



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Bacheloroppgave

**Emnekode: IB303312. Emnenavn: Bacheloroppgave
Kuleformet konstruksjon**

Kandidatnumre: 715, 719, 721

Totalt antall sider inkludert forsiden:

Innlevert Ålesund, 23.05.2016

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. **Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.**

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
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 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 type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å betrakte som fusk 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.	<input 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 type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter NTNUs studieforskrift.	<input type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 20

Veileder: Vemund Årskog

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 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: 20.05.2016

TITTEL:

Kuleformet konstruksjon

KANDIDATNUMMER(E):

715, 719, 721

DATO:	EMNEKODE:	EMNE:	DOKUMENT TILGANG:
23.05.2016	IB303312	Bacheloroppgave	
STUDIUM:	ANT SIDER/VEDLEGG:	BIBL. NR:	
Byggingeniør	103/138		

VEILEDER(E):

Vemund Årskog

SAMMENDRAG:

Denne oppgaven omhandler bacheloroppgaven «kuleformet konstruksjon» gitt av Skanska og NTNU i Ålesund. Hensikten med oppgaven er å finne best mulig løsning på hvordan en kuleformet konstruksjon kan dimensjoneres og prosjekteres. Det blir tatt hensyn til begrensninger i materialstyrke, miljøavtrykket til materialet, hva som er fordelaktig økonomisk og byggetekniske forskrifter. Målet med oppgaven er å forske på hvilket materiale som er fordelaktig å velge med tanke på økonomi og miljø. I rapporten vurderes det hvordan klimaskallet skal bygges opp i forhold til naturpåkjenninger som fukt, snø og vind. I teoridelen tas det opp hvordan de tekniske forskriftene opptrer og hva en må ta hensyn til i prosjekteringen av en kuleformet konstruksjon i samsvar med TEK10.

I litteraturstudiet tas det opp teoretisk grunnlag for en kuleformet konstruksjon. Kapittelet gir en innføring i de gjeldene lover, forskrifter og standarder for denne oppgaven, introduksjon til materialene tre, stål og betong, laster som påvirker konstruksjonen, liknende prosjekter og tekniske installasjoner. Utviklingen i oppgaven er preget av tidligere erfaringer og liknende prosjekter. Oppgaven er inspirert av en liknende konstruksjon i betong i Miami, Florida.

Oppgaven belyser løsning i forhold til hvilken bærekonstruksjon som prosjektgruppen vurderer som mest gunstig. Først vurderes tre, stål og betong opp mot hverandre gjennom direkte evalueringsmetode. Det blir gitt kriterier for materiale, transport, utførelse og montering, kostnad og miljø. Vurderingsfaktorene får poeng utfra dets kvaliteter i forhold til hverandre. Disse poengene samles opp i en poengtavle. På grunnlag av dette vurderer vi betong som det mest gunstige materialet. Deretter vurderes og drøftes det ulike måter på hvordan oppgaven skal løses med hensyn på betong. Her fremkommer det at elementer levert fra Spenncon kan være den beste løsningen med tanke på material, økonomi, transport og miljø.

Oppgaven er avgrenset til å kun ta beregninger som omhandler U-verdi, etterklangstid, maksimalt moment, dimensjonering av tverrsnitt med delvis utnyttet trykksone, egenvekt og egenvekt av elementer. Det har også blitt utført dimensjonering i SAP2000 og modellering av tegninger i Revit 2016.

Denne oppgaven er en eksamensbesvarelse utført av studenter ved NTNU i Ålesund.

FORORD

Denne studien ble gjennomført våren 2016. Oppgaven har fokus på en kuleformet konstruksjon og den er utformet slik at det skal være forståelig for lesere med grunnleggende kunnskaper innenfor konstruksjonsteknikk. Vårt mål er at denne oppgaven spesielt kan være til nytte for Skanska og Kaj B. Westre i videre utvikling av NMK.

Oppgaven markerer slutten på vår treårige ingeniørutdanning med fordypning i konstruksjonsteknikk ved NTNU i Ålesund. Vi vil benytte anledningen til å rette en takk til vår veileder Vemund Årskog som har hjulpet oss gjennom veiledning og engasjement til å nå vårt mål.

Skanska har vært vår oppdragsgiver og har underveis fulgt opp vår fremdrift. Vi retter spesielt en takk til våre kontaktpersoner Birger Blindheim og Vidar Johansen for deres veiledning i prosessen.

Spenncon v/ Hans Røyseth og Sandbakk & Pettersen Arkitekter v/ Kjell Oscar Pettersen har også vært svært behjelpelige med god informasjon vedrørende dimensjonering og tegninger. Tusen, takk!

Vi vil også takke Ali Mohammadi Mohaghegh for all tid, tålmodighet og hjelp han har gitt oss med SAP2000.

I tillegg vil vi gripe denne muligheten til å takke samtlige lærere ved avdelingen AIR som har bidratt og svart på spørsmål underveis i utformingen av studien, spesielt Liv Møller Christensen, Kristian Normann, Max Ingar Mørk og Hans Christian Giske for gode råd.

Vi vil også benytte muligheten til å takke medstudenter for tre fine år sammen.



Martin Holmeset

Maiken Maria Solberg

Stefan B. Hansen Gestsson

Ålesund 2016

INNHold

SAMMENDRAG	6
TERMINOLOGI	7
BEGREPER.....	7
FORKORTELSER.....	10
SYMBOLER OG NOTASJON	11
FIGURLISTE.....	14
TABELL LISTE.....	15
1 INNLEDNING	17
1.1 INNLEDNING.....	17
1.2 PROBLEMSTILLING	18
1.3 AVGRENSNING	18
1.4 DAGENS SITUASJON	18
1.5 PROSJEKTNEDBRYTNINGSSTRUKTUR	21
2 TEORETISK GRUNNLAG	22
2.1 DOKUMENTERT LITTERATURSØK.....	22
2.2 REGELVERK	22
2.2.1 <i>Lover</i>	22
2.2.2 <i>Forskrifter</i>	24
2.2.3 <i>Standarder</i>	25
2.3 MATERIALTYPER	26
2.3.1 <i>Tre</i>	26
2.3.2 <i>Stål</i>	27
2.3.3 <i>Betong</i>	29
2.4 LASTER OG NATURPÅKJENNINGER	32
2.4.1 <i>Snølast</i>	32
2.4.2 <i>Vindlast</i>	33
2.4.3 <i>Egenlast</i>	33
2.4.4 <i>Nyttelast</i>	33
2.4.5 <i>Seismiske påkjenninger</i>	33
2.5 BÆRESYSTEM.....	34
2.6 LIKENDE PROSJEKTER	34
2.6.1 <i>Biosphere</i>	34
2.6.2 <i>Spaceship Earth</i>	35
2.6.3 <i>La Geode de Paris</i>	36
2.6.4 <i>Moelven</i>	36
2.6.5 <i>Patricia and Phillip Frost Museum of Science</i>	37
2.7 AVSTIVNING	38
2.8 KLIMASKJERM	39
2.8.1 <i>Totrinns tetting</i>	39
2.8.2 <i>Direkte overflatebehandling</i>	40
2.9 DIMENSJONERINGSPRINSIPP	40
2.9.1 <i>Brudd- og bruksgrensetilstand</i>	40
2.9.2 <i>Partialfaktormetoden</i>	41
2.10 KONSTRUKSJONSKOMPONENTER	42

2.10.1	<i>Isolasjon</i>	42
2.10.2	<i>U-verdi</i>	43
2.11	TEKNISKE INSTALLASJONER	44
2.11.1	<i>Brann</i>	44
2.11.2	<i>Ventilasjon</i>	45
2.11.3	<i>Lyd</i>	46
2.11.4	<i>Elektrisk anlegg</i>	47
2.12	FØRBINDELSER OG KNUTEPUNKT.....	47
2.13	MILJØ	49
2.14	PROGRAMMER	50
2.14.1	<i>Microsoft Office Visio</i>	50
2.14.2	<i>Revit 2016</i>	50
2.14.3	<i>SAP2000</i>	51
2.14.4	<i>Lumion 6</i>	51
3	VURDERING	53
3.1	VURDERING AV MATERIALE.....	53
3.1.1	<i>Materiale</i>	53
3.1.2	<i>Transport</i>	54
3.1.3	<i>Utførelse og montering</i>	55
3.1.4	<i>Kostnad</i>	56
3.1.5	<i>Miljø</i>	57
3.1.6	<i>Poengtavle</i>	58
3.1.7	<i>Mellomkonklusjon</i>	58
3.2	VURDERING AV BÆREKONSTRUKSJON I BETONG	58
3.2.1	<i>Betongkvalitet</i>	58
3.2.2	<i>Utførelse</i>	58
3.2.3	<i>Forbindelser og knutepunkt</i>	62
3.2.4	<i>Transport av elementene</i>	67
3.3	VURDERING AV KLIMASKALL.....	67
3.3.1	<i>Arbeidsomfang</i>	67
3.3.2	<i>Utførelse og montering</i>	68
3.3.3	<i>Poengtavle</i>	69
3.4	VURDERING AV LASTER	69
3.4.1	<i>Snølast</i>	69
3.4.2	<i>Vindlast</i>	70
3.4.3	<i>Egenlast</i>	70
3.4.4	<i>Nyttelast</i>	70
4	METODE	71
4.1	DIREKTE EVALUERINGSMETODER	71
4.2	KVALITATIV METODE.....	71
4.3	POENGTAIVLE	71
4.4	FREMGANGSMÅTE VED BRUK AV PROGRAM OG MANUELL BEREGNING	71
4.4.1	<i>Modellering i Revit 2016</i>	71
4.4.2	<i>Dimensjonering i SAP2000</i>	75
4.4.3	<i>Visualisering i Lumion 6</i>	81
4.5	PARTIALFAKTORMETODEN.....	84
4.6	MANUELLE BEREGNINGER	85
5	BEREGNINGER	86

5.1	U-VERDI.....	86
5.2	ETTERKLANGSTID	87
5.3	MAKSIMALT MOMENT, M_{Ed}	88
5.4	DIMENSJONERING AV TVERRSNITT MED DELVIS UTNYTTET TRYKKSONE.....	89
5.5	EGENVEKT	90
5.5.1	<i>Egenvekt element</i>	92
6	RESULTATER	94
6.1	U-VERDI.....	94
6.2	ETTERKLANGSTID	95
6.3	VENTILASJON OG LUFTMENGDE	95
6.4	DIMENSJONERING AV TVERRSNITT MED DELVIS UTNYTTET TRYKKSONE.....	96
7	DRØFTING AV EGEN LÆRING	97
8	KONKLUSJON	98
9	REFERANSER	99
	VEDLEGG	103

SAMMENDRAG

Denne oppgaven omhandler bacheloroppgaven «kuleformet konstruksjon» gitt av Skanska og NTNU i Ålesund. Hensikten med oppgaven er å finne best mulig løsning på hvordan en kuleformet konstruksjon kan dimensjoneres og prosjekteres. Det blir tatt hensyn til begrensninger i materialstyrke, miljøavtrykket til materialet, hva som er fordelaktig økonomisk og byggetekniske forskrifter. Målet med oppgaven er å forske på hvilket materiale som er fordelaktig å velge med tanke på økonomi og miljø. I rapporten vurderes det hvordan klimaskallet skal bygges opp i forhold til naturpåkjenninger som fukt, snø og vind. I teoridelen tas det opp hvordan de tekniske forskriftene opptrer og hva en må ta hensyn til i prosjektering av en kuleformet konstruksjon i samsvar med TEK10.

I litteraturstudiet tas det opp teoretisk grunnlag for en kuleformet konstruksjon. Kapittelet gir en innføring i de gjeldene lover, forskrifter og standarder for denne oppgaven, introduksjon til materialene tre, stål og betong, laster som påvirker konstruksjonen, liknende prosjekter og tekniske installasjoner. Utviklingen i oppgaven er preget av tidligere erfaringer og liknende prosjekter. Oppgaven er inspirert av en liknende konstruksjon i betong i Miami, Florida.

Oppgaven belyser løsning i forhold til hvilken bærekonstruksjon som prosjektgruppen vurderer som mest gunstig. Først vurderes tre, stål og betong opp mot hverandre gjennom direkte evalueringsmetode. Det blir gitt kriterier for materiale, transport, utførelse og montering, kostnad og miljø. Vurderingsfaktorene får poeng utfra dets kvaliteter i forhold til hverandre. Disse poengene samles opp i en poengtavle. På grunnlag av dette vurderer vi betong som det mest gunstige materialet. Deretter vurderes og drøftes det ulike måter på hvordan oppgaven skal løses med hensyn på betong. Her fremkommer det at elementer levert fra Spenncon kan være den beste løsningen med tanke på material, økonomi, transport og miljø.

Oppgaven er avgrenset til å kun ta beregninger som omhandler U-verdi, etterklangstid, maksimalt moment, dimensjonering av tverrsnitt med delvis utnyttet trykksone, egenvekt og egenvekt av elementer. Det har også blitt utført dimensjonering i SAP2000 og modellering av tegninger i Revit 2016.

TERMINOLOGI

Begreper

Begrep	Betydning
Akustikk	Bygningsakustikk handler om svingningstransmisjon mellom deler av en bygning.
Appelsinskallmetoden	En måte å for å beskrive hvordan betongelementer formet som «appelsinskall» blir festet sammen slik at de danner en kuppel.
Arkitektural template	Arkitekt mal i Revit 2016
Bessemerprosessen	En teknikk for foredling av metall, mye brukt i norske jernverk.
Bruddgrensetilstand	Grensetilstand for en konstruksjon eller et konstruksjonselement. Opptredende lasttilfeller under normalt bruk.
Bruksgrensetilstand	Grensetilstand for en konstruksjon eller et konstruksjonselement. Opptredende lasttilfeller under normalt bruk.
Bruktluft	Brukt inneluft som skal skiftes ut.
Bomlift	En løfteanordning man kan bruke for å arbeide i høyden eller andre utilgjengelige plasser.
CE-merking	Merking om at de grunnleggende sikkerhetskrav etter regelverk er benyttet.
Component	Engelsk for komponent/ del.
Konstruktion template	Konstruksjons mal for Revit 2016.
Delvis utnyttet trykk sone	Betongtverrsnitt som ikke er fullt utnyttet.
Diffusjonsåpen	Et produkt som har mulighet til å slippe fukt ut av en konstruksjon.
Ekvator	Midten på en kule der omkretsen er størst.
Ekvivalent absorpsjonsareal	Tellende overflateareal som kan absorbere lyd.
Elektrostål	Ståltyper som er fremstilt i en elektronisk industriovn
Etterklangstid	Hvor lang tid det tar før lyden svekkes.
Fasthetsklasse	Sier noe om hvor sterkt et materiale er, eller kan bli (betong).

