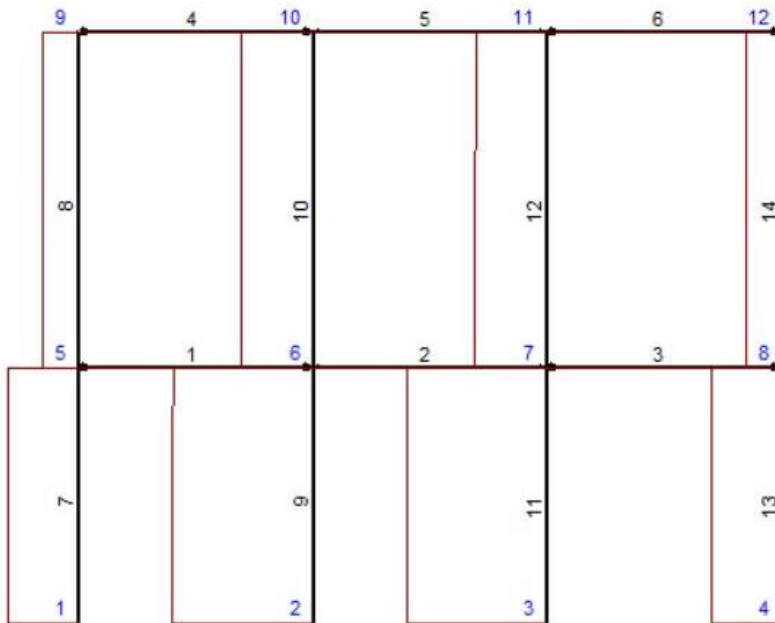
Momentdiagram



Skjærkraft



Aksialkraft



Tressøyle Grid J,13

Knutepunktsforskyvninger

Kn.P.	ux [mm]	uy [mm]	ur [rad]
1	0.00000	0.00000	0.00000
2	0.00000	0.00000	0.00000
3	0.00000	0.00000	0.00000
4	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.00000	-1.67554	0.00000
6	0.00000	-3.33772	0.00000
7	0.00000	-3.33772	0.00000
8	0.00000	-1.67554	0.00000
9	0.00000	-2.82340	0.00000
10	0.00000	-5.62705	0.00000
11	0.00000	-5.62705	0.00000
12	0.00000	-2.82340	0.00000

Opplagerkrefter

Kn.P.	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]
1	0.000	128.296	0.000
2	0.000	255.290	0.000
3	0.000	255.290	0.000
4	0.000	128.296	0.000
8	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000

Element endekrefter (globalkoordinater)

Element	FxA [kN]	FyA [kN]	MA [kNm]	FxB [kN]	FyB [kN]	MB [kNm]
1	0.000	60.737	0.000	0.000	60.737	0.000
2	0.000	60.737	0.000	0.000	60.737	0.000
3	0.000	60.737	0.000	0.000	60.737	0.000
4	0.000	66.257	0.000	0.000	66.257	0.000
5	0.000	66.257	0.000	0.000	66.257	0.000
6	0.000	66.257	0.000	0.000	66.257	0.000
7	0.000	128.296	0.000	0.000	-127.734	0.000
8	0.000	66.997	0.000	0.000	-66.257	0.000
9	0.000	255.290	0.000	0.000	-254.727	0.000
10	0.000	133.254	0.000	0.000	-132.514	0.000
11	0.000	255.290	0.000	0.000	-254.727	0.000
12	0.000	133.254	0.000	0.000	-132.514	0.000
13	0.000	128.296	0.000	0.000	-127.734	0.000
14	0.000	66.997	0.000	0.000	-66.257	0.000

Element endekrefter (lokalkoordinater)

Element	fxA [kN]	fyA [kN]	mA [kNm]	fxB [kN]	fyB [kN]	mB [kNm]
1	0.000	60.737	0.000	0.000	60.737	0.000
2	0.000	60.737	0.000	0.000	60.737	0.000
3	0.000	60.737	0.000	0.000	60.737	0.000
4	0.000	66.257	0.000	0.000	66.257	0.000
5	0.000	66.257	0.000	0.000	66.257	0.000
6	0.000	66.257	0.000	0.000	66.257	0.000
7	128.296	0.000	0.000	-127.734	0.000	0.000
8	66.997	0.000	0.000	-66.257	0.000	0.000
9	255.290	0.000	0.000	-254.727	0.000	0.000
10	133.254	0.000	0.000	-132.514	0.000	0.000
11	255.290	0.000	0.000	-254.727	0.000	0.000
12	133.254	0.000	0.000	-132.514	0.000	0.000
13	128.296	0.000	0.000	-127.734	0.000	0.000
14	66.997	0.000	0.000	-66.257	0.000	0.000

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 7

d[mm]	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
0.000	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-128.30	0.000	0.000
0.168	1	0.100	0.39	0.00	0.00	-128.24	0.000	-0.168
0.335	2	0.200	0.78	0.00	0.00	-128.18	0.000	-0.335
0.503	3	0.300	1.17	0.00	0.00	-128.13	0.000	-0.503
0.670	4	0.400	1.56	0.00	0.00	-128.07	0.000	-0.670
0.838	5	0.500	1.95	0.00	0.00	-128.01	0.000	-0.838
1.005	6	0.600	2.34	0.00	0.00	-127.96	0.000	-1.005
1.173	7	0.700	2.73	0.00	0.00	-127.90	0.000	-1.173
1.340	8	0.800	3.12	0.00	0.00	-127.85	0.000	-1.340
1.508	9	0.900	3.51	0.00	0.00	-127.79	0.000	-1.508
1.676	10	1.000	3.90	0.00	0.00	-127.73	0.000	-1.676

Maksimalverdi for element 7

maxM= 0.000 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 0.000 kN, minV= 0.000 kN
maxN= -127.734 kN, minN= -128.296 kN
maxd= 1.67561 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 8

d[mm]	n	x/l	x[m]	M[kNm]	V[kN]	N[kN]	dx[mm]	dy[mm]
1.676	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-67.00	0.000	-1.676
1.790	1	0.100	0.51	0.00	0.00	-66.92	0.000	-1.790
1.905	2	0.200	1.03	0.00	0.00	-66.85	0.000	-1.905
2.020	3	0.300	1.54	0.00	0.00	-66.77	0.000	-2.020
2.134	4	0.400	2.06	0.00	0.00	-66.70	0.000	-2.134
2.249	5	0.500	2.57	0.00	0.00	-66.63	0.000	-2.249
2.364	6	0.600	3.08	0.00	0.00	-66.55	0.000	-2.364
2.479	7	0.700	3.60	0.00	0.00	-66.48	0.000	-2.479
2.594	8	0.800	4.11	0.00	0.00	-66.40	0.000	-2.594
2.708	9	0.900	4.63	0.00	0.00	-66.33	0.000	-2.708
2.823	10	1.000	5.14	0.00	0.00	-66.26	0.000	-2.823

Maksimalverdi for element 8

maxM= 0.000 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 0.000 kN, minV= 0.000 kN
maxN= -66.257 kN, minN= -66.997 kN
maxd= 2.82311 mm

Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 9

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
0.000	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-255.29	0.000	0.000
0.334	1	0.100	0.39	0.00	0.00	-255.23	0.000	-0.334
0.668	2	0.200	0.78	0.00	0.00	-255.18	0.000	-0.668
1.001	3	0.300	1.17	0.00	0.00	-255.12	0.000	-1.001
1.335	4	0.400	1.56	0.00	0.00	-255.06	0.000	-1.335
1.669	5	0.500	1.95	0.00	0.00	-255.01	0.000	-1.669
2.003	6	0.600	2.34	0.00	0.00	-254.95	0.000	-2.003
2.336	7	0.700	2.73	0.00	0.00	-254.90	0.000	-2.336
2.670	8	0.800	3.12	0.00	0.00	-254.84	0.000	-2.670
3.004	9	0.900	3.51	0.00	0.00	-254.78	0.000	-3.004
3.338	10	1.000	3.90	0.00	0.00	-254.73	0.000	-3.338

Maksimalverdi for element 9

maxM= 0.000 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 0.000 kN, minV= 0.000 kN
maxN= -254.727 kN, minN= -255.290 kN
maxd= 3.33762 mm

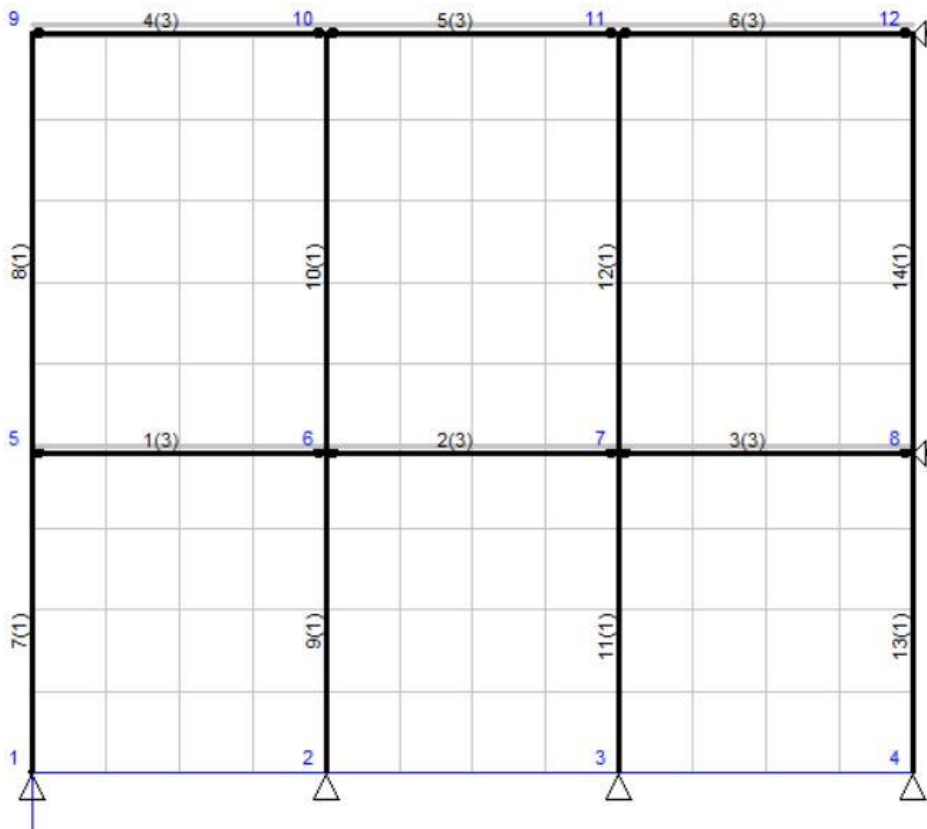
Diagrammer M, V, N, og forskyvninger d av element 10