Flytespenning	Spenningsgrensen der et materiale går fra elastisk til plastisk.
Formfaktor	Faktor som kan brukes til å enten øke eller minke bidraget til for eksempel en last.
Frekvens	Bølgesvingninger.
Friskluft	Frisk uteluft som erstatter brukt inneluft.
Geodetisk	Betyr en rett bane, i sammenheng med geodetisk bue vil det en bety en bue som består av mindre rette elementer.
Gjengehylse	Hylse med innvendige gjenger for innskruing av gjengestang.
Gjengestang	Stålstang med gjenget utvendig overflate.
Gjenklang	Ekko, lyd som blir reflektert.
Google Earth	Et globusprogram som viser satellittbilder av jorden.
Grid	Rutenett, finner det for eksempel i plantegning eller kart.
Gysemasse	Tyntflytende limemørtel.
Hydrasjon	Reaksjonene mellom vann og bindemiddel i betong kalles hydrasjon.
Klimaskall	Beskytter en konstruksjon mot utvendige påkjenninger.
Konveksjon	Energitransporterende strømmer i for eksempel luft eller væske.
Korrosjon	Oksydering av et metall, blir ofte kalt rust eller irr.
Kulde bro/ varme bro	En kulde eller varmetransporterende bygningsdel
Kuppel	Regelmessig krummet hvelv over et grunnplan som er sirkelformet, elliptisk eller polygonalt.
Level	Engelsk ord for nivå.
Luftabsorpsjon	Lydsvingninger som blir absorbert i luften
Lumion 6	Visualiseringsprogram.
Låsekrans	Et ringformet knutepunkt i stål bestående av flere innfestningspunkt.
Masovn	Ovn for fremstilling av råjern.
Mekanisk template	Mekanisk mail i Revit 2016.

Motstrøms prinsipp	Luft som blåses inn i masovnen for å øke temperaturen.
Multisirkulering	Materialet kan brukes utallige ganger.
Oksygen fersket stål	Fersking brukes primært for å senke karboninnholdet og reduserer forurensinger i jernet.
Partialfaktormetoden	Benyttes normalt for å påvise tilstrekkelig pålitelighet.
Primer	Grunning til materialer for heft og beskyttelse.
Portlandsement	Et av de mest brukte sementtypene med navneopprinnelse, i likheten med kalkstein, fra Portland, Storbritannia
Project browser	Viser en hierarkisk systematisering av prosjektvinduer og tegninger i Revit 2016.
Revit 2016	Tegneprogram for ingeniører og arkitekter
Richters skala	Logaritmisk skala for å bedømme størrelse på jordskjelv.
Roll down angle	Vinkel med utgangspunkt fra senter av kule til kuletopp og kulekalott i SAP2000 modell.
SAP2000	Structural Analysis Program. Dimensjoneringsprogram.
Sfære	Kulens overflate kalles for en sfære.
Shell Constructions	En ferdig mal for skall konstruksjoner i SAP2000.
Silikastøv	Silikastøv er et avfallsstoff fra ferrosilisiumfremstilling.
Simens-Martin-prosessen	Metode for fremstilling av stål i flammeovn.
Sjikt	Materiallag i en konstruksjon eller konstruksjonskomponent.
SketchUp	Dataprogram for å produsere tredimensjonale modeller.
Skjærarmering	Armering for å oppta skjærkrefter.
Spherical dome	Kuppel.
Strekkfasthet	Maksimal nominelle spenningen materialet kan oppta før brudd.
Sveiseplater	Innlagte stålplater for fastsveising
Template	Engelsk ord for mal.
Thomasstål	Stål fremstilt av thomasprosessen.
Thomasprosessen	En eldre metode for fremstilling av stål fra fosforholdig råjern.

Toolbar	Engelsk ord for brukerinnstillinger.
Totrinns tetting	Prinsipp for utforming av bygningskonstruksjoner med tanke på å unngå lekkasje ved påkjenning av ytre klima.
U-verdi	Varmegjennomgangskoeffisient som angir bygningsdelens varmeisolerende evne.
Views	Engelsk ord som blir brukt i Revit 2016 for å beskrive en scene. Oversatt til å se / vise.
Y-Akse	Betegnelse for den andre aksen i et koordinatsystem.
Z-Akse	Betegnelse for den tredje aksen i et koordinatsystem.
50-års returperiode	Returperioder er en måte å bedrive hvor ofte en kan forvente at en type vær forekommer og hvor ekstremt det er. 50 år for snølast.

Tabell 1: Begreper og betydning.

Forkortelser

Forkortelse	Betydning
BIM	Bygningsinformasjonsmodellering
BKB	Kontor/tjenesteyting
B1	Lastkombinasjon
B2	Lastkombinasjon
C	Celsius
CE	Communauté Européenne.
CO ₂	Karbondioksid
Dibk	Direktoratet for byggkvalitet
DOK	Dokumentasjon av byggevarer
EN	Europeisk standard
EPS	Ekspandert Polystyren
E136	Europavei 136 (Breivika – Lerstad)
ISO	Internasjonal standard
NMK	Norsk Maritimt Kompetansesenter
NMK2	Norsk Maritimt Kompetansesenter

NS	Norsk Standard
NTNU	Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet
NTNU i Ålesund	Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet i Ålesund.
PBL	Plan- og Bygningsloven
PVC	Polyvinylklorid
S	Structural Steel
SAK10	Byggesaksforskriften med veiledning
TEK10	Byggeteknisk forskrift med veiledning

Tabell 2: Forkortelser og forklaring.

Symboler og notasjon

Symboler	Betydning
a_{cc}	Koeffesient som tar hensyn til virkninger av langtidslast. 0,85.
A_e	Absorpsjons areal til enkelt objekter/ personer.
A_g	Netto gulvareal.
A_s	Arealet av armering.
$A_{s,n\ddot{o}dvendig}$	N\ddot{o}dvendig armering.
$A_{s,min}$	Arealet av den miste armringsmengden.
B35	Betongkvalitet 35.
C	Celsius
C_{nom}	Minimum overdekning.
CO ₂	Karbondioksid
$C_{pe,10}$	Vindlastfaktor
d_1	Avstanden fra strekksiden til senter armeringsjern.
db	Desibel.
F	Kraft.
F_{cd}	Dimensjonerende trykkfasthet for betong.
f_{ctm}	Er en middelvei for strekkfasthet til betong.

f_d	Dimensjonerende materialfasthet.
f_{ed}	Dimensjonerende last.
f_{yk}	Flytespenning.
f_{yd}	Dimensjonerende trykkfasthet for stål.
H_g	Høydegrense for kommunen.
H_z	Frekvens.
K	Kelvin.
m^{-1}	Dempingsfaktor for lydabsorpsjon i luften.
.Mp4	Videofil.
M_{rd}	Dimensjonerende moment.
n	To betydninger 1. Antall personer i rommet (Lyd) 2. Antall jern (søyle).
Pa	Pascal. Måleenheten for lydtrykk i akustikken.
q_b	Materialbelastning (m^3/h frisklufttilførsel per m^2).
Q_k	Punktlast.
q_k	Jevnt fordelt last.
q_p	Personfaktor (m^3/h frisklufttilførsel per person).
q_t	Persontetthet ($m^2/person$)
R	Varmemotstand.
R_T	Total varmemotstand.
R_{Tn}	Varmemotstand nedre grenseverdi.
$R_{T\emptyset}$	Varmemotstand øvre grenseverdi.
R30	Bygningsdelens brannmotstandsevne uten å miste sin bæreevne i 30 minutter.
S	Structural steel.
S_k	Karakteristisk snølast på mark.
ΔS_k	Snølasttillegg per 100m.

$S_{k,0}$	Karakteristisk snølast i kommunen.
S_{maks}	Maks senteravstand armering.
S355JG	Stålkonstruksjonsplate.
T	Etterklangstid.
T0	Ønsket etterklangstid.
T1	Beregnet etterklangstid.
T_s	Etterklangstid sekunder.
ΔU	Korreksjonsfaktor.
$V_{b,0}$	Referanse vindhastighet.
V/C - tallet	Vektforholdet mellom effektivt vanninnhold og sement.
Z	Indre moment.
Z_g	Blir brukt i vindlastberegninger av kule. Definerer avstanden mellom kula og bakkenivå.
Ø12	Diameter på armeringsjern
α	Alpha.
α_i	Absorpsjonsfaktor.
ρ	Massetetthet.
λ	Lambda.
λ_d	Materialets dimensjonerende varmekonduktivitet.
μ	Formfaktor.
π	3,14.
γ_f	Sikkerhetsfaktor.
γ_g	Kombinasjonsfaktor.
γ_m	Materialfaktor.

Tabell 3: Symboler og notasjon.

Figurliste

Figur 1: Dagens tomt.....	17
Figur 2: Illustrasjon av inngangsparti med kuleformet konstruksjon	17
Figur 3: Plassering av NMK.....	19
Figur 4: Reguleringsforslag.....	19
Figur 5: Reguleringsplan.....	20
Figur 6: WBS for bacheloroppgaven	21
Figur 7: Limtre i avgangshallen på Gardemoen (10)	26
Figur 8: Limtre, Vikingskipet på Hamar (11)	27
Figur 9: Fremstilling av stål (12).....	28
Figur 10: Varmvalset stål (14)	28
Figur 11: Illustrasjon av Joseph Moniers armerte krukker (17).....	30
Figur 12: Hentet fra forelesning om betongteknologi med Lala Nilsen.	30
Figur 13: Hentet fra forelesning om betongteknologi med Lala Nilsen.	31
Figur 14: Illustrasjon av forskaling på stedstøpt rund konstruksjon (20)	31
Figur 15: Formfaktor for snølast på tak	32
Figur 16: Illustrasjon av seismograf, (30)	34
Figur 17: Fullers deltagelse i Expo67, (34).....	35
Figur 18: Spaceship Earth, Disneyland Florida (36).....	35
Figur 19: La Geode i parken La Villette, Paris (38).....	36
Figur 20: Eksempel på Moelvns trekonstruksjon.....	36
Figur 21: «Appelsinskallmetoden» (39).....	37
Figur 22: Et stillastårn holder konstruksjonen oppe (39).....	37
Figur 23: Horisontal avstiving av en stålkule (40).....	38
Figur 24: Avstiving ved hjelp av sammensveiste betongelementer (41).	39
Figur 25: Totrinns tetting	39
Figur 26: Direkte overflatebehandling	40
Figur 27: Beregningsgang (Word 2013)	42
Figur 28: Isolasjonen ligger sammen med bærekonstruksjonen (Revit 2016).....	43
Figur 29: Isolasjonen på betongkonstruksjonen, kuldebroer og varmebroer.	43
Figur 30: Prinsipp ved balansert ventilasjon (Revit 2016).....	45
Figur 31: Illustrasjon av lydskjerming (46).....	46
Figur 32: Forbindelser og knutepunkt i limtrekonstruksjon (49).....	48
Figur 33: Forbindelser og knutepunkt i et stålkonstruksjon. (50).....	48
Figur 34: Vertikalforbindelser i betongelementkonstruksjoner. (51).....	49
Figur 35: Skjermdump av Microsoft Office Visio eksempel.....	50
Figur 36: Skjermdump av Revit prosjekt eksempel.....	51
Figur 37: Skjermdump av SAP2000	51
Figur 38: Skjermdump av Lumion 6.	52
Figur 39: Illustrasjon forslag 1	59
Figur 40: Illustrasjon forslag 2	60
Figur 41: Illustrasjon forslag 3	61
Figur 42: Detalj sveiseplate.....	62
Figur 43: Gjengehylse	63
Figur 44: Overgang toppelement og elementene i øvre halvkule med bolt.	63
Figur 45: Overgang toppelement og elementene i øvre halvkule med sveiseplater.....	64
Figur 46: Overgang element til element.....	64
Figur 47: Gjengehylse i elementene og innstøpte korrigerede rør i ringmuren.....	65
Figur 48: Innfesting mellom ringmur og element.	66
Figur 49: Innstøpte sveiseplater og løfteanordning (66).....	67

Figur 50: Poengtavle klimaskall.....	69
Figur 51: Valg av «template» i Revit 2016	72
Figur 52: Skjerm bilde Revit 2016	72
Figur 53: Navngitte «Levels».....	72
Figur 54: Symbol, nivåavn og høyde markering.....	73
Figur 55: Levels blir markert horisontalt og grids blir markert vertikalt.	73
Figur 56: Panelet er man kan legge til ulike elementer.....	73
Figur 57: Properties/ Egenskaper ved et material.	74
Figur 58: «Properties» -boks (Egenskaper).....	75
Figur 59: "Shell template"	75
Figur 60: Betongskall data	76
Figur 61: Materialeegenskaper.....	76
Figur 62: Modell av kula i SAP2000	77
Figur 63: SAP2000 definerer laster med henvisninger til Eurokoder.	77
Figur 64: Definerer hvordan lastene skal brukes	78
Figur 65: Definerer lastene med skala faktor	78
Figur 66: Lastkombinasjoner B1 og B2 for forskjellige tilfeller.	79
Figur 67: Tilegner en last til et markert/bestemt område på konstruksjonen.....	79
Figur 68: Bestemmer verdi og retning av last til merket/bestemt område	80
Figur 69: Analysert modell med last og deformasjon.	80
Figur 70: Kraft diagrammer og resultanter av valgt last/lasttilfelle.	81
Figur 71: Scenevalg i Lumion 6.....	81
Figur 72: Vær	82
Figur 73: Landskaps	82
Figur 74: Material.....	82
Figur 75: Objekt	82
Figur 76: Værinnstillinger	82
Figur 77: Landskapsinnstillinger.....	82
Figur 78: Plassering av objekter.....	83
Figur 79: Eksempel på endring av material på kula.....	83
Figur 80: Sammensetning av film	84
Figur 81: Prosjektet blir til film.....	84
Figur 82: Beregninger av Med.	88
Figur 83: Indre diameter.....	90
Figur 84: Ytre diameter.	90
Figur 85: Mål for ytre kulekalott.....	91
Figur 86: Mål for indre kulekalott.....	91
Figur 87: Oppbygging av klimaskjerm	94
Figur 88: Oppbygging av bærekonstruksjon med lydisolering på innsiden.....	95
Figur 89: Hvordan lyd sprer seg i en kuppel (70)	95

Tabell liste

Tabell 1: Begreper og betydning.....	10
Tabell 3: Forkortelser og forklaring.....	11
Tabell 2: Symboler og notasjon.	13
Tabell 4: Gjeldene lover	24
Tabell 5: Sentrale standarder.....	25
Tabell 6: Fordeler tre.....	27
Tabell 7: Ulemper tre	27
Tabell 8: Fordeler stål	29

Tabell 9: Ulemper stål	29
Tabell 10: Fordeler betong	32
Tabell 11: Ulemper betong	32
Tabell 12: Karakteristisk snølast på mark	32
Tabell 13: Lastfaktorer (26)	40
Tabell 14: Lastfaktorer for bruksgrensetilstanden (25)	41
Tabell 15: Krav til maksimal nedbøying (42)	41
Tabell 16: Krav til U-verdier etter TEK10	44
Tabell 17: Beregning av luftmengder for ulike lokaler (45).	46
Tabell 18: Fordeler bærekonstruksjon av limtre	53
Tabell 19: Ulemper bærekonstruksjon av limtre	53
Tabell 20: Fordeler bærekonstruksjon stål	53
Tabell 21: Ulemper bærekonstruksjon stål	53
Tabell 22: Fordeler bærekonstruksjon betong	54
Tabell 23: Ulemper bærekonstruksjon betong	54
Tabell 24: Poengtavle	58
Tabell 25: Fordeler forslag 1	59
Tabell 26: Ulemper forslag 1	59
Tabell 27: Fordeler forslag 2	60
Tabell 28: Ulemper forslag 2	60
Tabell 29: Fordeler forslag 3	61
Tabell 30: Ulemper forslag 3	61
Tabell 31: Fordeler totrinns tetting	68
Tabell 32: Ulemper med totrinns tetting	68
Tabell 33: Fordeler direkte overflatebehandling med fiberpuss og maling.	69
Tabell 34 Ulemper direkte overflatebehandling med fiberpuss og maling.	69
Tabell 35: Beregning av U-verdi med NS-EN ISO 6946	86
Tabell 36: Beregning u-verdi, nedre grenseverdi	87
Tabell 37: Beregning etterklangstid.	88
Tabell 38: Krav til U-verdi	94
Tabell 39: Etterklangstid	95

1 INNLEDNING

1.1 Innledning

I slutten av desember 2015 inngikk prosjektgruppen bestående av Martin, Stefan og Maiken en skriftlig avtale om å skrive en bacheloroppgave med Skanska Norge AS avdeling Divisjon Nordvest, Ålesund (se vedlegg 1 - Forprosjekt). Oppgaven ble definert januar 2016 under oppstarten av faget ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling. Deretter fulgte en måned med forprosjekt som innebar elementene oppgavedefinering, problemstilling, planlegging, fremdrift, Gantt-diagram, seminarer og andre liknende elementer for å skape et godt grunnlag for å skrive en god bacheloroppgave.

Da forprosjektet ble levert den 29. januar 2016 markerte det starten på bacheloroppgaven. Det ble besluttet at oppgaven skulle omhandle det å vurdere, prosjektere og dimensjonere en kuleformet konstruksjon ved den kommende hovedinngangen til Norsk Maritimt Kompetansesenter (Heretter NMK). I oppgaven vurderes tre ulike materialer opp mot hverandre slik at man kan finne en gunstig konstruksjon med hensyn på materiale, økonomi og miljø. Prosjektgruppen startet med teoridelen og møter med forskjellige aktører for å samle inn mest mulig informasjon om denne typen utradisjonelle konstruksjoner. Vi har i denne perioden hatt kontakt og vært i møte med NMK Eiendom 2 AS /v Kaj B. Westre, Offshore Simulator Center, Sandbakk & Pettersen Arkitekter og Spenncon tillegg til våre møter med veileder og Skanska.

NMK Eiendom 2 AS er prosjekteier, Skanska er totalentreprenør og Norconsult er rådgivende ingeniør. På det aktuelle området i dag bygges det et tilbygg til eksisterende kompetansesenter og ble igangsatt høsten 2015. Kulen som vurderes i denne oppgaven vil knyttes sammen med det nye tilbygget. Den kuleformede konstruksjonen er tiltenkt å inneholde en simulator med to plattformer for maritime operasjoner og har som hensikt å være med på å styrke og utvikle NMK til å bli et verdensledende maritimt senter.



Figur 1: Dagens tomt



Figur 2: Illustrasjon av inngangsparti med kuleformet konstruksjon

1.2 Problemstilling

Hensikt med oppgaven

Hensikten med oppgaven er å finne en gunstig løsning på hvordan en kuleformet konstruksjon kan dimensjoneres og prosjekteres. Det blir tatt hensyn til byggetekniske forskrifter, begrensninger i materialstyrke, miljøavtrykket til materialet og hva som er fordelaktig økonomisk.

Problemstilling

Problemstillingene i oppgaven omhandler utfordringer rundt dimensjoneringen av konstruksjonen samt ulemper og fordeler med ulike materialer og tekniske løsninger. Hovedproblemstillingen er:

Hvordan vurdere, prosjektere og dimensjonere en kuleformet konstruksjon?

Det vil legges vekt på disse delproblemstillingene:

- Hva er en gunstig konstruksjon med hensyn på materialvalg, økonomi og miljø?
- Hvordan kan klimaskallet bygges opp i forhold til naturpåkjenninger som fukt, snø og vind på en kuleformet konstruksjon?
- Hvordan tilfredsstille de tekniske kravene i samsvar med TEK10?

1.3 Avgrensning

Dette prosjektet er basert på kreativitet og utfordringer med en kuleformet konstruksjon. Ideelt sett skulle prosjektgruppen tatt for seg hele prosjektet, men siden prosjektgruppen har valgt en utradisjonell konstruksjon har det blitt mye nytt å sette seg inn i. Følgende avgrensninger vil ikke bli diskutert i oppgaven på grunn av tidsmangel, læringsgrunnlag og oppgavens kompleksitet:

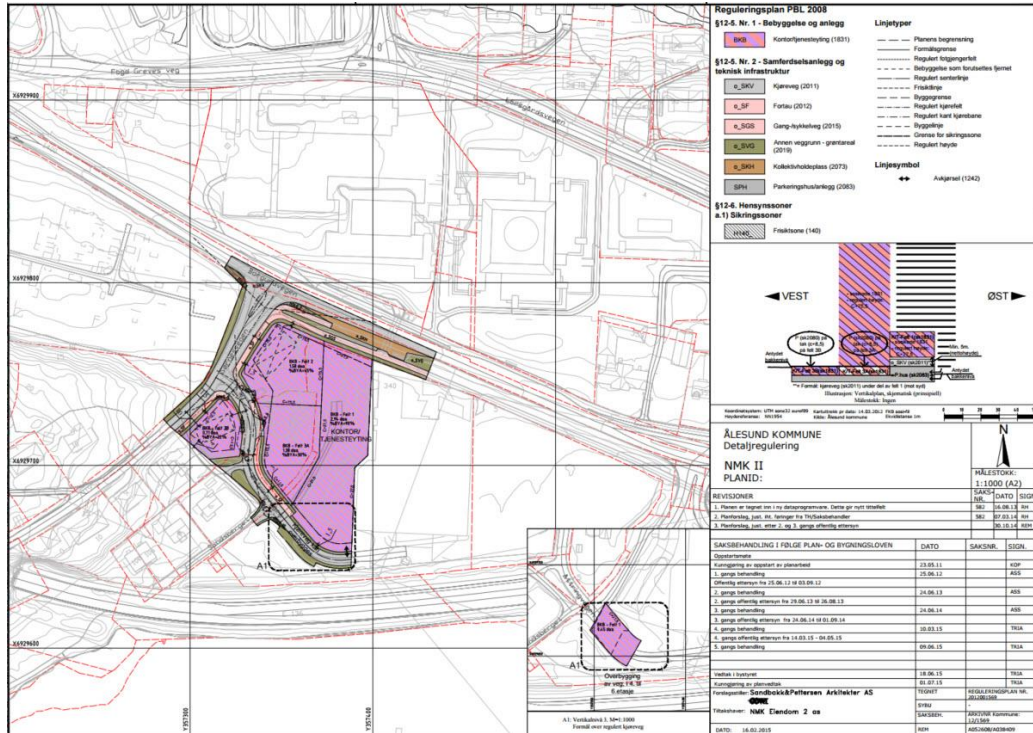
- Jordskjelv, det vil ikke bli tatt med jordskjelvdimensjonering. Se vedlegg.
- Det er i denne oppgaven ikke tatt hensyn til ubalansert snølast
- Enkelte utregninger i forhold til teknisk anlegg.
 - Strøm – Antas at det blir det som er tilstrekkelig i forhold til bruk.
 - Sprinkleranlegg.
 - Lyd – Vil kun regne på gjenklang i bygget.
 - Ventilasjon – Vil kun regne på tilstrekkelig tilluft.
- Ikke tatt hensyn til skjærarmering.
- Utregning av sveis.
- Fundament/ ringmur.
- Utregninger av lastfordelinger ved utsparinger for døråpninger.

Underveis i oppgaven vil det også stå beskrevet avgrensninger i forhold til tema.

1.4 Dagens situasjon

Dagens NMK-bygg ligger sør for Borgundveien og på nordsiden av E136 like ved NTNU i Ålesund. Området har gode solforhold og har direkte utsikt mot Sunnmøre Museum, Borgundgavlen og Nørvasundet.

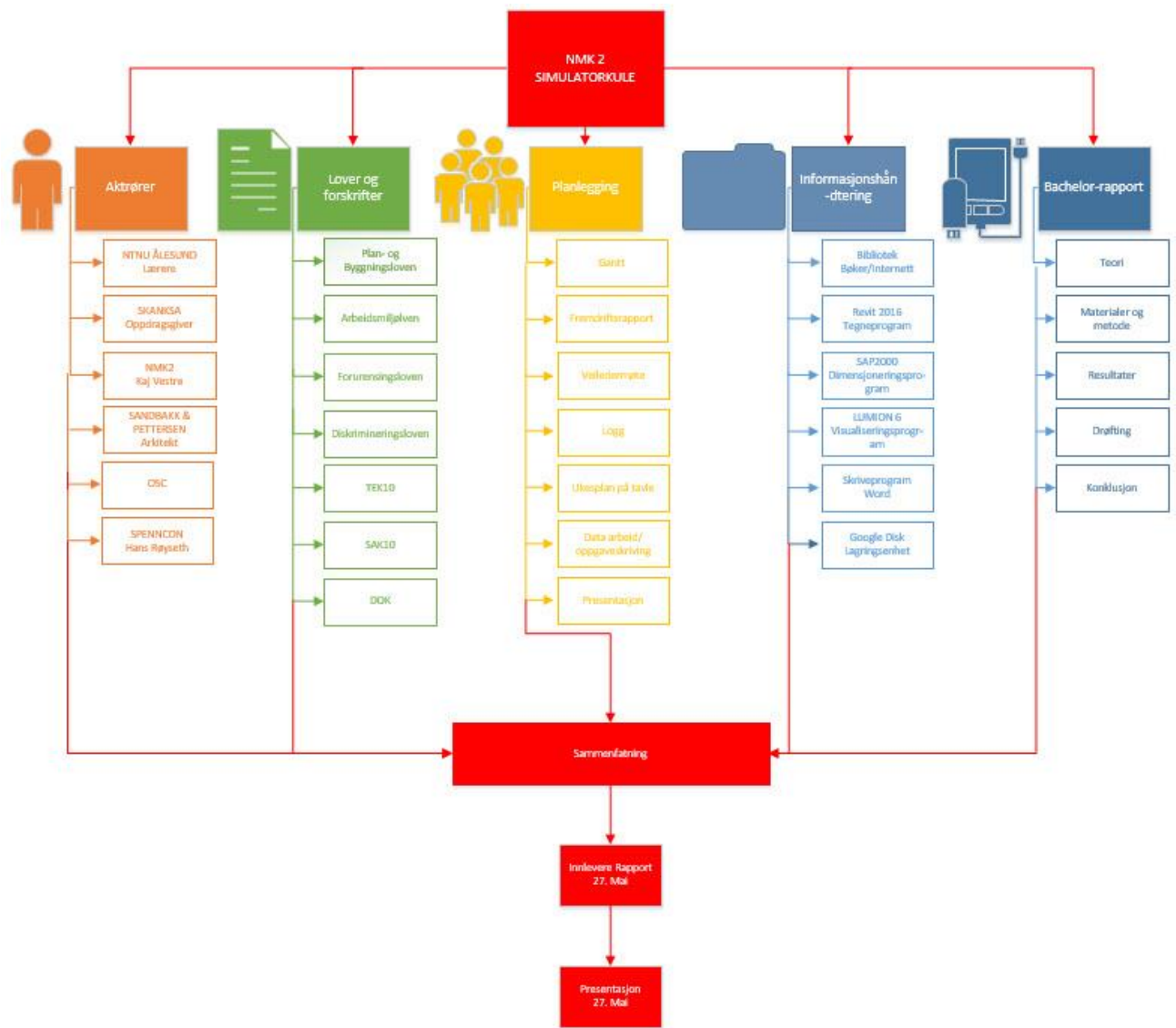
Planen ble behandlet av bystyret den 18.06.15. Det som ble godkjent ut ifra reguleringsforslaget var byggingen av tilbygget (Kontor/Tjenesteyting (BKB)), men ikke høyblokken da det ikke er lov å bygge så høyt i dette området. Dersom kulen skal realiseres blir dette en dispensasjon fra bestemmelsene i reguleringsplanen (se vedlegg 4). Dette vil vi ikke gå dypere inn på i denne oppgaven.