	n	x/l	x [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	dx [mm]	dy [mm]
d [mm]								
3.338	0	0.000	0.00	0.00	0.00	-133.25	0.000	-3.338
3.567	1	0.100	0.51	0.00	0.00	-133.18	0.000	-3.567
3.796	2	0.200	1.03	0.00	0.00	-133.11	0.000	-3.796
4.025	3	0.300	1.54	0.00	0.00	-133.03	0.000	-4.025
4.254	4	0.400	2.06	0.00	0.00	-132.96	0.000	-4.254
4.483	5	0.500	2.57	0.00	0.00	-132.88	0.000	-4.483
4.711	6	0.600	3.08	0.00	0.00	-132.81	0.000	-4.711
4.940	7	0.700	3.60	0.00	0.00	-132.74	0.000	-4.940
5.169	8	0.800	4.11	0.00	0.00	-132.66	0.000	-5.169
5.398	9	0.900	4.63	0.00	0.00	-132.59	0.000	-5.398
5.627	10	1.000	5.14	0.00	0.00	-132.51	0.000	-5.627

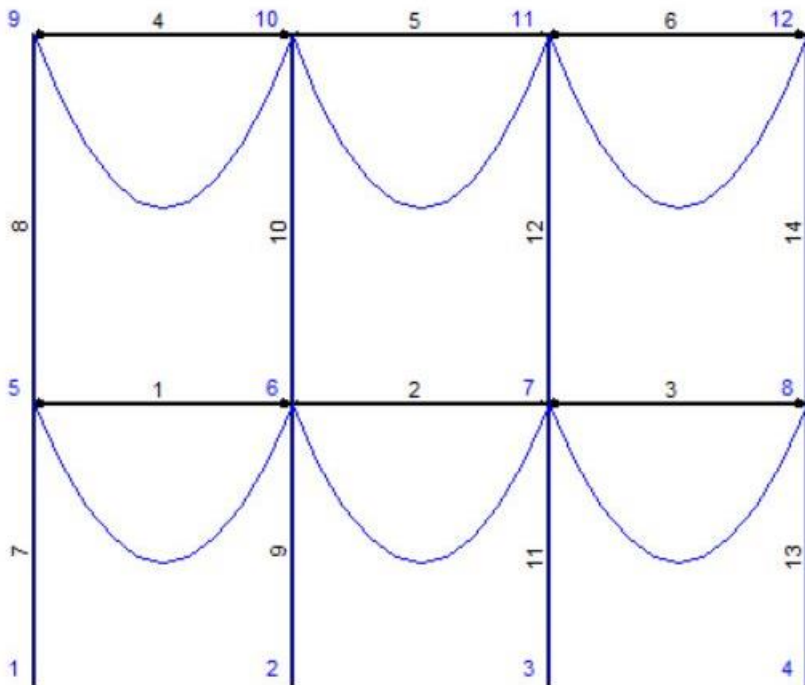
Maksimalverdi for element 10

maxM= 0.000 kNm, minM= 0.000 kNm
maxV= 0.000 kN, minV= 0.000 kN
maxN= -132.514 kN, minN= -133.254 kN
maxd= 5.62692 mm

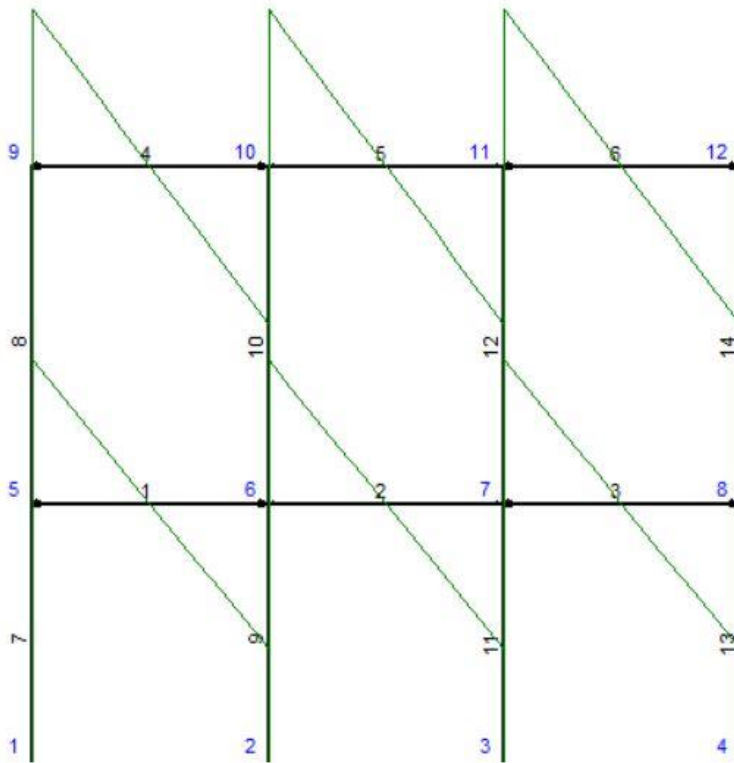
Konstruksjonen



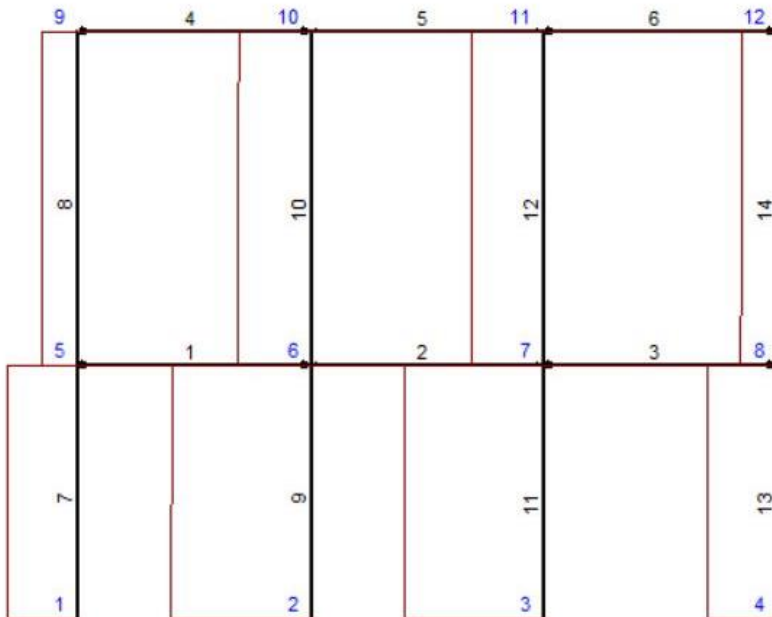
Momentdiagram



Skjærkraft



Aksialkraft





SANDWICHELEMENT

SKS Self-adhesive Foam

STADUR
MADE IN GERMANY

Product Information

SKS Self-adhesive Foam



Description:

Self-adhesive foam sandwich elements consist of an extruded polystyrene core with a self-adhesive foil on both faces. The sandwich element is protected with siliconized paper on both faces.

Properties:

- very high adhesive strength
- moisture resistant
- very good thermal insulation
- easy to work with carpet knives or metal tools

Facings:

Solvent-free, environmentally friendly transfer adhesive foil on a dispersion acrylate base on both sides. The adhesive has excellent initial adhesive strength and is ageing and UV-resistant.

Core Material:

Extruded polystyrene foam, CFC-free or CO₂ foamed, low vapour permeability, lowest water absorbance, B1 in accordance with DIN 4102. The foam core is corrugated for optimum adhesion. No dust release during processing. Core material of different thermal conductivity λ_D -value 0.029 - 0.035 is available.

Overall Thickness:

The total thickness can be freely selected in millimetre increments from 8 mm up to 80 mm.

Formats:

2000 x 1000 mm / 3000 x 1000 mm / 3000 x 1500 mm - Other formats and fixed formats are available on request

Technical Data:

Thickness: 21mm	Thickness: 25mm	Thickness: 30mm	Thickness: 40mm
U-Value (λ_D 0.035): 1.29	U-Value (λ_D 0.035): 1.13	U-Value (λ_D 0.035): 0.97	U-Value (λ_D 0.035): 0.76

Special Elements:

Stadur SKS composite elements can be supplied with optimised sound insulation values by incorporating special sound insulation panels or with intrusion-inhibiting aluminium inserts.