Figur 5: Reguleringsplan

1.5 Prosjektnedbrytningsstruktur

Prosjektnedbrytningsstruktur er en oversikt over omfanget på leveransen av prosjektet og viser sammenhengen mellom aktører og arbeidsoppgaver. Den gir den oversikt over hva som skal gjøres og hvem de involverte er.



Figur 6: WBS for bacheloroppgaven

2 TEORETISK GRUNNLAG

Dette kapittelet inneholder teoretisk grunnlag for en kuleformet bærekonstruksjon. Kapittelet gir en innføring i gjeldene lover, forskrifter og standarder, introduksjon til materialene, laster som påvirker konstruksjonen, liknende prosjekter og tekniske installasjoner.

2.1 Dokumentert Litteratursøk

I denne oppgaven er det tatt i bruk bibliotekets systemer, litteratur og internett til å søke opp relevant litteratur. Spesielt ble Google, Skanskas interne blogg, Det Store Norske Leksikon og Norsk Standard brukt under prosjektet.

For å innhente informasjon om tidligere prosjekter med runde bæresystem fra internett ble følgende søkeord benyttet: «geodesic dome», «Buckminster Fuller sphere», «structural sphere», «concrete dome/shell», «Skanska concrete sphere», «kule-konstruksjon», «Moelven» og «Spenncon». Dette var alle svært nyttige søkeord, men det mest betydningsfulle søkeordet var «shoring sphere» i forbindelse med søkeordet «precast» den 17. februar kl. 11.53. Det ble da ved en tilfeldighet funnet en betong-kule som tidligere hadde blitt utført av Skanska i USA. Denne kule konstruksjonen var til stor inspirasjon for utformingen av oppgaven.

I litteratursøket etter annen relevant informasjon er det blitt brukt: «snowloads», «snølast», «windloads», «vindlast», «betong», «tre», «stål» og «jordskjelv». Det har også blitt brukt flere av studieløpets litteratur, for å nevne noen: Betong konstruksjoner av Svein Ivar Sørensen (58), konstruksjonssikkerhet og belastning av Tarald Rørvik og Vemund Årskog (24), Konstruksjonsteknikk av Per kr. Larsen (25) og Praktisk Prosjektledelse av Rolstadås, Olsson, Johansen og Langlo (60).

2.2 Regelverk

2.2.1 Lover

Generelt om Norges lover og lovsystemet i Norge

Norges lover er en samling av Norges vedtatte rettsbestemmelser. Disse rettsbestemmelsene styres av Stortinget og er inndelt i kapitler og paragrafer. Regjeringen gir retningslinjer for lovforslaget, departementet kommer med lovforslaget og Stortinget vedtar lovene.

Direktoratet får igjen ansvaret for å utdype loven med forskrifter (i dette tilfellet direktoratet for byggkvalitet for plan- og bygningsloven).

I denne oppgaven tar vi for oss de lover, forskrifter og krav som er gjeldene for bygg og anleggsbransjen.

Plan- og bygningsloven (PBL)

Er en ramme- og fullmaktslov som gir hovedbestemmelsene for byggenæringen i Norge. Den omhandler planer på riksnivå, fylkesplaner, kommuneplaner, reguleringsplaner og konsekvensutredninger.

§ 1-1.Lovens formål

Loven skal fremme bærekraftig utvikling til beste for den enkelte, samfunnet og framtidige generasjoner. Planlegging etter loven skal bidra til å samordne statlige, regionale og kommunale oppgaver og gi grunnlag for vedtak om bruk og vern av ressurser.

Byggesaksbehandling etter loven skal sikre at tiltak blir i samsvar med lov, forskrift og planvedtak. Det enkelte tiltak skal utføres forsvarlig. Planlegging og vedtak skal sikre

åpenhet, forutsigbarhet og medvirkning for alle berørte interesser og myndigheter. Det skal legges vekt på langsiktige løsninger, og konsekvenser for miljø og samfunn skal beskrives. Prinsippet om universell utforming skal ivaretas i planleggingen og kravene til det enkelte byggetiltak. Det samme gjelder hensynet til barn og unges oppvekstvilkår og estetisk utforming av omgivelsene.

(1)

Arbeidsmiljøloven

En lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern.

§ 1-1. Lovens formål

Er å sikre et arbeidsmiljø som gir grunnlag for en helsefremmende og meningsfylt arbeidssituasjon, som gir full trygghet mot fysiske og psykiske skadevirkninger, og med en velferdsmessig standard som til enhver tid er i samsvar med den teknologiske og sosiale utvikling i samfunnet. I tillegg til dette er det å sikre trygge ansettelsesforhold og likebehandling i arbeidslivet viktig, samt å legge til rette for tilpasninger i arbeidsforholdet knyttet til den enkelte arbeidstakers forutsetninger og livssituasjon. Å gi grunnlag for at arbeidsgiver og arbeidstakerne i virksomhetene selv kan ivareta og utvikle sitt arbeidsmiljø i samarbeid med arbeidslivets parter og med nødvendig veiledning og kontroll fra offentlig myndighet, sammen med å bidra til et inkluderende arbeidsliv.

(1)

Forurensningsloven

Omhandler forurensning og hvordan redusere utslipp, avfall og sikre en bedre miljøkvalitet.

§ 1. Lovens formål

Denne lov har til formål å verne det ytre miljø mot forurensning og å redusere eksisterende forurensning, å redusere mengden av avfall og å fremme en bedre behandling av avfall. Loven skal sikre en forsvarlig miljøkvalitet, slik at forurensninger og avfall ikke fører til helseskade, går ut over trivselen eller skader naturens evne til produksjon og selvfornyelse.

(2)

Diskrimineringsloven

Det er særlig viktig å tenke på universell utforming i dagens samfunn. Alle skal få muligheten til å være med og loven er med på å skape en inkluderende utforming av omgivelsene rundt oss.

§ 1. Lovens formål

Lovens formål er å fremme likestilling uavhengig av funksjonsevne. Likestilling innebærer likeverd, like muligheter og rettigheter, tilgjengelighet og tilrettelegging. Loven skal bidra til nedbygging av samfunnsskapt funksjonshemmede barrierer og hindre at nye skapes.

(3)

§ 15. Universell utforming av bygninger, anlegg mv.

For bygninger, anlegg og uteområder rettet mot allmennheten gjelder kravene til universell utforming i eller i medhold av plan- og bygningsloven.

(4)

LOV-2008-06-27-71	Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)
LOV-2005-06-17-62	Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (arbeidsmiljøloven)

LOV-1981-03-13-6	Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven)
LOV-2013-06-21-61	Lov om forbud mot diskriminering på grunn av nedsatt funksjonsevne (diskriminerings- og tilgjengelighetsloven)

Tabell 4: Gjeldene lover

2.2.2 Forskrifter

Byggeteknisk forskrift med veiledning (TEK10)

For å kunne oppføre et lovlig byggverk i Norge må det aktuelle byggverket oppfylle et minimum av tekniske krav. Disse tekniske kravene har Direktoratet for byggkvalitet (heretter Dibk) samlet i en byggeteknisk forskrift med veiledning kalt TEK10.

Formålet med TEK10 står forklart i Dibk sin veileder:

§1-1. Formålet

Forskriften skal sikre at tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi. Hovedformålet med forskriften er å bidra til byggverk av god kvalitet og som er i samsvar med de krav som er gitt i eller i medhold av plan- og bygningsloven, herunder forskrifter og arealplaner med bestemmelser. Forskriftene setter krav til tiltak innenfor alle viktige områder som visuell kvalitet, universell utforming, sikkerhet mot naturpåkjenning, uteareal, ytre miljø, konstruksjonssikkerhet, sikkerhet ved brann, planløsning, miljø og helse og energi. Kravene gjelder i utgangspunktet for alle tiltak, uavhengig av om arbeidene krever saksbehandling i kommunen eller ikke.

(5)

Byggesaksforskriften med veiledning (SAK10)

SAK10 har som formål å hjelpe til med søknadsprosessen gjennom å veilede til riktig utfyllelse av søknader, fordeling av ansvar i byggesaker, kontroll og tilsyn. I hver byggesak kreves det saksbehandling fra den aktuelle kommunen, men mindre tiltak er unntatt fra dette. Dette er en gratis og lett tilgjengelig tjeneste utgitt av Dibk.

§ 1-1. Formål Forskriftene skal sikre

Godt forberedte søknader og hensiktsmessig oppgave- og ansvarsfordeling. Effektiv og forsvarlig saksbehandling av byggesaker for å ivareta samfunnsmessige hensyn, herunder god kvalitet i byggverk. At foretak som opptrer som ansvarlig søker, prosjekterende, utførende eller kontrollerende, har tilstrekkelige kvalifikasjoner til å ivareta kravene gitt i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven. At uavhengig kontroll planlegges, gjennomføres og dokumenteres slik at krav til tiltaket som følger av tillatelser eller bestemmelser gitt i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven, er oppfylt. At det føres effektivt og systematisk tilsyn med at tiltak gjennomføres i samsvar med bestemmelser gitt i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven. Det reageres mot brudd på bestemmelser gitt i eller med hjemmel i plan- og bygningsloven, og at reglene om ileggelse av overtredelsesgebyr praktiseres forsvarlig og ensartet.

(6)

Dokumentasjon av byggevarer (DOK).

For å sikre kvaliteten til byggematerialer og produkter til byggverk har Dibk en egen forskrift. I §1. står det «Bestemmelsene i denne forskriften gjelder for produkter som framstilles, omsettes, markedsføres og distribueres for bruk i byggverk.»

(7)

I DOK finner man også den europeiske byggevareforordningen oversatt til norsk. Dette er en fastsettelse av regler som gjelder tilsyn og omsetning av CE-merkede byggevarer.

CE-merking omfatter følgende:

Produsenten skal utarbeide og formelt underskrive en såkalt ytelseserklæring om at produktet er i samsvar med den tekniske spesifikasjonen for produktet. I erklæringen angis også de deklarererte ytelsene. Ytelseserklæringen skal følge markedsføringen og omsetningen av produktet, og være allment tilgjengelig – for eksempel internett.

Produsenten skal påføre CE-merket på produktet, emballasjen eller medfølgende dokumenter, inkludert den tilhørende informasjonen om produktegenskaper eller ytelse som er angitt i den tekniske spesifikasjonen for produktet.

(8)

2.2.3 Standarder

Norsk standard (heretter NS) er en fellesbetegnelse på standarder som er fastsatt og gitt ut av Standard Norge, som er nasjonalt standardiserings-organ for de fleste typer standarder.

”Standard dokument til felles og gjentatt bruk, fremkommet ved konsensus og vedtatt av et anerkjent organ som gir regler, retningslinjer eller kjennetegn for aktiviteter eller resultatene av dem for å oppnå optimal orden i en gitt sammenheng.”

(9)

"Ansvaret for standardisering på bygg- og anleggsområdet i Norge ligger også hos Standard Norge. Standard Norge benytter eksperter fra næringsliv, myndigheter, prøvings- og forskningsinstitusjoner, forbruker- og arbeidstakerorganisasjoner m.m. Norske standarder fastsettes av Standard Norge som resultat av nasjonalt, europeisk (CEN) eller globalt (ISO) standardiseringsarbeid" (Sintef 401.104).

Standarder er til for å hjelpe oss å effektivisere, forenkle og systematisere en prosess fra et behov som oppstår. Med standarder kan mange unødvendige misforståelser unngås når alle bruker samme "språk" og følger samme retningslinjer for å oppnå et felles mål. For en entreprenør er det veldig viktig å vite hva de har forpliktet seg til. Standarder vil sørge for at det ikke oppstår noen tvil hva entreprenøren har forpliktet seg til å levere, og til hvilken pris og kvalitet.

På enkelte områder har NS samarbeidet sammen med europeisk standard (heretter EN) og internasjonal standard (heretter ISO) for å standardisere produkter og utførelser. Innenfor dimensjonering og prosjektering i bygge bransjen har NS gjort EN til gjeldende standard i Norge. I referanser blir standarden henvist som NS-EN(1990-1999) med eventuelle del-nummer eller som Eurokode (0-9) med eventuelle del-nummer.

Noen sentrale standarder i dette prosjektet:

NS-EN 1990	Grunnlaget for prosjektering av konstruksjoner
NS-EN 1991	Laster på konstruksjoner
NS-EN 1992	Prosjektering av betongkonstruksjoner
NS-EN 1993	Prosjektering av stålkonstruksjoner
NS-EN 1995	Prosjektering av trekonstruksjoner (Standard.no)
NS 3420	Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner

Tabell 5: Sentrale standarder

2.3 Materialtyper

2.3.1 Tre

Tre er et av våre mest brukte byggematerialer til små hus og har blitt brukt i Norge siden før vikingtiden. Store deler av landet vårt har nær tilgang til skog, noe som medfølger at det har vært naturlig å utnytte denne naturressursen. Tre har mange gode egenskaper som gjør at det fortsatt er et mye brukt materiale.

Trevirke har stor styrke og kapasitet når vi tar egenvekten i betraktning, samtidig er det et materiale som er lett å bearbeide. Det er et fornybart og klimavennlig råstoff, noe som gjør det til et av de mest miljøvennlige byggematerialene vi har. Trevirke har forholdsvis gode varmeisolerende egenskaper, noe som gjør kuldebro problematikken mindre enn for eksempel med stål og betong. De mest brukte tresortene i Norge er furu og gran. Disse har et variert bruksområde og blir brukt til både konstruksjonsvirke, innvendig- og utvendig kledning. Produkter av løvtré har blitt mer populære i de senere tiår, da mest som innvendig- og utvendig kledning og gulvprodukt. Trevirket er derimot sårbart for brann og fukt. Ved langvarig fuktpåkjenning kan det oppstå mugg og råteproblemer. For å motvirke dette blir utvendig trevirke behandlet med maling eller beis.

Limtre består av flere lag trelameller som er limt sammen, der hver lamell er limt sammen i lengderetningen med fingerskøyt. På denne måten kan vi få limtreprodukter som kan benyttes til både små og større konstruksjoner. Limtre er fornbart, noe som gjør at et limtreprodukt kan tilpasses til hver enkelt konstruksjonsdel som igjen kan sammenføres til større deler. Noen av de mest kjente limtrekonstruksjonene vi har i Norge er Vikingskipet på Hamar (se figur 6) og Oslo Lufthavn, Gardermoen (se figur 7).



Figur 7: Limtre i avgangshallen på Gardemoen (10)



Figur 8: Limtre, Vikingskipet på Hamar (11)

Fordeler
Lett materiale
Lav egenvekt i forhold til styrke
Gode isolerende egenskaper

Tabell 6: Fordeler tre

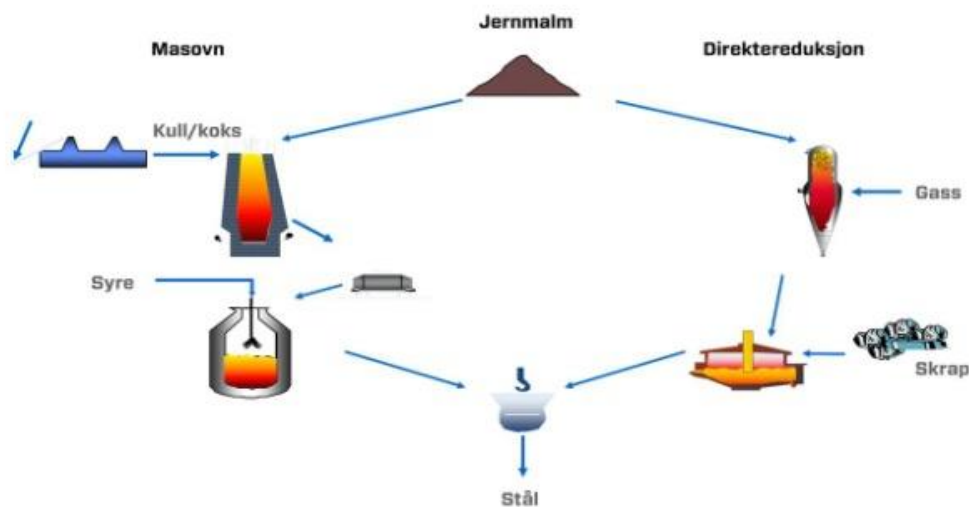
Ulemper
Brennbart materiale
Sårbart for fukt
Store dimensjoner

Tabell 7: Ulemper tre

2.3.2 Stål

Stål er en felles betegnelse for en stor gruppe materialer der hovedkomponenten er jern og karbon (opptil 2%). Grunnstoffene jern og karbon blir brukt i fremstillingen av alle ståltyper. For å oppnå forskjellige ønskede egenskaper legerer man med ulike metaller som nikkel, krom og mangan. Legeringene blir fremstilt med ulike behandlingsprosesser der forskjellige temperaturer, herdetider, kjemikalier og mekanisk bearbeiding blir brukt for å oppnå ønskede kvalifikasjoner på produktet.

Moderne stål ble først introdusert og muliggjort i 1856 av briten Henry Bessemer. Store masovner ble brukt til fremstilling av råjern med et motstrøms prinsipp hvor jernmalmen, koks og kalkstein mates inn i toppen av ovnen mens forvarmet luft blåses inn fra bunnen. Fra metoden får man et sprøtt råjern med høyt karboninnhold. For å redusere karboninnholdet tilfører man oksygen også kalt Bessemerprosessen. Med denne prosessen ble det mulig å produsere stål som var egnet til lastbærende konstruksjoner. Metoden førte til enklere fremstilling og nye bruksområder for stålet som gjorde at stålproduksjonen økte.



Figur 9: Fremstilling av stål (12)

I dag blir det brukt flere forskjellige måter for å produsere stål. Deriblant prosessene siemensmartinstål, elektrostål, oksygen fersket stål og thomasstål. Fremstillingsmetodene har blant annet sammenheng med hvilke råstoffer som blir brukt, og hvilken kvalitet man ønsker. Stål er et av de mest brukte byggematerialene i verden på grunn av sine formbare egenskaper, styrke og mange bruksområder.

Fasthetsklassene refererer til strekkfastheten i materialet som angir styrken. Benevnelsen for vanlig konstruksjonsstål begynner med bokstaven S (structural steel), etterfulgt av et tresifret tall som angir flytespenningen (N/mm²) i stålet, (13). Vanlige fasthetsklasser i konstruksjonsstål har en flytespenning fra 235 til 460 der S355 er mest brukt. Konstruksjonstrålet blir levert etter NS-EN 10025 - Varmvalsete produkter av konstruksjonsstål.



Figur 10: Varmvalset stål (14)

Kvaliteten på stålet angir egenskaper til stålet utenom den lastbærende styrken. Det kan settes krav til motstandsevne mot sprøbrudd eller at stålet skal være sveisbart. Ellers kan det settes

krav til korrosjonsmotstand og hardhet. Kvalitetsklassen blir angitt med to bokstaver etter flytspenningen som f.eks. S355JG. Konstruksjonsstål med kvaliteter som er sveisbart, finkornet og høyfast blir prosjektert etter NS-EN 10113 og NS-EN 10137.

Fordeler
Stål har høy styrke som muliggjør store spennvidder uten at egenvekten til konstruksjonen blir for høy.
Det er kort byggetid, blant annet på grunn av muligheter for prefabrikasjon og rask montasje.
Kan utformes med stor nøyaktighet.
Det er enkelt å gjøre forsterkninger og forandringer.
Kan gjenvinnes og smeltes om å brukes til nye formål.

Tabell 8: Fordeler stål

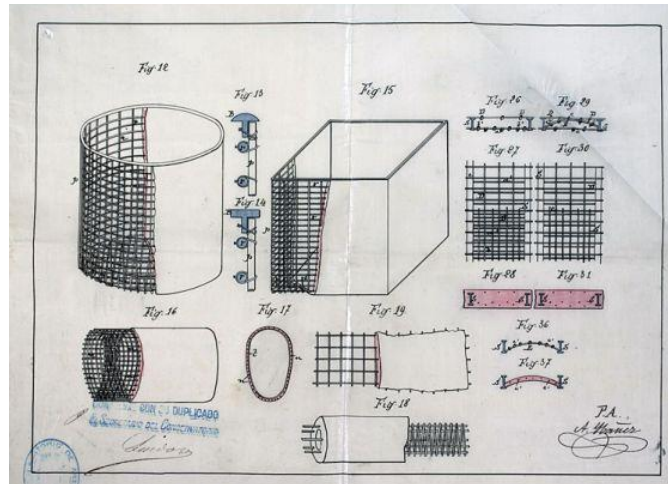
Ulemper
Stål er utsatt for korrosjon, noe som kan være negativt for både styrken og utseende.
Mister styrke ved oppvarming. Det kreves ekstra forbyggende tiltak mot brannpåkjenninger.
Det er i utgangspunktet dyrt, og kan bare konkurrere på pris dersom materialets gode kvaliteter blir godt utnyttet.

Tabell 9: Ulemper stål

2.3.3 Betong

Betong er et av de mest brukte materialene i vårt moderne samfunn. Vi finner betong nesten overalt i vår hverdag og det er med på å forme våre omgivelser. Betongkonstruksjoner har lang levetid, god tilpasningsdyktighet og bra fleksibilitet med hensyn på styrke, bestandighet, brannsikkerhet og formbarhet.

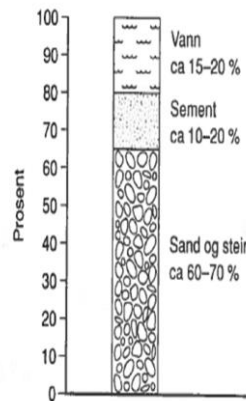
Betong er stadig i utvikling. Romerne bygde mange av sine spektakulære bygg med å stable steiner i ulike størrelser og fylte mellomrommene med steiner og mørtel. Grekerne oppdaget at Pozzolan (Silikastøv) fikk hydrauliske egenskaper når det blandet seg med knust, brent kalkstein og vann. Den betongoppskriften vi kjenner i dag stammer fra 1800-tallet og er utviklet av engelskmannen Joseph Aspdin (15). Han gjorde store framskritt da han brente finmalt kritt og leire i en ovn til karbondioksidet ble fjernet. Dette kalles for Portlandsement og fungerer som et lim i betongen. Dette limet blir blandet med tilslag, vann og tilsetningsstoffer og danner grunnlaget for oppbyggingen av dagens betongoppskrift. Betongen fikk sitt virkelige gjennombrudd da den franske gartneren Joseph Monier (16) tok patent på prinsippet om armering av leirkrukker (Werner Nathtigall og Alfred Wisser, 2013). Det var først da man oppdaget at betongen kunne forsterkes med stålstenger og fikk sitt store gjennombrudd som byggemateriale.



Figur 11: Illustrasjon av Joseph Moniers armerte krukke (17)

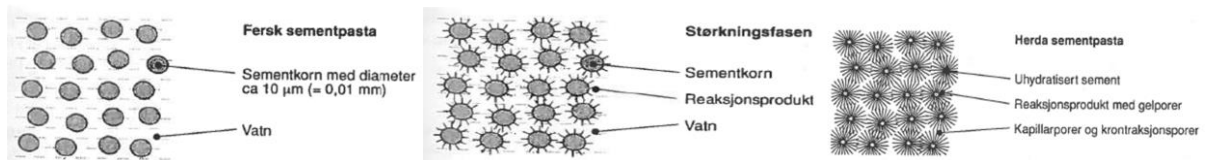
Oppskriften på betong er enkel og kan derfor benyttes til enkle og større bygg. Betong er et komposittmateriale (18), dvs. et materiale som er satt sammen av flere blandingsmaterialer. Byggematerialet betong blir fremstilt av:

- Sement
- Vann
- Sand og stein (tilslag)
- Tilsetningsstoffer



Figur 12: Hentet fra forelesning om betongteknologi med Lala Nilsen.

Det står beskrevet i Betongarbeid utgitt av Universitetsforlaget (19) når vann blir blandet med sement blir det til sementpasta også kaldt for sementlim. Vektforholdet mellom effektivt vanninnhold og sement kalles v/c - tallet. Sementlimet fyller hulrommene mellom stein- og sandkornene i betongen som et lim. Sand og grus har fellesbetegnelsen tilslag og utgjør mellom 60 til 75% av den totale massen. Det er viktig at man bruker tilslag med riktig kornfordeling av god kvalitet. På den måten kan vannbehovet og sementforbruket reduseres. I sementlimet skjer det en kjemisk reaksjon der sementen reagerer med vannet og går gradvis fra flytende til fast stoff, dette kalles hydratasjon. Den første delen av denne prosessen fra flytende til fast stoff kalles størkningsprosessen som etter hvert går over til herding. I størkningsprosessen får betongen litt fasthet, men det er i herdefasen den får sin bestandighet. Her blir betongmassen hardere, bindeevnen til limet blir større og konstruksjonen blir sterkere.



Figur 13: Hentet fra forelesning om betongteknologi med Lala Nilsen.

Betong tåler store trykkspenninger, men er sårbar for strekkspenninger og derfor må den armeres. Armering kan være kamstål som blir lagt ned i forskalingen (19). Når betong skal formes trenger man en forskalingsform. Forskalingen må være fagmessig utført for å oppnå nødvendig styrke og kvalitet. Armeringen korroderer i kontakt med fukt, derfor må armeringen overdekkes av betong på alle kanter. Hvis ikke vil armeringen ruste og utvide seg som igjen fører til at betongen sprekker og strekkapasiteten reduseres. Armeringen kan leveres i mange tykkelser, dette kommer an på hvilke krefter det er snakk om.



Figur 14: Illustrasjon av forskaling på stedstøpt rund konstruksjon (20)

Når det prosjekteres byggverk i dag så vil man ha kortest mulig byggetid og raskest mulig driftsinntekter. I den sammenheng er prefabrikkerte betongelementer et godt alternativ. Betongelementer har rask montering og kan redusere arbeidskostnader på byggeplass. Betongelementer er ferdig produserte og støpte betongdeler som er støpt i en form under kontrollerte forhold. Formene kan brukes flere ganger. Det er betongelementprodusenter som spesialiserer seg på betongelementer. De kan produsere ulike elementer som etasjeskillere, vegger og søyler. Betongprodusentene opererer etter standarder for kvalitet (Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner).

Plasstøpt betong er betong som er støpt på stedet i en forskaling. Når man forskaler må man montere forskaling hver gang for så å rive den ned igjen når betongen har oppnådd riktig fasthet. Ofte blir denne metoden brukt til støping av fundament, plater og underetasjer. Det å utføre et helt bygg i plasstøpt betong er en tids- og arbeidskrevende prosess, som gir økte kostnader.

Fordeler

Betongkonstruksjoner har lang levetid, god tilpasningsdyktighet og bra fleksibilitet med hensyn på styrke, bestandighet, brannsikkerhet og formbarhet.

Betong tåler store trykkspenninger uten armering, men med armering tøler den også store strekkspenninger.

Ferdig produserte elementer har kort byggetid.

Tabell 10: Fordeler betong

Ulemper

Høy egenvekt, betong blir svært tungt.

Stedstøpt betong har lang byggetid.

Tabell 11: Ulemper betong

2.4 Laster og naturpåkjenninger

2.4.1 Snølast

Snølast er den lasten som snø påfører en konstruksjon. Bidraget denne lasten har kan variere. Det er store forskjeller på snømengder i de ulike delene av landet. Det vil kunne være store variasjoner lokalt innad i en kommune samtidig som høyden over havet også vil ha noe å si.