Note:

The Stadur Company guarantees the adhesion between the foil and the extruded polystyrene foam (the shear value of the foil is based in the foam). The Stadur Company does not accept guarantee claims for further processing with various facings. Instructions for the use of double-sided self-adhesive foils. Working temperature: The most favourable temperature for working with self-adhesive foils lies between +18C° and +35C°. In the case of glueing carried out at lower temperatures, the initial bonding of the adhesion is reduced. Surfaces: The surfaces of bonding components must be dry and clean. The inducement of surface condensation (e.g. due to transport of cold objects into a warmer environment) should be avoided. The bonding components must be free of dust, oil and solvents. Loose paint coats or surface layers must be removed or sealed. Cleaning: Use only clean cloths with substances in conjunction with solvents suitable for the materials such as petrol, alcohol, ester or ketone. High contact pressure develops full-surface contact: The contact pressure (approx. 10 - 15 N/cm²) is achieved with either a pressure roller or a platen press. Full bonding strength is achieved after a minimum of 24 hours. Avoid unnecessary loading: Joints should be so constructed that no leverage forces (joint loading) can ensue. Shear and tensile loading must be distributed over the entire surface area. Permanent peeling stress impairs the elasticity of the joint. (e.g. panels for curved surfaces must be correspondingly pre-formed). Stressing at the ends of the bonding components must be avoided. Surface characteristics: Good bonding results are achieved with smooth surfaces; rough surfaces require thicker adhesive foil. Unproblematic jointing components are: metals, high-energy plastics (eg ABS, polycarbonate, hard-PVC), smooth wood, stone and glass). Care must be taken with softened plastics. With these materials, the softening agent can alter the adhesive layer, which can impair the strength of the bond. Storage: The adhesive foils must be stored at room temperature and normal humidity (50 % - 70 %), and storage should be limited to a maximum of one year. For further information please refer to our brochure: Processing Instructions

The product colours and surfaces shown in this brochure are subject to printing variations. Should you require exact colour and surface characteristics we recommend that you ask for a sample. Technical changes reserved. All business transactions are subject to our general terms and conditions which can be viewed at www.stadur.com.





Energispareglasset som har den beste isolasjonsevnen og gir høyest innslipp av dagslys

Pilkington **Optitherm™ S3**

Dette er et avansert off-line belagt produkt med de beste varmeisolerende egenskapene blant våre energispareglass. Ved å kombinere Pilkington **Optitherm S3** og to floatglass får du en tre-lags isolerrute med unike verdier: 0,9 i U-verdi og 72 % lystransmisjon.

Lavemisjonsbelegget på glasset er like nøytralt og klart som vanlig glass, så vel i gjennomsikt som i refleksjon. Det gjør det lett å skape et lyst og trivelig miljø uten at det går på bekostning av innklimaet eller oppvarmingskostnader.

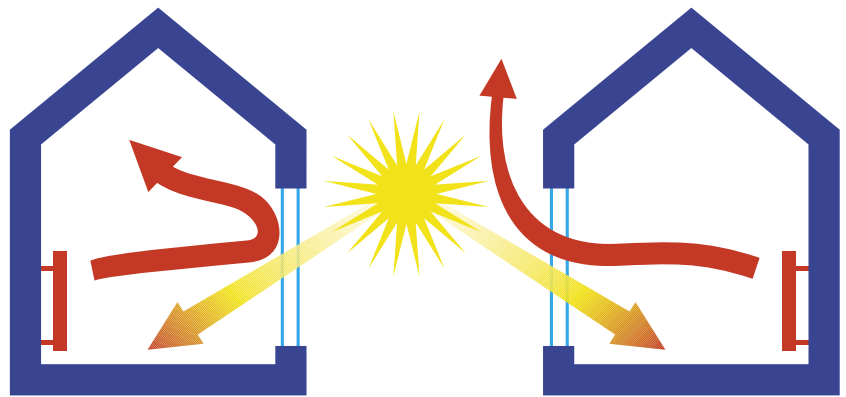


PILKINGTON

A member of NSG Group

Pilkington Optitherm™ S3

- Veldig god isolasjonsevne. Kombinert med distanselist med varmkant som gir mindre risiko for randkondens, er dette fremtidens rute for de nye lavenergihus
- Reduserer energiforbruket med 8-17 kWh/m² (avhengig av geografisk beliggenhet) for hver tiddel man senker U-verdien. En miljøvennlig måte å spare energi på.
- Lavere overflatetemperatur på glasset motvirker kaldras og kaldstråling og gir dermed et mer behagelig inneklima
- Like høyt lysinnslipp som vanlig klart glass
- Helt nøytralt i refleksjon og transmisjon
- Glasset er mykbelagt og må derfor sitte i en isolerglassrute med belegget inn mot spalten
- Kombiner gjerne med våre øvrige funksjonsglass for å oppnå bedre solbeskyttelse, støydemping og sikkerhet, eller vårt selvrensende glass for å gjøre vindusvasking enklere



Illustrasjonen viser forskjellen i funksjon mellom et gammeldags isolerglass med klart glass (til høyre), sammenlignet med energispareglass (til venstre)

- For mer informasjon, se vår hjemmeside www.pilkington.no eller glasshåndboken Glassfakta. Du kan også bygge egne kombinasjoner i vårt beregningsprogram som du kan laste ned gratis fra internett



CE-merking sikrer at et produkt er i overensstemmelse med den relevante harmoniserte europeiske normen. Mer informasjon om CE-merkingen, inkl. deklareerte verdier for våre produkter, finnes på www.pilkington.com/CE

Produktnavn Produktkode	Type	Ytelses- kode U/LT/TST med argon	Termiske ytelser U-verdi			Optiske ytelser			Solenergi			Lyd- reduksjon		
			Luft W/m ² K	Argon W/m ² K	Krypton W/m ² K	UV T _{uv} %	Dagslys LT %	LR _{ut} %	ST %	TST %	g solf.	R _w dB	R _w +C _{tr} dB	
Pilkington Optitherm S3 - energisparende glass													Tilgjengelige tykkelser 4, 6, 8 og 10 mm	
4-9-(S3)4	To-lags	1,6/80/61	1,9	1,6	1,0	26	80	13	54	61	0,61	29	25	
4-12-(S3)4	To-lags	1,3/80/61	1,6	1,3	1,1	26	80	13	54	61	0,61	29	25	
4-15-(S3)4	To-lags	1,1/80/61	1,4	1,1	1,1	26	80	13	54	61	0,61	29	25	
6-15-(S3)4	To-lags	1,1/79/59	1,4	1,1	1,1	24	79	13	52	59	0,59	33	28	
6-15-S(3)6,4L*	To-lags	1,1/78/59	1,4	1,1	1,1	2	78	13	51	59	0,59	34	28	
6(S3)-15-4	To-lags	1,1/79/57	1,4	1,1	1,1	25	79	14	53	57	0,57	33	28	
4-12-4-12-(S3)4	Tre-lags	1,0/72/56	1,3	1,0	0,8	21	72	18	47	56	0,56	31	26	
4(S3)-12-4-12-4	Tre-lags	1,0/72/54	1,3	1,0	0,8	21	72	19	47	54	0,54	31	26	
6-12-4-12-(S3)4	Tre-lags	1,0/71/53	1,3	1,0	0,8	20	71	18	45	53	0,53	35	29	
4-9-4-15-(S3)4	Tre-lags	0,9/72/55	1,1	0,9	0,8	21	72	18	47	55	0,55	31	26	
4(S3)-12-4-12-(S3)4	Tre-lags	0,7/71/50	0,9	0,7	0,5	13	71	18	42	50	0,50	31	26	
4+35+4-12-(S3)4	1+2	1,0/72/56	1,2	1,0	0,8	21	72	18	47	56	0,54	37	31	
Pilkington Activ og Pilkington Optitherm S3 – kombinasjon av selvrensende og energisparende glass														
A4-15-S(3)4	To-lags	1,2/75/58	1,4	1,2	1,1	19	75	18	51	58	0,58	29	25	
A4-12-4-12-S(3)4	Tre-lags	1,0/68/53	1,3	1,0	0,8	16	68	23	45	53	0,53	31	26	
Referanseverdier for Pilkington Optifloat Clear, vanlig floatglass														
4-15-4	To-lags	2,6/81/76	2,8	2,6	2,6	45	81	15	70	76	0,76	29	25	
4-12-4-12-4	Tre-lags	1,8/73/68	1,9	1,8	1,6	35	73	20	59	68	0,68	31	26	

Alle data i tabellen er beregnet i hht. EN 410 og EN 673. Alle produkter er dessuten CE-merket, unntatt de kombinasjonene som har en * etter produktkoden (de vil bli CE-merket senere).

Forklaringer til tabellrubrikkene og kodene finner du i Glassfakta

Mars 2007



PILKINGTON

info@pilkington.no – www.pilkington.no

BASISOPPSETT

Først velg byggtipe, enheter og oppgi byggets brutto gulvareal (BTA). Du kan redigere data på arket "DATA" eller laste opp til One Click LCA. Flere instruksjoner: <https://www.oneclicklca.com/support/customer-support/tool-guidance-ns-3720/>

GENERELLE INNSTILLINGER

SPRÅK	Norsk
ENHETER	Metrisk

BYGGPARAMETRE

BYGGTYPE	Hoyskole/universitet	
ENERGIPROFIL	Passivhus Norge	
LOKALKLIMA: ÅRSMIDDELTEMPERATUR (KUN FOR PASSIVHUS)	6,3	° C
LOKALKLIMA: DIMENSJONERENDE SOMMERTEMPERATUR (DUTs)	26,7	° C
BRUTTOAREAL (BTA)	3 813	m2
BRUKSAREAL (BRA)	3 638	m2
OPPVARMET BRUKSAREAL (Oppv BRA)	3 638	m2
ANTALL ETASJER TOTALT	2	
ANTALL IKKE OPPVARMEDE UNDERJORDISKE ETASJER	0	
ANTALL OPPVARMEDE UNDERJORDISKE ETASJER	0	
ANTALL ETASJER OVER BAKKEN	2	