Snølast på mark

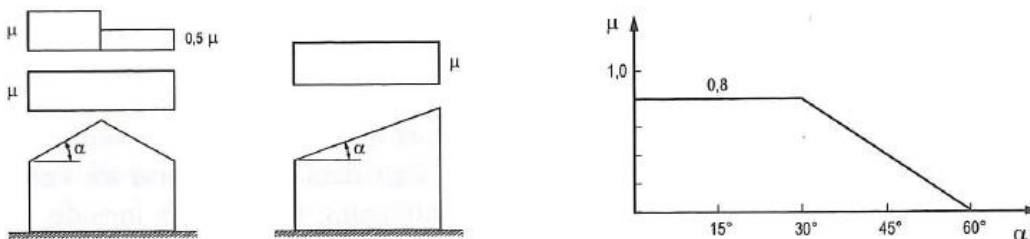
Karakteristisk snølast på mark for Ålesund kommune over en 50 års returperiode er $s_{k,0} = 3,0$ kN/m². $H_g = 150$. $\Delta s_k = 1,0$ kN/m².

Kommune	$s_{k,0}$ kN/m ²	H_g m	Δs_k kN/m ²	$s_{k,max}$ kN/m ²
Stranda	4,5	150	1,0	—
Sula	3,0	150	1,0	—
Sunnadal	4,5	150	1,0	—
Surnadal	4,5	150	1,0	—
Sykkylven	4,5	150	1,0	—
Tingvoll	4,5	150	1,0	—
Tustna	3,5	150	1,0	—
Ulstein	3,0	150	1,0	—
Vanylven	3,0	150	1,0	—
Vestnes	3,5	150	1,0	—
Volda	4,0	150	1,0	—
Ørskog	4,0	150	1,0	—
Ørsta	4,5	150	1,0	—
Ålesund	3,0	150	1,0	—

Tabell 12: Karakteristisk snølast på mark

Fra det som har blitt undervist på skolen

Formfaktor for tak



Figur 15: Formfaktor for snølast på tak

Skisse av snølastens virkningsområder

Det har blitt regnet ut snølast ved hjelp av en amerikansk metode for snølast på kuppel (21).

Det er i denne oppgaven ikke tatt hensyn til ubalansert snølast.

2.4.2 Vindlast

Vindlast er den lasten som vind påfører en konstruksjon. Det er noen faktorer vi må ta hensyn til når vi skal finne ut hvilke vindforhold som påvirker en konstruksjon. Det er store variasjoner på de ulike regionene i Norge, spesielt er kysten langs Vestlandet og nordover mer utsatt for kraftigere vind enn for eksempel Østlandet. (22)

Referansevind/midlere vindhastighet

Er et gjennomsnitt av vinden målt på ti meters høyde over ti minutt for et landskap, med en sannsynlighet for å bli overskredet bare hvert 50 år. For Ålesund er referansevindhastigheten $V_{b,0} 29$ m/s. (23)

Basisvindhastighet

Vil for lavere strøk i landet settes lik referansevindhastigheten. For høyere liggende strøk kan denne få en økt verdi.

Terrengruhetskategoriene

De sier noe om hvordan terrenget rundt en bygning ser ut, fra åpent landskap ute med kysten til tettbebyggt bysentrum. Vi deler kategoriene inn fra 0-IV.

Vindkasthastighetstrykk

Er trykket fra de sterkeste vindkastene som kan oppstå, dette er ikke en langvariglast på linje med referansevinden.

2.4.3 Egenlast

Egenlast er tyngden av selve konstruksjonen eller konstruksjonsdeler som hviler på samme sted og med samme verdi over lengre tid. Egenlasten vil som hovedregel være permanent og bunden last, med mulig unntak av egenlasten til bygningsdeler som kan flyttes eller fjernes. Ved beregning av egenlasten i sammensatte bygningskomponenter benyttes de nominelle mål (dimensjoner) og nominelle tyngdetettheter for hver enkelt del. (25)

Siden egenlasten skrives seg fra en veldefinert tyngde av tverrsnittsdeler med kjent geometri, vil denne last typen kunne fastlegges med stor nøyaktighet. Egenlasten kan i enkelte tilfeller også inkludere permanent fastmontert inventar. Lastfaktoren til egenlasten trenger derfor ikke være så stor fordi usikkerheten av lasten er relativt liten. Selv om usikkerheten vil variere noe i forhold til hvilken tilstand beregner etter. (26)

2.4.4 Nyttelast

Nyttelaster er en variabel last som en konstruksjon skal kunne ta opp uten at det går ut over sikkerheten eller brukervennligheten. Laster som møbler, personer, maskiner og unormale oppsamlinger av laster over kort tid er typiske nyttelaster. Nyttelasten er delt inn i punktlaster Q_k og jevnt fordelte laster q_k som beregnes ut fra karakteristiske verdier i statistiske tabeller. Størrelsene på verdiene til nyttelastene avhenger av hva konstruksjonen skal brukes til og hvilket formål den skal ha. (22)

2.4.5 Seismiske påkjenninger

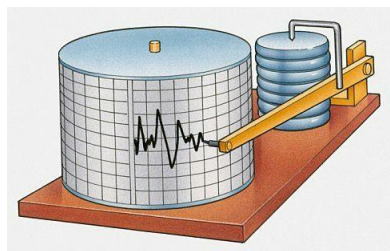
Grunnforhold

Det er viktig å foreta undersøkelser av grunnen for å identifisere grunnforholdene, dette blir ofte gjort av en geotekniker. Metoder som benyttes er laboratorieundersøkelser, sondeboring og prøvetakinger av grunnforholdene for å beskrive jordmaterialets fysiske og mekaniske

egenskaper. Resultatene fra en slik undersøkelse legger et godt grunnlag for hvilke beslutninger en skal ta senere i byggeprosessen. Grunnforholdene baseres på en skala fra A til E som beskriver de ulike grunntypene i stratigrafisk profil. (25)

Jordskjelv

Jordskjelv er plutselige rystelser i jordskorpen. Disse rystelsene i jordskorpen varierer fra umerkelige til svært kraftige (27). Jordskjelvene måles etter Richters skala – oppkalt etter den amerikanske fysikeren og jordskjelvforskeren Charles Francis Richter. Geologene bruker en senograf (28) når de skal måle skjelvningene. Dette er et fintføleende instrument som gjengir rystelser i bakken som en sikksakk kurve på papir. Jordskjelv kan være en av de farligste naturkatastrofene vi har. Det er ikke rystelsene direkte som er farlige, men konsekvensene av rystelsene som medfører at bygninger kollapser og skred blir utløst. Derfor er det i dimensjoneringen svært viktig å forebygge de dødelige konsekvensene mot jordskjelv (29).



Figur 16: Illustrasjon av seismograf, (30)

Grunnleggende krav som stilles til jordskjelvdimensjonering i Norge er motstand mot sammenbrudd og krav til skadebegrensning. I Norge er det ikke særlig mange merkbare jordskjelv, men er ifølge Norstar (27) sine hjemmesider det området i Nord-Europa som opplever flest jordskjelv. Det er derfor ikke utenkelig at det kan forekomme kraftige jordskjelv. Det vil i denne oppgaven ikke bli tatt hensyn til jordskjelv eller rystelser i grunnen som forekommer på grunn av utvikling av garasjeanlegg vedrørende NMK bygget (se vedlegg 5).

2.5 Bæresystem

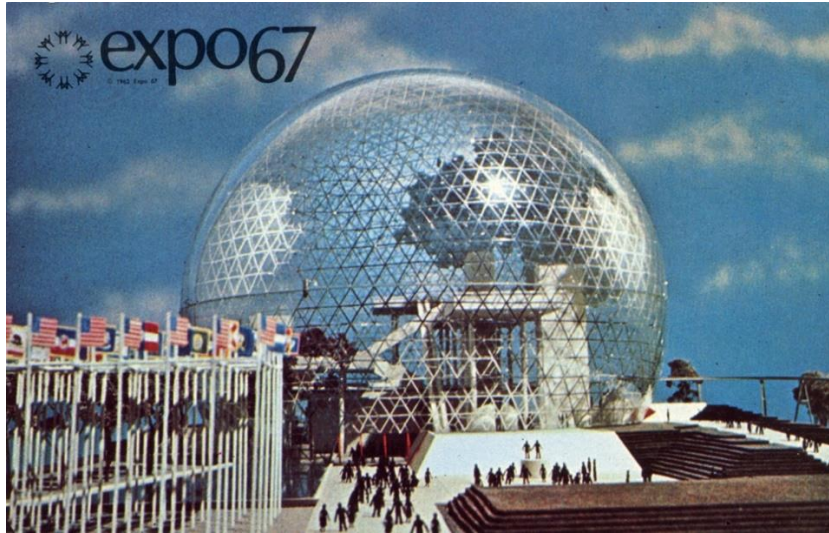
Bærekonstruksjonen har som oppgave å oppta- og videreføre laster som bygget utsettes for ned i grunnen med tilstrekkelig sikkerhet mot sammenbrudd (25). Konstruksjonen er ofte bygget opp av flere konstruksjonskomponenter som er i stand til å bære de ytre lastene og tilfredsstillende de øvrige funksjonskravene. Materialene i byggverket skal ha egenskaper som tilfredsstillende grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet. I denne oppgaven tar vi for oss en sfærisk skallkonstruksjon. (31)

2.6 Liknende prosjekter

2.6.1 Biosphere

Arkitekten Richard Buckminster Fuller (1895 – 1983) (32) er skaperen bak geodetisk kuppel av staver. En geodetisk kuppel er en skallstruktur som er sammensatt av mange trekantede elementer. Det ble brukt trekant fordi det er ansett som en sterkere konstruksjon enn firkanter fordi de har faste vinkler. Trekantene danner et komplekst system som sprer kreftene utover konstruksjonen, som betyr at man kan bygge stort, stivt og sterkt med lite materiale. Kupler er blitt brukt i mange ulike konstruksjoner over hele verden som for eksempel værstasjoner, radarstasjoner, simulatorer, kirker og drivhus.

Gjennom en verdensutstilling i Montreal, Canada i 1967 (Expo67) (33) med temaet «Man and His World», presenterte Fuller geodetisk sfære laget av stål og akryl. Sfæren har en diameter på 76m. Den bestod av de samme trekantformede konstruksjonsdelene, men var enda mer formet som en sfære. Konstruksjonen står fremdeles på øya St. Helena i Montreal, Canada, og går under navnet Biosphere. Fuller ble frontfigur og merket et avgjørende øyeblikk i historien til moderne arkitektur og byggeteknikk.



Figur 17: Fullers deltagelse i Expo67, (34)

Fullers trekanter kan sees i nesten hvilken som helst moderne bygning med trekantete staver.

2.6.2 Spaceship Earth

Spaceship Earth (35) står i Disneyland i Orlando, Florida. Denne konstruksjonen er inspirert av Fuller sitt ikon, og er dermed bygget opp av et massivt stålskjelett som står på et betong fundament.



Figur 18: Spaceship Earth, Disneyland Florida (36)

2.6.3 La Geode de Paris

I parken La Villette i det nordlige Paris står La Geode (37). Geoden inneholder et auditorium som kan brukes til flere ulike arenaer som kino, utstillinger og musikk. Det ytre skallet er laget av plater formet som trekanter med speil.

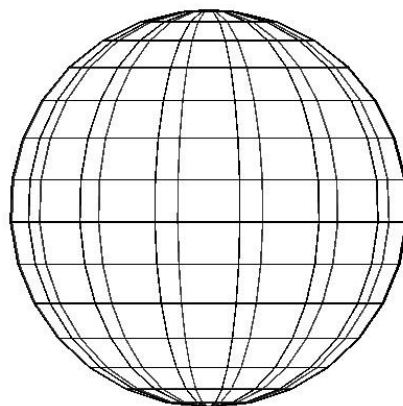


Figur 19: La Geode i parken La Villette, Paris (38)

Disse konstruksjonene lages hovedsakelig i stål med samme metode som Fuller først presenterte. Det som gjør sfærene så sterke er fordi konstruksjonene fordeler lastene og påkjenningene jevnt fordelt over hele konstruksjonen.

2.6.4 Moelven

I forbindelse med en bærekonstruksjon utført i tre har vi vært i kontakt med Moelven, leverandør for byggevarer og systemer for byggebransjen, for å høre om de leverer omtrent hele sfærer. Forslaget fra deres side var å bygge halve sirkler med vertikale bindingsledd som tar opp de horisontale kreftene som presser konstruksjonen ut på midten av kula.



Figur 20: Eksempel på Moelvens trekonstruksjon.

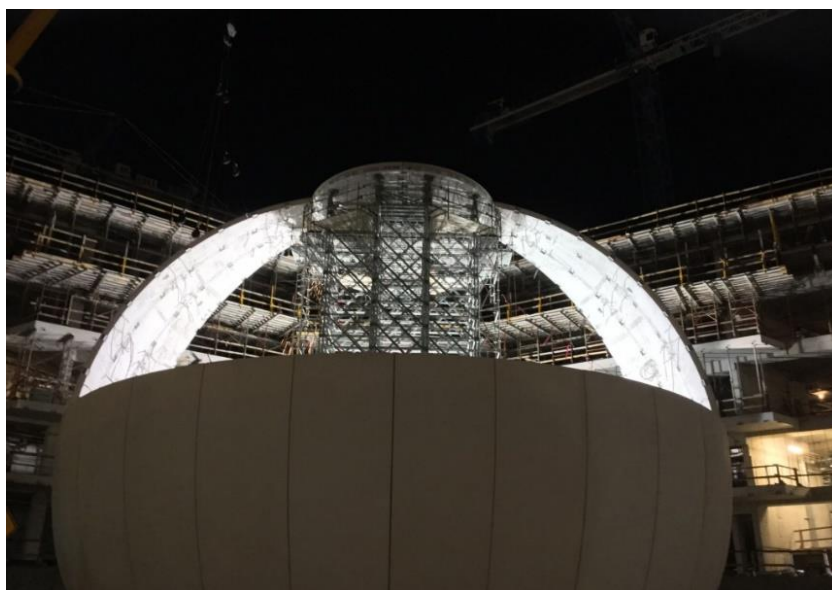
2.6.5 Patricia and Phillip Frost Museum of Science

I Miami, Florida USA er det et museum for forskning, Patricia and Phillip Frost Museum of Science (39). Utenfor museet står det en kuleformet konstruksjon som inneholder et planetarium. Som det står i Skanska USA sin egen blogg om prosjektet (39) er kulen sammensatt av skallformede betongelementer og stedstøpt betong. Den øverste kuppelen består av flere «appelsin» -liknende betongelementer som sveises fast i et sirkulært topelement. Nedre del av konstruksjonene er stedstøpt ned på et fundament. En slik betongkonstruksjon er ikke fullstendig stabil før siste betongelement blir sveist fast i resten av bygningsdelene. Bærekonstruksjonen gir en jevnt fordelt belastning på fundamentet.