BEREGNINGSTILPASNING

FUNDAMENT	X
STENDERVERK OG KLEDNING	X
INNERVEGGE	X
INTERIØRMATERIALER	X

BYGNINGSDEL	MATERIALEVALG	REGNET UT	FAKTISKT (JUSTER)	MODIFISERT?
FUNDAMENT	Fundament	3 813	3 813	m2
FROSTISOLERING	EPS Insulation, 10-2400 mm, 600 x 1200 mm, 0.031 W/m2K, 16 kg/r	150	150	m3
UNDERJORDISK VEGG #1	Murte lettklinkerblokker, inkl. utvendig mineralullisolasjon	0	0	m2
UNDERJORDISK VEGG #2	Sandwich element betong, inkl. EPS isolasjon	0	0	m2
YTTERVEGG #1	Bindingsverksveggsystem, inkl. mineralullisolasjon	749	749	m2
YTTERVEGG #2	Murte lettklinkerblokker, inkl. utvendig mineralullisolasjon	107	107	m2
YTTERVEGG #3	Betongvegg, inkl. utvendig mineralullisolasjon	214	214	m2
YTTERVEGG #4	Sandwich element betong, inkl. EPS isolasjon	0	0	m2
YTTERVEGG #5	Sandwich element stål, inkl. mineralullisolasjon	0	0	m2
KLEDNING #1	Malet eller farget trebekledning	0	0	m2
KLEDNING #2	Murstein, inkl. mørtel	856	856	m2
KLEDNING #3	Aluminium rammesystem og glass	0	0	m2
KLEDNING #4	Fiber sement platebekledning	214	214	m2
KLEDNING #5	Stålplater, inkl. beleg	0	0	m2
VINDUER	Vinduer	691	691	m2
YTTERDØRER	Ytterdørr	36	36	m2
GULV PÅ GRUNN	Betonggrunndek	1 907	1 907	m2
DEKKE #1	Betongdekke system, inkl. mineralullisolasjon	1 907	1 907	m2
DEKKE #2	Trebjelkelag, inkl. mineralullisolasjon	0	0	m2
TAK #1	Tretak system, inkl. mineralullisolasjon	0	0	m2
TAK #2	Betongtak system, inkl. mineralullisolasjon	1 907	1 907	m2
TAK #3	Ståltak system, inkl. mineralullisolasjon	0	0	m2
SØYLER #1	Stålsøyle	25 467	25 467	kg
SØYLER #2	Betongsøyle	60 030	60 030	kg
SØYLER #3	Tresøyle	0	0	kg
BJELKER #2	Stålbjelke	29 106	29 106	kg
BJELKER #1	Betongbjelke	69 126	69 126	kg
BJELKER #3	Trebjelke	0	0	kg
TAK #1	Betong takstein	0	0	m2
TAK #2	Dobbelt lag av asfalt takmembran	1 907	1 907	m2
INNERVEGG #1	Bindingsverksvegg, 100mm trestender, inkl. mineralullisolasjon	0	0	m2
INNERVEGG #2	Bindingsverksvegg, 100mm stålstender, inkl. mineralullisolasjon	1 762	1 762	m2
INNERVEGG #3	Bindingsverksvegg, 70mm trestender, inkl. mineralullisolasjon	0	0	m2
INNERVEGG #4	Bindingsverksvegg, 70mm stålstender, inkl. mineralullisolasjon	0	0	m2
INNERVEGG #5	Leca blokk vegg, inkl. mørtel	126	126	m2
INNERVEGG #6	Invendig betongvegg, inkl. forsterkning og fyllstoff	252	252	m2
INNERVEGG #7	Glassvegg med treramme	126	126	m2
INNERVEGG #8	Tre dør	252	252	m2
GULV #1	Parkett	364	364	m2
GULV #2	Vinyl	364	364	m2
GULV #3	Linoleum	2 547	2 547	m2
GULV #4	Teppe	0	0	m2
GULV #5	Fliser	364	364	m2
HIMLING #1	Gipsplater	1 091	1 091	m2
HIMLING #2	Trahimling	0	0	m2
HIMLING #3	Akustisk himling	2 547	2 547	m2
HIMLING #4	Gipsplater	0	0	m2
BALKONGER #1	Balkoni av tra	0	0	m2
BALKONGER #2	Balkoni av betong	0	0	m2
TRAPP OG HEIS	Betong for trapper og heisaksler	0	0	kg
ELEKTRISITET	Elektrisitet, Norge, 60 års prognostisert gjennomsnitt	185 548	185 548	kWh
KJØLING	Elektrisitet, Norge, 60 års prognostisert gjennomsnitt	15 235	15 235	kWh
VARMEPUMPE	Elektrisitet, Norge, 60 års prognostisert gjennomsnitt	22 930	22 930	kWh
DIREKTE ELEKTRISK VARME	Elektrisitet, Norge, 60 års prognostisert gjennomsnitt	41 343	41 343	kWh
BRUTTOAREAL	BRUTTOAREAL (BTA)		3 813	m2
BRUKSAREAL	GROSS INTERNAL FLOOR AREA (IPMS/RICS)		3 638	m2
OPPVARMET BRUKSAREAL	OPPVARMET BRUKSAREAL (Oppv BRA)		3 638	m2

SINTEF bekrefter at

ROCKWOOL REDAir FLEX og REDAir MULTI

er vurdert å være egnet i bruk og tilfredsstiller krav til produktdokumentasjon i henhold til Forskrift om omsetning og dokumentasjon av produkter til byggverk (DOK) og Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK), for de egenskaper, bruksområder og betingelser for bruk som er angitt i dette dokumentet

1. Innehaver av godkjenningen

AS Rockwool
 Gjerdrums vei 19
 0484 Oslo
www.rockwool.no

2. Produktbeskrivelse

2.1 Generelt

ROCKWOOL REDAir FLEX og REDAir MULTI er systemer for utvendig varmeisolasering av yttervegger. Fig. 1 og 2 viser prinsipiell oppbygning. Hovedkomponenter i systemene er isolasjonsplater av steinull samt lektor av tre (REDAir FLEX LVL) eller lektor av stål (REDAir MULTI MR). REDAir Skruer forbinder lektene til den bakenforliggende veggkonstruksjonen. For å sikre friksjon mellom steinullen og trelektor brukes friksjonsplater. For REDAir MULTI har stållektene utstansede tenner som sikrer friksjon mot steinullen.

2.2 REDAir Plater

REDAir Plater består av steinull med produkttegenskaper som angitt i pkt. 4, tabell 2. Platene har bredde 600 mm og lengde 1 000 mm. Platene leveres i tykkelser fra 100 mm til 250 mm. Med isolasjonstykkelse 300 mm og 350 mm legges plater i to lag med forskjøvne skjøter.

2.3 REDAir FLEX LVL lektor og friksjonsplater

REDAir FLEX LVL Lektor består av parallellfinér i dimensjon 27 mm x 97 mm med standard lengde 3000 mm. Lektene er trykkimpregnert med en brannbeskyttende væske, og har en vekt på ca. 1,8 kg/m. Lektene monteres vertikalt, og festes med REDAir FLEX Skruer (fig. 1).

REDAir FLEX friksjonsplater er 84 x 96 mm spikerplater av stål som festes til lektene med to skruer og monteres i avstand c/c 1000 mm.

2.4 REDAir MULTI MR lektor

REDAir MULTI Lektor består av kanalprofiler av varmgalvanisert stål i dimensjon 30 mm x 100 mm og med godstykkelse 1,25 mm. Standard lengde er 2998 mm. Vekt ca. 6,5 kg/m. Lektene monteres vertikalt, og festes med REDAir FLEX skruer og tilhørende skrueklips. (fig. 2).

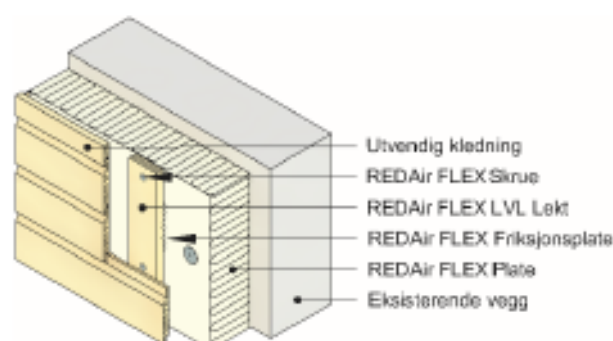


Fig. 1
 Prinsipiell uforelse av ROCKWOOL REDAir FLEX monteret på eksisterende veggkonstruksjon. Eksempel med utvendig trekledning

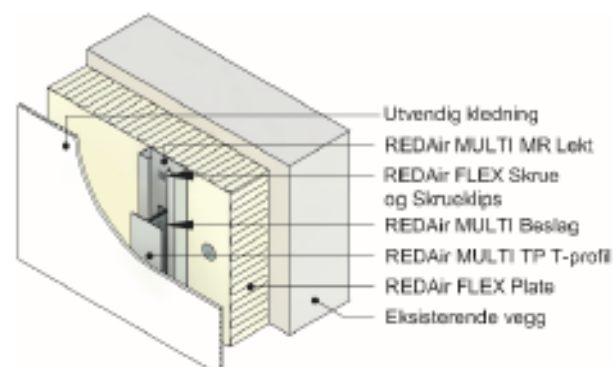


Fig. 2
 Prinsipiell uforelse av ROCKWOOL REDAir MULTI monteret på eksisterende veggkonstruksjon. Eksempel med utvendig platekledning

Med REDAir MULTI lektor festes utvendig kledning til REDAir MULTI TP, som er 50 mm brede T-profiler av aluminium og er forbundet til lektene via REDAir MULTI FB eller SB aluminiumsbeslag.

2.5 Øvrige komponenter

Til isolasjonssystemene leveres også:

- REDAir FLEX Skruer med skruediameter 6 mm for feste av isolasjonsplatene til veggen bak. Skruetypen tilpasses veggmaterialet.
- REDAir FLEX DISC 54 mm festebrikker av plast for midlertidig feste av isolasjonsplatene.
- REDAir LINK hardpressede steinullplater og skruer for innsetting av vinduer.

3. Bruksområder

ROCKWOOL REDAir FLEX og REDAir MULTI kan anvendes på alle typer bygninger. For bygninger over 8 etasjer må det brukes REDAir MULTI MR lektet. Systemet kan brukes både i nye bygninger og i rehabiliteringsprosjekter. Anbefalte krav til aktuelle bakvegger er vist i tabell 1.