Figur 21: «Appelsinskallmetoden» (39)

Monteringen av denne sfæren tok to og en halv uke, der det ble jobbet 24 timer i døgnet syv dager i uken. Underveis ble konstruksjonen holdt oppe av et stillastårn, dette for å ta opp de vertikale kreftene som oppsto under monteringsarbeidet.



Figur 22: Et stillastårn holder konstruksjonen oppe (39).

2.7 Avstivning

For å motstå horisontale og vertikale krefter må man avstive konstruksjonen. De horisontale kreftene kan komme som følge av vindlast, men også som en følge av konstruksjonstypen og belastningen på den. De vertikale kreftene kan komme av egenlast, nyttelast og andre variable laster som for eksempel snølast. Tradisjonelt har småhus blitt avstivet ved at man avstiver/låser etasjeskiller til en skive ved hjelp av golvplater som er limt og skrudd til bjelkelaget eller undergurten på takstolen. Deretter vil bruk av vindavstivende plater/trebord låse bygget og føre kreftene ned i grunnen.

For større konstruksjoner som for eksempel har et bæresystem i stål med etasjeskiller av hulldekke, vil hulldekkene bli låst fast i hverandre ved at skjøtene mellom dekkene blir fylt med betong. Hulldekkene blir så låst fast i stålkonstruksjonen langs kantene. Da har man en skive.

For å videreføre horisontale laster kan man benytte seg av skråstiver av stål eller loddrette skiver av betong. En heissjakt av betong er et eksempel på en loddrett skive som kan videreføre horisontale laster ned i grunnen.

For utradisjonelle konstruksjoner som for eksempel kuppel eller kulekonstruksjon er det en litt annen måte å gjøre dette på. Her må en ta hensyn til dimensjonerende laster, aktuelt bæresystem og hvilke materialvalg en har gjort. For kulekonstruksjoner som har en oppbygging av vertikale bjelker vil det være nødvendig å avstive mellom bjelkene horisontalt. Geodetiske «dome/sphærer» som er oppbygd av mindre trekkanter vil ikke ekstra avstivning være nødvendig da dette er en tilstrekkelig stiv konstruksjon. For betongelement vil det være aktuelt å feste de sammen til hverandre slik at man oppnår en skive. Dette er absolutt aktuelt for en «dome» av betongelement.



Figur 23: Horisontal avstiving av en stålkule (40)



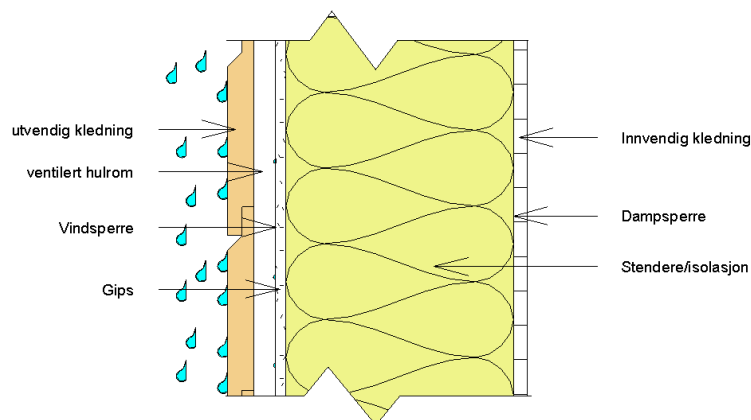
Figur 24: Avstiving ved hjelp av sammensveiste betongelementer (41).

2.8 Klimaskjerm

Klimaskjermen er den delen av konstruksjonen som er i direkte kontakt med det utvendige klimaet. Den er ikke en del av bærekonstruksjonen, men kan fungere som en ekstra avstiving i bygget. Den skal hovedsakelig beskytte konstruksjonen mot regn, snø, og vind.

2.8.1 Totrinns tetting

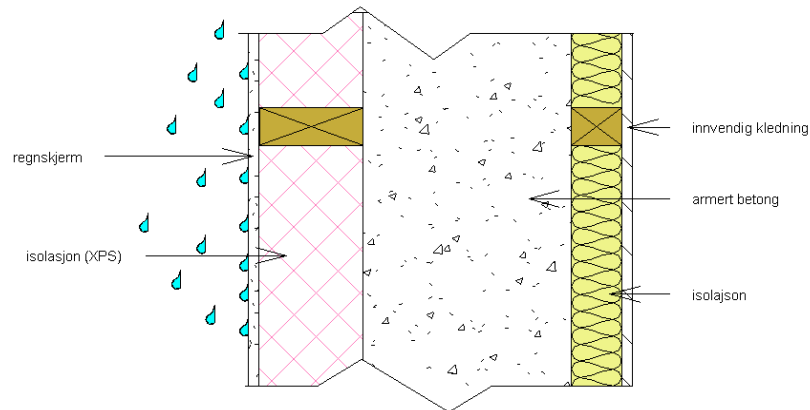
Et vanlig prinsipp for tetting av klimaskjermen er å benytte seg av totrinns tetting bestående av et indre lag og et ytre lag. Det ytre laget beskytter mot regn og slagregn. Det innerste laget beskytter konstruksjonen mot vind og eventuelt fuktighet som det ytre laget ikke beskyttet mot. Det ytre laget er adskilt fra vindtettingen med et ventilert hulrom slik at ikke vind skal drive inn vann i konstruksjonen og forårsake skader. Det ventilerte hulrommet hindrer også oppsamling av fukt slik at råteskader minimaliseres.



Figur 25: Totrinns tetting

2.8.2 Direkte overflatebehandling

En annen type klimaskjerm som er mye utbredt for betongfasader er direkte fiberpuss uten lufting, men med et beskyttende lag av diverse malingsprodukter. Under fiberpussen blir eventuelle sprekker og skjøter fuget med en egnet fugemasse. Forskjellige primere blir bruk som grunning for heft til fiberpussen. Utenpå fiberpussen vil det bli primet igjen for så å påføre 2-3 lag med for eksempel en slitesterk tokomponent epoksy maling. Utførelsen av behandlingen stiller meget høye krav til et kontinuerlig tett sjikt. Dette forhindrer at vann kan trenge inn i konstruksjonen og forårsake fuktskader.



Figur 26: Direkte overflatebehandling

2.9 Dimensjoneringsprinsipp

2.9.1 Brudd- og bruksgrensetilstand

Bruddgrensetilstand

For at en konstruksjon skal være bruddsikker må den ha en tilfredsstillende sannsynlighet for at de lastene den vil bli påført ikke fører til brudd, tøyninger eller forskyvninger. Her deler vi lastene inn i tre ulike lasttyper, permanente, dominerende variable og andre variable laster. Hver lasttype har hver sin lastfaktor som er satt i forhold til hvilken grad lasten påvirker en konstruksjon. Vi har to ulike situasjoner som vi sjekker opp mot hverandre for å finne hvilken situasjon som får det største bidraget. Disse kaller vi B1 og B2. En huskeregel er at B1 blir brukt for større konstruksjoner der egenvekten av selve konstruksjonen blir den dominerende lasten, som for eksempel en bru. B2 er mere gunstig for mindre konstruksjoner der den variable lasten som nyttelast, snø og vindlast vil få et større bidrag, som for eksempel en etasjeskiller i betong.

Tabell 3.3 Lastfaktorer for bygningskonstruksjoner i bruddgrensetilstanden (STR)

Situasjon	Permanente laster γ_{Gj} eller $\xi \gamma_{Gj}$	Dominerende variabel last γ_{Q1} el. $\psi_{01} \gamma_{Q1}$	Andre variable laster ²⁾ γ_{Qi} el. $\psi_{0i} \gamma_{Qi}$
B1	1,35 / 1,0 ¹⁾	1,05	1,05
B2	1,20 / 1,0 ¹⁾	1,5	1,05

¹⁾ Den lastfaktor som gir den ugunstigste lastvirkning skal benyttes. For kontinuerlige bjelker benyttes samme lastfaktor for egenlasten i alle spenn, bortsett fra utkragende deler.
²⁾ Se NS-EN 1991 til NS-EN 1999 for γ -verdier for påførte deformasjoner

Tabell 13: Lastfaktorer (26)

Bruksgrensetilstand

Når en konstruksjon har visse krav til funksjonsdyktighet benytter vi bruksgrensetilstanden for å kontrollere dette. Her er det varierende krav alt etter hva byggherren ønsker. Det kan for eksempel være visse krav til svingninger og nedbøyinger til et gulvdekke eller en bjelke. Her er det forskjeller på om det er i en industrihall med avanserte og nøyaktige maskiner eller nedbøyning av gulvbjelker i et bolighus.

Tabell 3.2 Lastfaktorer for bruksgrensetilstanden (NS-EN 1990, tabell A1.4)

Lastkombinasjon som skal påvises	Permanent last γ_{Gj} eller γ_P	En variabel last γ_{Q1} eller $\psi_{01} \gamma_{Q1}$	Øvrige var. laster $\psi_{0i} \gamma_{Qi}$
Karakteristisk	1,0	1,0	0,7
Ofte forekommende	1,0	0,7	0,6
Tilnærmet permanent	1,0	0,5	0,5

Tabell 14: Lastfaktorer for bruksgrensetilstanden (25)

Tabell NA.A1 (904) – Krav til maksimal nedbøyning

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

Tabell 15: Krav til maksimal nedbøyning (42)

2.9.2 Partialfaktormetoden

Ved utregning av belastningene på en konstruksjon kan det tas utgangspunkt i tidligere erfaringer og prognoser fra belastinger fra tilsvarende konstruksjoner som har blitt bygget. Ikke alle laster har samme forutsetninger. Noen laster er variable, slik som snø og vindlast. Disse lastene vil variere med årstidene og geografisk plassering. Egenlaster er permanente laster som kan beregnes med langt større nøyaktighet. Egenlastene er beregnet ut fra veldefinerte mål og verdier, man trenger derfor ikke like stor sikkerhet i beregningene. Det blir brukt nominelle sikkerhetsfaktorer i form av to partialfaktorer, en for lastene og en for materialfastheten.

Lastfaktoren

Lastfaktoren tar hensyn til at uforutsette og unormale laster som går ut over den karakteristiske verdien til lasten. Den tar også hensyn til at flere laster sannsynligvis ikke vil inntreffe samtidig. Når den karakteristiske lasten F multipliseres med lastfaktoren γ_f får vi den såkalte dimensjonerende lasten F_{ed} . Det er også dimensjonerende laster for aksialkraft, skjærkraft og moment. For egenlaster vil sikkerhetsfaktoren γ ofte være større enn 1,0 mens variable laster som snølast, vindlast og nyttelaster vil sikkerhetsfaktoren være mindre enn 1,0.

$$F_{ed} = \gamma_f \cdot F$$

Materialfaktoren

For å ta hensyn til alle usikkerhetene som finnes på materialsiden, må materialet i

beregningene antas å være noe svakere enn den karakteristiske verdien f_k som materialet er målt til. Derfor bruker man dimensjonerende materialfasthet f_d . Den dimensjonerende materialfastheten får vi ved å dividere den karakteristiske materialfastheten med materialfaktoren γ_m .

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m}$$

Beregningsgang



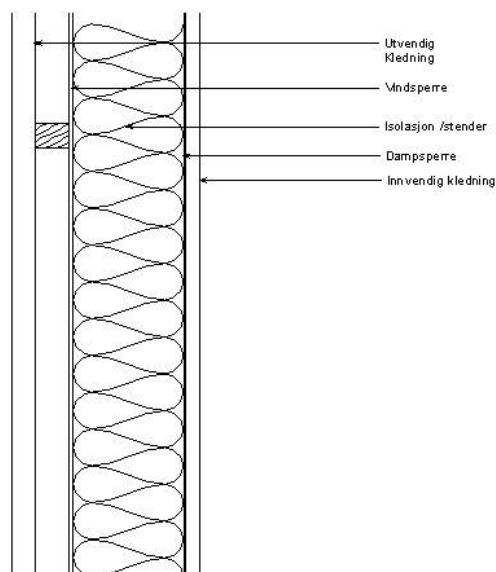
Figur 27: Beregningsgang (Word 2013)

2.10 Konstruksjonskomponenter

2.10.1 Isolasjon

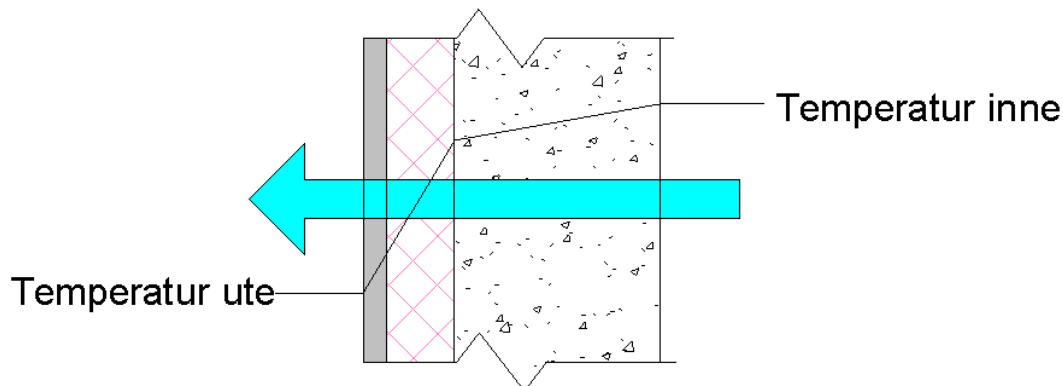
Isolasjonens hovedoppgave er å hindre varmetap. Den beskytter konstruksjonen mot ytre temperaturpåkjenninger. På vinteren beskytter isolasjonen mot kulden og på sommeren hindrer den overoppheting. Isolasjonen kan beskytte bærekonstruksjonen mot brann samt redusere og absorbere uønsket støy fra omgivelsene.