Tabell 1
Anbefalte krav til aktuelle bakvegger for montasje av ROCKWOOL REDAir FLEX og REDAir MULTI

Bakvegg	Krav
Betong	Tykkelse >100 mm Trykkstyrke >20 MPa
Massiv tegl	Tykkelse 104 mm (1/2 stein)
Porebetong	Tykkelse >100 mm Trykkstyrke >3 MPa
Lettklinkerblokker	Tykkelse >100 mm Trykkstyrke >3 MPa
OSB-plater	Tykkelse >15 mm Kvalitet OSB/3 i henhold til EN 13986
Kryssfinerplater	Tykkelse 15 mm Kvalitet i henhold til EN 638-2
Massivtre	Tykkelse >32 mm Ytterlameller i sortering min. C18

4. Egenskaper

4.1 REDAir Plate

Produktegenskaper for ROCKWOOL REDAir Plate er vist i tabell 2. Brannteknisk klassifisering er angitt i pkt. 4.3.

Tabell 2
Produktegenskaper for ROCKWOOL REDAir Plate med klasser og beskrivelseskode i henhold til EN 13162

Egenskap	Beskrivelseskode
Varmekonduktivitet	$\lambda_D = 0,033 \text{ W/(mK)}$
Tykkelsestoleranse	T3
Trykkfasthet	CS(10)10
Dimensjonsstabilitet	DS(70,90)
Korttids vannabsorpsjon	$\leq 1 \text{ kg/m}^2$
Vanndampgjennomgang	$\mu = 1$

4.2 Varmeisolering

Tabell 3 viser eksempler på beregnede U-verdier for ytterveggkonstruksjoner med REDAir FLEX og REDAir MULTI, montert i ulike tykkelser og på forskjellige typer bakvegger. Ved beregning av U-verdiene i tabellen er det tatt hensyn til anblåsing mot mineralullplatene, som følge av at platene monteres uten vindspærre.

Tabell 3 viser U-verdier for to alternative utførelser. Den første kolonnen gjelder for vegger med normal luftet kledning med full åpning oppe og nede, og med åpen isolasjon ved veggjørnene.

Den andre kolonnen gjelder beregnede U-verdier under følgende forutsetninger:

- Spalteåpningene oppe og nede for lufting av kledningen er redusert til 25 % av luftespaltetykkelsen
- Isolasjonen er tettet mot luftgjennomstrømming ved veggjørnene som angitt i pkt. 6.4 og fig. 3
- Midlertidige montasjeskruer for feste av isolasjonsplatene er fjernet

Tabell 3
Eksempler på beregnet, total varmegjennomgangskoeffisient (U-verdi) for vegger med REDAir FLEX eller REDAir MULTI montert på ulike typer bakvegger

Bakvegg ¹⁾	Tykkelse til REDAir FLEX Plate (mm)	U-verdi (W/m²K)	
		Fasadekledning med normal lufting	Fasadekledning med Innsnevret lufting
150 mm homogen betong	100	0,33	0,31
	150	0,25	0,22
	200	0,21	0,17
	250	0,19	0,14
	300	0,17	0,13
100 mm massivtre	100	0,27	0,25
	150	0,21	0,19
	200	0,18	0,15
	250	0,17	0,13
150 mm massivtre	100	0,24	0,23
	150	0,20	0,18
	200	0,17	0,15
	250	0,16	0,13
98 mm bindingsverk av tre, isolert med 100 mm Flexl A-plater	100	0,20	0,19
	110		0,18
	150	0,17	0,15
	200	0,15	0,13
123 + 48 mm bindingsverk av tre, isolert med totalt 175 mm Flexl A-plater	100	0,15	0,15
	150	0,14	0,12
	200	0,13	0,11
	250	0,12	0,096
148 + 48 mm bindingsverk av tre, isolert med totalt 200 mm Flexl A-plater	100	0,14	0,14
	150	0,13	0,12
	200	0,12	0,10
	250	0,12	0,092
198 + 48 mm bindingsverk av tre, isolert med totalt 250 mm Flexl A-plater	100	0,13	0,12
	150	0,12	0,10
	200	0,11	0,093
	250	0,11	0,085
Bindingsverk av 200 mm I-profiler av tre og 48 mm påføring, isolert med totalt 250 mm Flexl A-plate	100	0,12	0,11
	150	0,11	0,10
	200	0,11	0,090
Bindingsverk av 300 mm I-profiler av tre og 48 mm påføring, isolert med totalt 350 mm Flexl A-plate	100	0,10	0,090
	150	0,091	0,082
	200	0,089	0,075
	250	0,090	0,070

¹⁾ For bindingsverk av tre er det forutsatt 48 mm stendere i avstand c/c 600 mm

4.3 Egenskaper ved brannpåvirkning

Hovedkomponentene i REDAir FLEX og MULTI har følgende brantekniske klassifisering i henhold til EN 13501-1:

- REDAir Plate: A2-s1,d0
- REDAir FLEX LVL lekt: B-s1,d0
- REDAir MULTI MR lekt: A1

Lektenes bidrag til brannspredning er vurdert å være lite, og gir derfor ingen begrensning i bruksområdet for REDAir FLEX og MULTI utover det som er angitt i pkt. 3. Mulighet for brannspredning og eventuell begrensning i bruksområde avgjøres av kledningsmaterialet.

5. Miljømessige forhold

5.1 Helse- og miljøfarlige kjemikalier

Komponentene inneholder ingen prioriterte miljøgifter, eller andre relevante stoffer i en mengde som vurderes som helse- og miljøfarlige. Prioriterte miljøgifter omfatter CMR, PBT og vPvB stoffer.

5.2 Avfallshåndtering/gjenbruksmuligheter

AS Rockwool har en returordning for steinull fra byggeplass. Ved endt livsløp skal steinull for øvrig sorteres som restavfall og leveres til godkjent avfallsmottak for deponering. Øvrige komponenter skal sorteres som trevirke og metall, og leveres til godkjent avfallsmottak der de kan material- eller energigjenvinnes.

5.3 Miljødeklarasjon

Det er utarbeidet miljødeklarasjon (EPD) i henhold til EN 15804 for REDAir Plater. For full miljødeklarasjon vises til NEPD-00131E, rev1, <https://epd-norge.no/>.

6. Betingelser for bruk

6.1 Prosjektering av veggfester

Maksimal antall skruer og plassering av skruer for feste av REDAir Plater skal bestemmes på grunnlag av vindhastighet på stedet, bygningens høyde, type bakvegg og vekt av kledningsmaterialet. Festene prosjekteres i henhold til AS Rockwools beregningsprogrammer for REDAir FLEX og MULTI.

For isolasjonsplatene monteres skal uttrekkskapasiteten til REDAir Skruer i den aktuelle bakveggen prøves slik anvisningene til AS Rockwool beskriver.

6.2 Utvendig kledning

Utvendig kledning skal være uten åpne skjoter og helt tett mot inndrev av slagregn over hele fasaden.

Festemidler til utvendig kledning skal ha korrosjonsbeskyttelse tilsvarende varmforsinket, rustfritt eller syrefast stål.

U-verdier som angitt i pkt. 4.2 for vegger med innsnevret lufting av fasadekledningen kan anvendes dersom luftespalteåpningene langs topp og bunn av fasaden reduseres til 25 % av luftespaltetykkelsen. Se prinsipp i fig. 3.

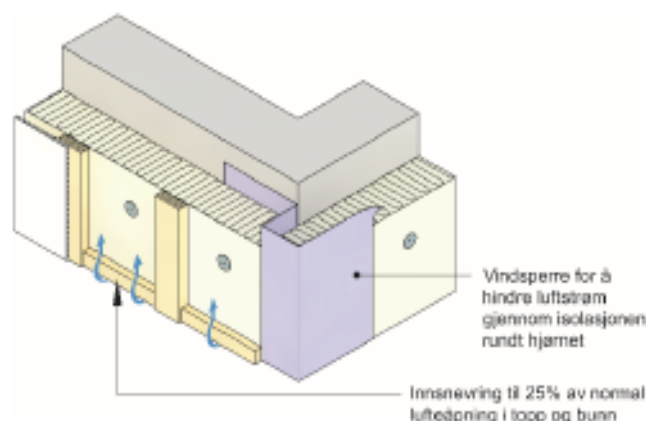


Fig. 3
Prinsipp for innsnevring av luftespalte bak fasadekledningen. Detaljert utforming prosjekteres spesifikt for hvert enkelt byggeprosjekt.

6.3 Konstruksjonsdetaljer

Konstruksjonsdetaljer for vindusinnsetting, gjennomføringer og avslutninger mot andre bygningsdeler må tilpasses den aktuelle ytterkledningen og prosjekteres spesielt for hvert enkelt byggeprosjekt.

Prinsipielle konstruksjonsdetaljer er vist i "Standard konstruksjonsdetaljer for ROCKWOOL REDAir tilhørende SINTEF Teknisk Godkjenning nr. 2549". Den versjonen av konstruksjonsdetaljene som til enhver tid er arkivert hos SINTEF utgjør en formell del av godkjenningen.

6.4 Montasje

REDAir Plater må monteres uten innbyrdes glipper. To av sidene på REDAir Plater er mer fleksible enn de to andre sidene, og er markert med en strek. Sidene med strek skal presses mot umarkerte platesider. Platene monteres normalt vertikalt. REDAir Plater festes midlertidig til bakvegg med REDAir Skruer og REDAir FLEX Disc. Skruene er forutsatt fjernet når lektene er festet, for å minimere antall kuldebroer.

Feste av lekter til bakvegg med REDAir Skruer skal gjøres i henhold til beregnet antall, plassering og forankringsdybde i bakvegg som er utarbeidet spesifikt for hvert enkelt byggeprosjekt, se pkt. 6.1. I bakvegg av betong eller murverk må det forbores med 6,5 mm bor.

For REDAir FLEX forsenkes skruhodet 1-3 mm inn i trelekten. For REDAir MULTI er korrekt posisjon av skruen når den «klikkes» fast i bunden av hylsen.

For å redusere effekten av anblåsing mot REDAir Plater anbefales det å montere en vindspærre rund kanten av isolasjonsplatene ved utvendige vegg hjørner som vist i fig. 3. Det er en betingelse for å kunne bruke de laveste U-verdiene i tabell 3.

6.5 Montasje på trebaserte plater

Ved montering av REDAir FLEX og REDAir MULTI på bygningsplater av kryssfiner eller OSB i bakvegg må platene ha vært beskyttet mot nedbør og være tørre når REDAir Plater monteres.

7. Produkt- og produksjonskontroll

REDAir Plater produseres av AS Rockwool, Industrivej 9, 6580 Vamdrup, Danmark.

Øvrige komponenter produseres i henhold til spesifikasjoner som er angitt i kontrollbeskrivelsen for SINTEF Teknisk Godkjenning nr. 2549.

Innehaver av godkjenningen er ansvarlig for produksjonskontrollen for å sikre at komponentene blir produsert i henhold til de forutsetninger som er lagt til grunn for godkjenningen.

Godkjenningen er underlagt overvåkende produkt- og produksjonskontroll i henhold til kontrakt om SINTEF Teknisk Godkjenning.

8. Grunnlag for godkjenningen

Godkjenningen er basert på en vurdering av konstruksjonssystemet og egenskaper som er dokumentert i følgende rapporter:

- SINTEF Byggforsk. Rockwool REDAir. Måling av deformasjon. Rapport 3D041310. Oslo, 08.01.2013.
- SINTEF Byggforsk. Rockwool REDAir. Vurdering av fuktsikkerhet. Rapport 3D041310. Oslo, 02.01.2013.
- Statens Proving (SP) Bestämning av regntätthet. Rapport P705701A del 1-3. Borås, 2008-04-11.
- Statens Proving (SP) Bestämning av regntätthet. Rapport P705701B del 1-2. Borås, 2008-04-08.
- Regnestuen Aps. Redegjørelse for bæreevne af Rockwool Flexsystem 3. Rødovre, 11.01.2013, Danmark.
- Danish Institute of Fire and Security Technology. Test report 21 mm FT Anti Burn Plywood. Padborg, Jan. 2010
- Rambøll. REDAir FLEX. Calculation model for design. Rapport av 23.08.2016

- Rambøll. REDAir MULTI. Calculation model for design. Rapport av 06.02.2017
- SINTEF Byggforsk. Beregning av U-verdier for Flex Systemvegg. Oppdragsrapport 102000496. Oslo, 03.04.2013
- SINTEF Byggforsk. Beregnede U-verdier for TG 2549, revisjon 2018. Notat av 18.06.2018

9. Merking

REDAir FLEX og REDAir MULTI skal merkes med produsent- og produktnavn foruten at mineralullplatene er CE-merket i henhold til EN 13162. Det kan også merkes med godkjenningsmerke for SINTEF Teknisk Godkjenning nr. 2549.



Godkjenningsmerke

10. Ansvar

Innehaver/produsent har det selvstendige produktansvar i henhold til gjeldende rett. Krav kan ikke fremmes overfor SINTEF utover det som er nevnt i NS 8402.

for SINTEF

Hans Boye Skogstad
Godkjenningsleder

FORPROSJEKT - RAPPORT

FOR BACHELOROPPGAVE

TITTEL:

Dimensjonering og materialvalg med hensyn på klimagassutslipp.

KANDIDATNUMMER(E):

JOACHIM SÆTREN -
ANDERS UTVÆR -
KIM DAGSLAND -

DATO:

16.01.19

EMNEKODE: *

IB303312

EMNE:

Bacheloroppgave (Bygg)

DOKUMENT TILGANG:

- Åpen

STUDIUM:

BACHELOR I INGENIØRFAG - BYGG

ANT SIDER/VEDLEGG:

/

BIBL. NR:**OPPDRAKSGIVER(E)/VEILEDER(E):**

PEAB K. Nordang – Elise Kristin Gjermundrød
NTNU – Max Ingar Mørk

OPPGAVE/SAMMENDRAG:

Oppgaven tar for seg dimensjonering og materialvalg av det nye mediehuset i Volda. Målet er å finne løsninger som gir 25% mindre klimagassutslipp i forhold til et referansebygg etter gjeldende TEK17. Mediehuset skal opprettholde passivhus standarden, men det vil også være viktig å oppnå krav til lyd og brann. I klimagassbegringene skal produksjon, transport, vedlikehold og driftfase tas hensyn til. Vi tar for oss flere typer materialer for å kunne sammenligne klimagassutslippene.

Postadresse

Høgskolen i Ålesund
N-6025 Ålesund
Norway

Besøksadresse

Larsgårdsvegen 2
Internett
www.hials.no

Telefon

70 16 12 00

Epostadresse

postmottak@hials.no

Telefax

70 16 13 00

Bankkonto

7694 05 00636

Foretaksregisteret

NO 971 572 140

INNHOOLD

INNHOOLD	2
1 INNLEDNING	3
2 PROSJEKTORGANISASJON	3
2.1 PROSJEKTGRUPPE	3
2.1.1 Oppgaver for prosjektgruppen – organisering	3
2.2 STYRINGSGRUPPE (VEILEDER OG KONTAKTPERSON OPPDRAGSGIVER)	4
3 AVTALER	4
3.1 AVTALE MED OPPDRAGSGIVER	4
3.2 ARBEIDSSTED OG RESSURSER	4
3.3 GRUPPENORMER – SAMARBEIDSREGLER – HOLDNINGER	5
4 PROSJEKTBESKRIVELSE	5
4.1 PROBLEMSTILLING - MÅLSETTING – HENSIKT	5
4.2 KRAV TIL LØSNING ELLER PROSJEKTRESULTAT – SPESIFIKASJON	6
4.3 PLANLAGT FRAMGANGSMÅTE FOR UTVIKLINGSARBEIDET – METODE	6
4.4 INFORMASJONSINNSAMLING – UTFØRT OG PLANLAGT	7
4.5 VURDERING – ANALYSE AV RISIKO	7
4.6 HOVEDAKTIVITETER I VIDERE ARBEID	7
4.7 FRAMDRIFTSPLAN – STYRING AV PROSJEKTET	8
4.7.1 Hovedplan	8
4.7.2 Styringshjelpemidler	8
4.7.3 Utviklingshjelpemidler	8
4.7.4 Intern kontroll – evaluering	8
4.8 BESLUTNINGER – BESLUTNINGSPROSESS	8
5 DOKUMENTASJON	9
5.1 RAPPORTER OG TEKNISKE DOKUMENTER	9
6 PLANLAGTE MØTER OG RAPPORTER	9
6.1 MØTER	9
6.1.1 Møter med prosjektgruppen	9
6.1.2 Prosjekt møter	9
7 PLANLAGT AVVIKSBEHANDLING	9
VEDLEGG	10

1 INNLEDNING

Byggebransjen har i dag blitt mer og mer påvirket av miljøspørsmålene. Vi ser i dag at flere byggherrer vil at deres prosjekt skal bidra til et bedre miljø. Med bakgrunn i dette har vi valgt å kunne se på miljøpåvirkningene til de forskjellige materialene. Vi har tatt bakgrunn i tegningene fra arkitekten av det nye mediehuset i Volda. Her har byggherre satt krav om at bygget skal ha 25 % mindre klimagassutslipp i forhold til gjeldene Tek 17. Bygget skal også ha passivhus standarden.

Oppgaven går ut på å velge materialer innen gjeldene krav. Materialenes klimagassutslipp skal beregnes helt fra råmaterialet blir omdannet, transportert og satt i bruk i den gjeldende bygningen.

2 PROSJEKTORGANISASJON

2.1 *Prosjektgruppe*

Studentnummer

Anders Utvær – 476147

Kim Dagsland – 997485

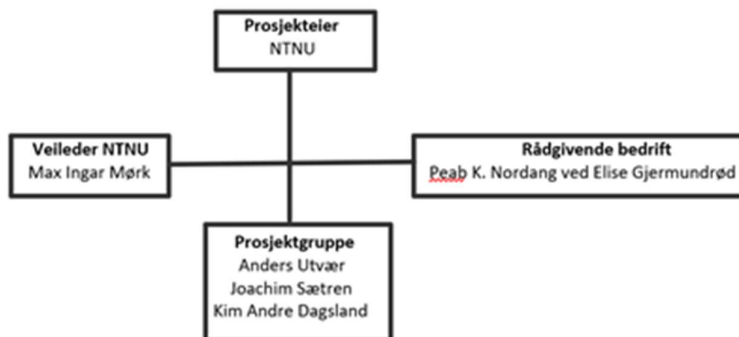
Joachim Sætren – 997515

2.1.1 Oppgaver for prosjektgruppen – organisering

Prosjektgruppen har en flat arbeidsstruktur. Oppgavene vil bestå av å gjennomføre prosjektet, både hovedmål og delmål, til angitt tid og innenfor gitte rammer. Hvert medlem har like stort ansvar for at målene i prosjektet blir oppnådd.

Utover i prosjektet kan enkelte temaer/oppgaver bli fordelt til enkeltpersoner i gruppen, det er da forventet at medlemmet som får oppgaven, tar ansvaret for at denne oppgaven blir utført.

2.2 Styringsgruppe (veileder og kontaktperson oppdragsgiver)



3 AVTALER

3.1 Avtale med oppdragsgiver

Avtale mellom oppdragsgiver, NTNU og studenter er signert. Se vedlegg 1.

3.2 Arbeidssted og ressurser

Gruppen har avtalt oppfølgingsmøte med bedriften en gang i måneden. Støtte utenom dette blir tatt med veileder. Vi vil under møtet med bedriften vise til hva som er gjort hittil i prosjektet, om vi holder tidsfrister på alle delmål, eller om det er nødvendig å oppdatere fremdriftsplanen. Gjennomgang av spørsmål tilknyttet prosjektet vil også bli gjort her.

PEAB har ingen mulighet til å stille med kontor, så mesteparten av prosjektet vil bli utført på skolen.

Vi fikk tildelt arbeidstegninger fra PEAB som er konfidensielle. Det er kun gruppemedlemmer samt veileder som skal benytte seg av disse.

3.3 Gruppenormer – samarbeidsregler – holdninger

Det er visse krav som settes til gruppemedlemmene. For å holde en fin flyt gjennom hele prosjektet skal alle deltagerne møte til avtalte tider, holde tidsfrister satt til utdelt(e) oppgave(r) og bør kunne jobbe relativt selvstendig. Alle skal følge etiske retningslinjer. For å unngå konflikter er det viktig at medlemmene har tillit til hverandre. Delegering av arbeid skal gjøres på en rettferdig måte.

God kommunikasjon innad i gruppen er viktig for å oppnå best resultat og gir samtidig en tilhørighetsfølelse mellom medlemmene i gruppen.

4 PROSJEKTBEKRIVELSE

4.1 Problemstilling - målsetting – hensikt

Problemstilling til oppgaven er om det lar seg gjøre å prosjektere et mediehus som gir 25% reduisering av klimagassutslipp i forhold til et referansebygg etter gjeldende krav til Tek 17. Hovedmålet er å finne en løsning som gir minst mulig CO2 ekvivalenter for produksjon, transport, vedlikehold og driftsfase.

For å oppnå dette resultatet er det nødvendig å se på ulike bygningsmaterialer innen gitte krav til klimagassutslipp, lyd og brann.

Vi vil her fokusere på materialer som massiv tre, plasstøpt betong og bubbledeck. Forskning på hver av disse materialene vil utgjøre et delmål/milepæl i oppgaven, og resultatene skal samles sammen for å danne en konklusjon som viser hvilket material som gir løsning til problemstillingen.

Prosjektets resultatmål er å oppnå krav til passivhus i henhold til NS 3701, slik at det i drift ikke har noe bruk for fossile energibærere. I et brukerperspektiv skal det gi gode effektmål i form av mindre energibehov og driftskostnader.

4.2 Krav til løsning eller prosjektresultat – spesifisering

Det er flere krav som må oppfylles for at prosjektet skal bli fullført. Oppgaven baserer seg i stor grad rundt et dataprogram (One Click LCA) som er et program brukt for å måle klimagassutslipp til ulike bygningsmaterialer. En ny norsk standard, NS 3720 har kommet for at man skal kunne utføre klimagassberegninger på byggverk. Denne standarden er implantert i programvaren og skal gi riktige resultater på utslipp fra de ulike materialene.

Bygget skal prosjekteres i henhold til NS 3701, som er kriteriet for passivhus og lavenergibygninger. Resultatet blir et miljøvennlig bygg med høy kvalitet, godt innneklima og ekstremt lavt energibehov. Det stilles krav til varmetap og oppvarmingsbehov, så et delmål av oppgaven blir å energiberegne bygget.

4.3 Planlagt framgangsmåte for utviklingsarbeidet – metode

I prosjektets startfase vil vi fokusere på å fullføre innledende arbeid som informasjonsinnhenting, og oppbygging av ulike bygningsdeler. Deretter blir fokuset rettet mot dimensjonering, tegning og analyse av de forskjellige valgte alternativene. Sluttfasen består av gjennomgang av resultater, i tillegg til å komme frem til en konklusjon før sammensetting av rapport.

Tekniske retningslinjer og litteraturreferanse:

- Font: Times New Roman
- Linjeavstand: 1,5
- Skriftstørrelse: 12
- Nummerering av overskrifter
- Referansestil: Harvard

4.4 Informasjonsinnsamling – utført og planlagt

Opgaven skal gi svar på ulike materialers klimagassutslipp. Det er derfor nødvendig å samle all nødvendig informasjon til de forskjellige materialene, herunder produksjonstid, nødvendig transport og mengde. For å følge norsk standard til oppbygging av byggverket, vil vi hente informasjon fra byggetekniske forskrifter. Informasjon utenom dette, og som er nødvendig for å fullføre oppgaven, vil gruppen skaffe fra bedrift og veileder.

4.5 Vurdering – analyse av risiko

Prosjektet vil ikke være mulig å realisere. Prosjektet er allerede prosjektert og godkjent av byggherre. Bedriften ønsker et nytt syn på problemstillingen som de kunne ta med seg videre i senere prosjekter.

For å kunne lykkes er det viktig å sette av nok tid til de forskjellige delmålene. Det vil også være viktig at alle gruppemedlemmene jobber selvstendig og effektivt.

Trusselen for å ikke oppnå suksess vil være programmene som skal brukes.

Arbeidsomfanget og brukervennligheten på programmene er ennå usikkert, og dette skaper en trussel for den planlagte mengden i oppgaven.

4.6 Hovedaktiviteter i videre arbeid

Nr	Hovedaktivitet
A1	Forarbeid
A11	Planlegging
A12	Innhenting av litteratur
A13	Utvelgelse av materialer
A2	Hovedprosjekt
A21	Beskrive prosjektet
A22	Gjennomføre analyser og beregninger
A23	Gjennomgang av resultater
A24	Kommentere resultater
A3	Avsluttende del
A31	Sammensetting av rapport
A32	Forberede presentasjon

4.7 Framdriftsplan – styring av prosjektet

4.7.1 Hovedplan

Fremdriftsplan – Se vedlegg 2

4.7.2 Styringshjelpemidler

- MS Project

4.7.3 Utviklingshjelpemidler

- One Click LCA – Program for beregning av klimagassutslipp
- Eurocode Express
- Fem-design
- Autodesk Revit
- MS Project
- Calculatis

4.7.4 Intern kontroll – evaluering

Gruppen skal ha oppfølgingsmøte internt hver fredag. Her skal fremdriften vurderes opp mot fremdriftsplanen.

Videre arbeidsoppgaver innad i gruppen blir fordelt.

4.8 Beslutninger – beslutningsprosess

Under forprosjektet har beslutninger blitt tatt ut fra diskusjon av forskjellige temaer, og deretter er det blitt enighet om oppgavens formål og avgrensning

Ved viktige beslutninger videre i prosjektet vil vi så langt det lar seg gjøre forsøke å komme til enighet ved hjelp av diskusjon. Eventuelle beslutninger hvor vi ikke kommer til enighet ved diskusjon vil avgjøres ved avstemning

5 DOKUMENTASJON

5.1 Rapporter og tekniske dokumenter

- Dokumentasjon for klimagassberegning
- Dokumentasjon for brannkrav
- Dokumentasjon for lydkrav
- Dokumentasjon for energibruk/energitap
- Dokumentasjon for dimensjonering

Kopiering blir i hovedsak på NTNU, men har også mulighet til å gjøre det på kontoret til PEAB.

6 PLANLAGTE MØTER OG RAPPORTER

6.1 Møter

6.1.1 Møter med prosjektgruppen

Gruppen har oppfølgingsmøte hver fredag. Her skal en se på fremdriften i forhold til fremdriftsplanen, og eventuelt gjøre endringer. Neste ukes arbeidsoppgaver skal også bli fordelt.

6.1.2 Prosjekt møter

Gruppen har planlagte møter med oppdragsgiver en gang i måneden.

Første møte er 20.02.19 klokka 13.00. Videre datoer blir planlagt fortløpende.

Møte med veileder er ikke satt opp plan på. Dette blir gjort fortløpende, når gruppen føler behovet for det.

7 PLANLAGT AVVIKSBEHANDLING

Om et gruppe medlem blir syk eller havner i en ulykke som gjør at personen blir borte fra prosjektet over lang tid, vil dette kun gå utover størrelsen på oppgaven. Valg av ulike materialer vil bli redusert, og vi fokuserer da kun på de viktigste/vanligste valg til løsning.

VEDLEGG

Vedlegg 1	Avtale mellom oppdragsgiver, studenter og NTNU
Vedlegg 2	Fremdriftsplan

IB303312 Bacheloroppgave

LOG

Utført arbeid i perioden

Navn på studenter:

- Stud1: Anders Utvær
- Stud2: Joachim Sætren
- Stud3: Kim Andre Dagsland

Navn på bedrift/organisasjon: PEAB K. Nordang

Navn på veileder ved bedrift/organisasjon: Elise Gjermundrød

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
7	11-15/02	Digitalisering tegning massivtre, FEM-design (forkastet)	35	35	35
8	18-22/02	Digitalisering tegning massivtre, FEM-design (forkastet), møte PEAB	35	35	35
9	25-01/03	Digitalisering tegning massivtre, energiberegning (forkastet)	35	35	35
10	04-08/03	Digitalisering tegning massivtre, dimensjonering	35	35	35
11	11-15/03	Digitalisering tegning massivtre, dimensjonering, U-verdi	35	35	35
12	18-22/03	Digitalisering tegning betong, dimensjonering, U-verdi	35	35	35
13	25-29/03	Teoriskrivning, dimensjonering, oppretting av referansebygg, passivhusbestemmelse	35	35	35
Sum timer			245	245	245

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

14	01-05/04	Teoriskrivning, Dimensjonering, klimagassberegning, passivhusbestemmelse
15	08-12/04	Teoriskrivning, klimagassberegning, passivhusbestemmelse

IB303312 Bacheloroppgave

LOG

Utført arbeid i perioden

Navn på studenter:

- Stud1: Anders Utvær
- Stud2: Joachim Sætren
- Stud3: Kim Andre Dagsland

Navn på bedrift/organisasjon: PEAB K. Nordang

Navn på veileder ved bedrift/organisasjon: Elise Gjermundrød

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
14	01-05/04	Teoriskrivning, Dimensjonering, klimagassberegning, passivhusbestemmelse	35	35	35
15	08-12/04	Teoriskrivning, klimagassberegning, passivhusbestemmelse, metode	35	35	35
16	15-19/04	Teoriskrivning, klimagassberegning, passivhusbestemmelse	35	35	35
Sum timer			105	105	105

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

17	22-26/04	Fullføre teori og metode, klimagassberegning, resultatskriving
18	29-03/04	Fullføre klimagassberegning, fullføre resultat og metode

IB303312 Bacheloroppgave

LOG

Utført arbeid i perioden

Navn på studenter:

- Stud1: Anders Utvær
- Stud2: Joachim Sætren
- Stud3: Kim Andre Dagsland

Navn på bedrift/organisasjon: PEAB K. Nordang

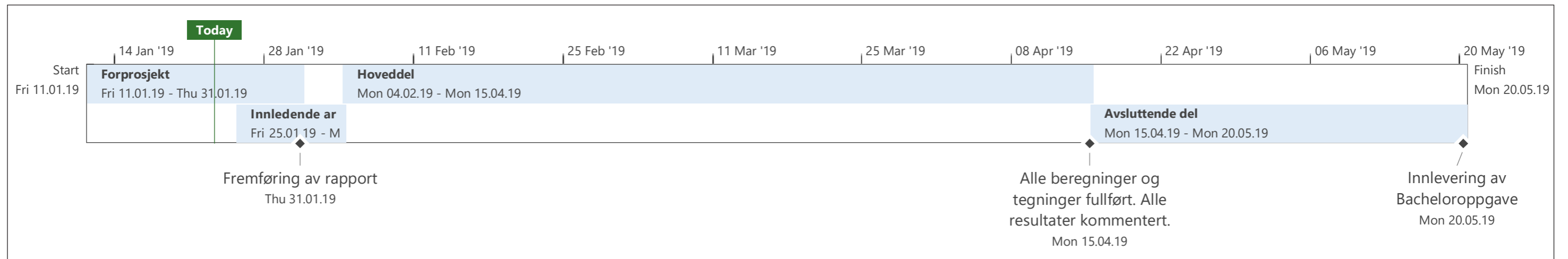
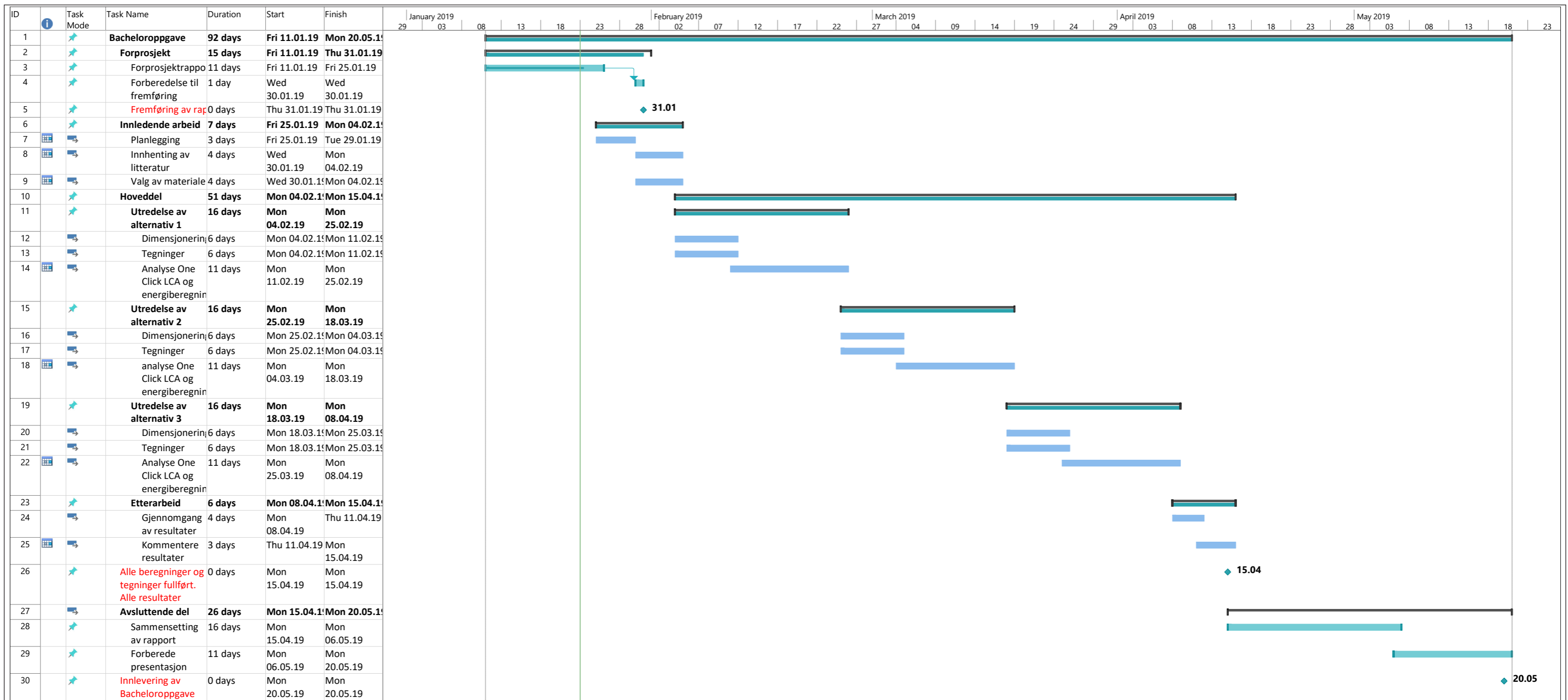
Navn på veileder ved bedrift/organisasjon: Elise Gjermundrød

Aktivitetsplan

Uke	Dato	Gjennomført arbeid/Tema/aktivitet	Stud1 Timer	Stud2 Timer	Stud3 Timer
17	22-26/04	Fullføre teori og metode, klimagassberegning, resultatskriving	35	35	35
18	29-03/05	Fullføre klimagassberegning, resultatskriving og metode	35	35	35
Sum timer			70	70	70

Plan for neste uke, tema (aktivitetsplan)

19	06-10/05	Resultatskriving, detaljtegninger, drøfting, konklusjon
20	13-17/05	Fullføring/sammensetting av oppgaven



Project: tidsplan bacheloroppgave
Date: Wed 23.01.19

Task		Summary		Inactive Milestone		Summary		Duration-only		Start-only		External Milestone		Baseline Milestone		Manual Progress	
Split		Project Summary		Inactive Summary		Manual Summary Rollup		Manual Summary		Finish-only		Deadline		Baseline Summary			
Milestone		Inactive Task		Manual Task		Manual Summary		External Tasks		External Tasks		Baseline		Progress			

Bacheloroppgave 2019

I forbindelse med utførelse av Bacheloroppgave i bedrift.

Avtale mellom oppdragsgiver (bedrift), student og NTNU i Ålesund

Generelt om bacheloroppgaven:

Bacheloroppgaven gjennomføres fortrinnsvis i samarbeid med næringslivet, men kan også utformes i tilknytning til forskningsprosjekt skolens forskningsmiljø er involvert i. Oppgaveperioden deles i en forprosjektfase med egen innlevering og en prosjektfase som avsluttes med en offentlig framføring og rapport. Bacheloroppgaven kan også gjennomføres i bedrift. Oppgaven gjøres i grupper fortrinnsvis med 3 studenter og følges opp av oppnevnte veiledere. Bacheloroppgaven er på 20 studiepoeng som tilsvarer 2/3 av et semester i arbeidsmengde for studenten.

Denne avtale er inngått mellom:

Bedrift:	PEAB avd. Ålesund
NTNU i Ålesund:	Institutt IHB, Fagseksjon Bygg,
Veileder:	Max Ingar Mørk
Studenter:	Kim Andre Dagsland Joachim Haugen Sætren Anders Utvær

Forpliktelser NTNU i Ålesund:

- Fagseksjonen skal stille med ansvarlig veileder.
- Fagseksjon Bygg ved veileder skal godkjenne oppgaven etter beskrivelse gitt i studiehåndboken.
- Veileder har ansvar for oppfølging og kontroll av fremdrift i bacheloroppgaven.

- NTNU i Ålesund ved veileder har ansvar for at vurdering av bacheloroppgaven blir utført i henhold til vedtatte retningslinjer.

Forpliktelser til studentene (studentgruppen(e)):

- Beskrive bacheloroppgaven gjennom forprosjekt og fremdriftsplan
- Levere rapportskjema til veileder hver 14. dag
- Levere og presentere bacheloroppgaven etter oppsatt mal og fremdriftsplan.

Forpliktelser oppdragsgiver (bedrift):

- Støtte studenten i utvelgelse og utforming/beskrivelse av bacheloroppgaven.
- Navngitt person, fra oppdragsgiver/firma, som kontaktperson/veileder for studentgruppen. *Elise Gjermundrød*
- Dekke alle nødvendige utgifter (ikke lønn) som reise, evt. kontorhold, kopiering, spesielle programvare etc. *Ikke aktuelt.*
- Forsikre studentene som om de var tilsatt i firmaet. (Spesielt ulykkesforsikring når studentene er ute på anlegg).

Generelt:

Bacheloroppgaven er NTNUs eiendom, men oppdragsgiver (firma) har rett til å benytte seg av resultatene i oppgaven. Er resultatene i bacheloroppgaven konfidensielle og må beskyttes, gjøres dette ved egen avtale mellom NTNU i Ålesund og oppdragsgiver (bedrift)

Dato: 17/01-19

Mats Ingar Mark
NTNU i Ålesund

Ole Bernt
Oppdragsgiver (bedrift)

Kim Ande Dagstand
Jacchim Sæbøen
Anders Utved
Studenter