Isolasjonen ligger ofte sammen med bærekonstruksjonen i form av et termisk isolerende materiale slik som mineralull eller ekspandert polystyren (EPS). På den varme siden av isolasjonen er det ofte hensiktsmessig med et dampsperrsjikt som hindrer kondens fra å oppstå inni isolasjonen og forhindre luftlekkasjer. På kald side (ut mot klimaskjerm) beskyttes isolasjonen med en diffusjonsåpen vindsperre og et avstivende lag som hindrer konveksjon og slipper ut innesperret fukt.



Figur 28: Isolasjonen ligger sammen med bærekonstruksjonen (Revit 2016)

Isolasjonen kan også legges som et kontinuerlig lag utpå eller innenfor bærekonstruksjonen for å minimalisere kuldebroer(vintertid) og varmebroer (sommertid). På kald side beskyttes isolasjonen med en klimaskjerm som er enten tett (direkte overflatebehandling) eller med lufting (totrinns tetting) som hindrer vann og vind å trenge inn i konstruksjonskomponenten.



Figur 29: Isolasjonen på betongkonstruksjonen, kuldebroer og varmebroer.

2.10.2 U-verdi

U-verdien beregnes ut fra varmestrømmen eller varmemotstanden i materialene. Den sier noe om hvor motstandsdyktig isolasjonen og bæresystemet er mot temperaturendringer.

"U-verdien forteller oss hvor mye varme(Watt) som går gjennom en bygningskonstruksjon med et areal på 1 m² når lufta på hver side av konstruksjonen har en temperaturforskjell på 1 C°. Skal vi finne varmestrømmen ved en viss temperaturforskjell, må vi multiplisere U-verdien med den aktuelle temperatur differansen." (43)

U-verdi har betegnelsen:

$$[W/(m^2K)]$$

En bygningsdel med lav U-verdi har bedre motstandsevne for varmegjennomstrømming enn en bygningsdel med høy U-verdi. Dette fører til at den delen med lav U-verdi har et lavere energibehov. Ved beregning og bestemmelse av U-verdien bruker man en øvre og nedre grenseverdi. Øvre grenseverdi $R_{T\emptyset}$ beregner man en total varmemotstand i hvert sjikt uten sideveis varmestrøm. Nedre grenseverdi R_{TN} beregnes det en gjennomsnittlig varmemotstand i hvert sjikt og summerer opp alle sjikt. Total varmemotstand vil bli $R_T = (R_{T\emptyset} + R_{TN}) / 2$. Ut i fra den totale varmemotstanden kan U-verdien bestemmes med god nøyaktighet med formelen:

$$U = \frac{1}{R_T + \underline{\Delta U}}$$

U-verdi yttervegg [W/(m ² K)]	U-verdi tak [W/(m ²)] K	U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/(m ² K)]	U-verdi vindu og dør, inkludert karm/ramme [W/(m ² K)]
≤ 0,22	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 1,6

Tabell 16: Krav til U-verdier etter TEK10

2.11 Tekniske installasjoner

2.11.1 Brann

Brannforskriften

«Hovedformålet med forskriftenes krav til sikkerhet ved brann er å redusere sannsynligheten for tap av liv og helse ved brann til et akseptabelt, lavt nivå. Dette oppnås ved at det benyttes materialer og produkter som ikke gir uakseptable bidrag til utvikling av brann, og at byggverket, bygnings- og installasjonsdelene utformes slik at brannspredningen begrenses. Byggverk må dessuten utformes med sikte på rask og sikker rømning ved brann. Dette oppnås gjennom aktive og passive tiltak som reduserer den nødvendige rømningstiden og øker den tilgjengelige rømningstiden.»

(43)

En kuleformet konstruksjon er en utradisjonell byggemåte, men den må fremdeles tilfredsstillere brannforskriften i TEK10. Konstruksjonen kan etter TEK10 § 11-2 Tabell 1 defineres som kontor\industri og vil dermed få risikoklasse 2.

På grunn av at det innvendige rommet ikke er delt inn i avskilte etasjer betrakter vi hele det innvendige rommet som en etasje, noe som medfører at bygget havner i brannklasse 1.

I TEK10 § 11-4 Tabell 1: Bærende bygningsdelers brannmotstand avhengig av brannklasse, finner man hvilken brannmotstand som er gjeldene.

For denne konstruksjonen er det R30. Det vil tilsi at den bærende konstruksjonen må kunne motstå påkjenninger fra brann i 30 minutter uten å miste sin bæreevne. Det er ingenting som tilsier eksplosjonsfare ved normal bruk, så det har vi sett vekk fra. Med en bærekonstruksjon av et betongskall vil det ikke være fare for brannspredning fra konstruksjonen. Kulen vil bli

oppført som en egen branncelle. Dør i branncelle - korridor må oppfylle minst EI 30-S (TEK10, § 11-8 Tabell 2).

Det betyr at døren må hindre at brann og røyk sprer seg gjennom døren til andre konstruksjonsdeler i minimum 30 minutter. Vi tar forbehold om at innvendige materialer blir lik eksisterende simulator på NMK, som er perforert ikke-brennbart aluminium. Tekniske gjennomføringer blir utført etter gjeldene brannkrav for gjennomføringer. Det vil bli montert brannalarmanlegg, automatisk sprinkleranlegg og handslukkeapparat. Bygget vil bli liggende i umiddelbar nærhet til vei med god tilgang for brannmannskaper.

Brann vil utover dette ikke bli mer diskutert i oppgaven.

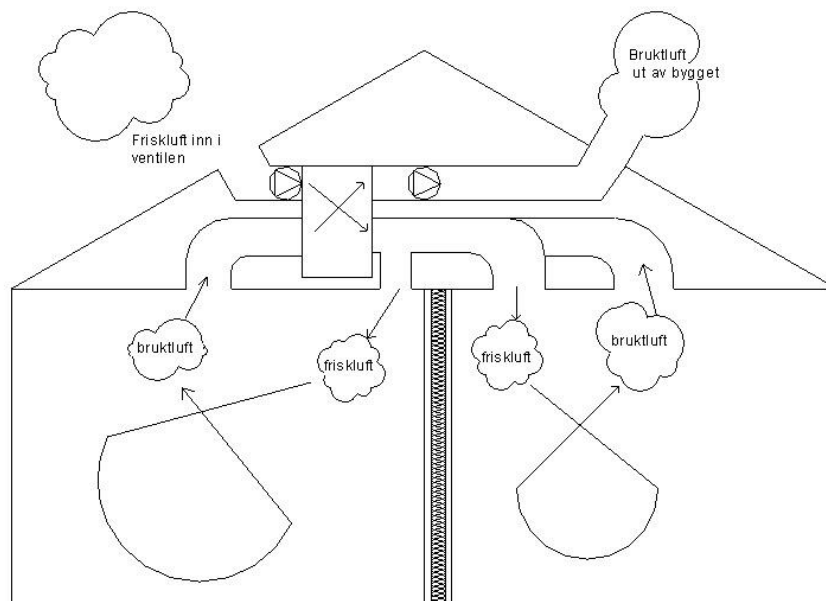
2.11.2 Ventilasjon

Ventilasjon er viktig for å erstatte den brukte inneluften med filtrert friskluft slik at det er behagelig å oppholde seg i bygningen. Det opereres med friskluft (tilført frisk luft fra utsiden) og brukluft (luft som byttes ut). Energikravene i TEK10 tilsier at man i de fleste tilfeller må velge balansert ventilasjon i nye bygg for å tilfredsstille dem. Det finnes også andre former for ventilasjon som mekanisk ventilasjon og naturlig ventilasjon, men disse går vi ikke nærmere inn på.

Ventilasjonsanleggets hovedformål:

- Ventilasjonsanlegget skal sikre at det blir tilført tilstrekkelig mengde med rensed frisk luft med riktig temperatur slik at helse og komforten til brukerne blir ivaretatt. (44)
- Ventilasjonsanlegget skal samtidig begrense luftfuktigheten innendørs, som dermed vil hindre kondens og fuktskader. (44)

Balansert ventilasjon sørger for at tilførsel av friskluft og avtrekk av brukluft er omtrentlig like store slik at det ikke oppstår undertrykk eller overtrykk i bygget. For å opprettholde denne balansen føres luftmengdene gjennom et nettverk av ventilasjonskanaler og ventiler som blir styrt av ventilasjonsaggregater.



Figur 30: Prinsipp ved balansert ventilasjon (Revit 2016)

På vinterstid og kalde perioder skal energien fra bruktluft gjenvinnes før den blir sendt ut i friluft. Friskluft som blir tilført i luftutskiftingen blir forvarmet med energien fra bruktluft. På sommerstid trengs det ikke å gjenvinne energi fra bruktluft slik at den blir sendt direkte ut i friluft. Det er ekstra viktig å filtrere friskluft på sommerstid slik at støv og pollen ikke forstyrrer brukere med tanke på støv og allergier.

Det er viktig å dimensjonere ventilasjonsanlegget slik at luftkvaliteten blir tilfredsstillende og ikke går ut over brukervennligheten til oppholdsrommene. I denne oppgaven tar vi hensyn til at det er mange tekniske installasjoner og maskiner som produserer mye overskuddsvarme og forurensninger slik at tilstrekkelig utskiftning av luften er viktig.

Tre kriterier blir stilt for beregning av luftmengder:

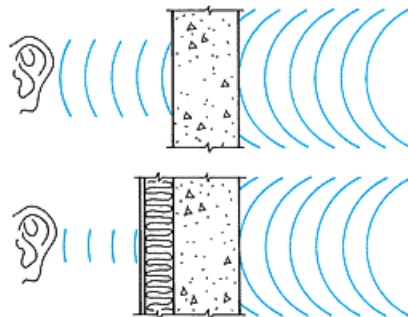
- A, personbelastning (forurensning fra personer).
- B, materialbelastning (forurensning fra bygningsmaterialer, inventar og installasjoner).
- C, forurensning fra aktiviteter og prosesser som kan være helseskadelige eller gi overskuddsvarme.

Bygningstype	q_p Personfaktor	q_t Person- tetthet	Luftmengde
	m ³ /h per person	m ² /person	m ³ /h per m ²
Cellekontor	26	12,0	5,8
Kontorlandskap	26	15,0	5,3
Konferanserom	26	2,0	17,0
Auditorium	26	0,7	41,0
Kafe/restaurant	26	1,4	21,0
Klasserom	29	2,0	18,0
Barnehage	29	2,0	18,0
Butikk	33	7,0	8,3

Tabell 17: Beregning av luftmengder for ulike lokaler (45).

2.11.3 Lyd

Lyd er definert som en trykkforandring i luft som øret kan oppfatte. Lydstyrken eller lydtrykket er den effektive trykkforskjellen målt i enheten Pascal (Pa) fra det normale lufttrykket. Hvor sterkt lyd oppfattes blir målt i desibel(db). Desibelskalaen er en logaritmisk skala for lydnivåer (46)



Figur 31: Illustrasjon av lydskjerming (46)

Det vil være viktig for brukervennligheten og funksjonaliteten til simulatoren at lydforholdene inne i konstruksjonen er innenfor gitte rammer. TEK10 krever at byggverk skal

utføres og prosjekters slik at de skjermer brukerne for støy og uønskede lyder som kan virke skadelige eller forstyrrende.

På sørsiden av NMK ligger E136 og på nordsiden ligger Borgundveien. Begge er meget trafikkerte veier og kan gi støybelastninger på konstruksjonen slik at lydskjerming vil være viktig. Isolasjonen som blir brukt for å tilfredsstille energikravene i henhold til TEK10 vil i stor grad skjerme konstruksjonen for støy og lyder som kommer fra utsiden.

På innsiden vil det stilles krav til lydisolasjon slik at en oppnår god akustikk og gjenklang i rommet. Ofte vil dette oppnås ved prinsippet luftlydisolering der lydsvingningene/lydbølgene blir redusert og absorbert av et isolerende sjikt av luft/isolasjon i veggen.

I denne oppgaven er det bare regnet på etterklangstid.

2.11.4 Elektrisk anlegg

Elektriske lavspenningsinstallasjoner skal prosjekteres etter standard NEK400 (42). Det skal inneholde tilstrekkelig med kretser og stikkontakter samt jording. For å ivareta sikkerheten må det elektriske anlegget være regulert etter gjeldene forskrifter:

- Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg
- Forskrift om elektroforetak og kvalifikasjonskrav for arbeid knyttet til elektriske anlegg og elektrisk utstyr.

I svakstrømanlegg opereres det med små strømstyrker, milliampere-nivå. Slik strøm finnes i for eksempel brannvarsler, telefoni og signalanlegg (47).

Da denne konstruksjonen skal prosjekteres til å bli en simulator er det svært relevant å ta hensyn til det elektriske anlegget. Et godt gjennomtenkt og profesjonelt installert elektrisk anlegg kan forbedre kvaliteten og ytelse (48). De tekniske tilføringene er planlagt til å legges i broen som går fra NMK2 til kula.

Det vil tas utgangspunkt i at det vil bli tilførsel av nok strøm til å drifte bygget. Dette vil ikke utredes videre i oppgaven.

2.12 Forbindelser og knutepunkt

En konstruksjon blir holdt sammen av forbindelser og knutepunkt av ulike slag. De er til for å feste de ulike konstruksjonsdelene til hverandre, samt det å overføre de kreftene konstruksjonen blir utsatt for til det aktuelle bæresystemet, på den måten blir kreftene til slutt ført ned i grunnen.

Uavhengig av hvilken metode som blir valgt for utførelsen av bærekonstruksjonen til kulekonstruksjonen må de ulike konstruksjonskomponentene festes og forankres til hverandre ved hjelp av forbindelser og knutepunkt. Dette er naturlig for de fleste typer konstruksjoner for at det ikke skal oppstå forskyvninger, deformasjoner og i verste fall sammenbrudd.

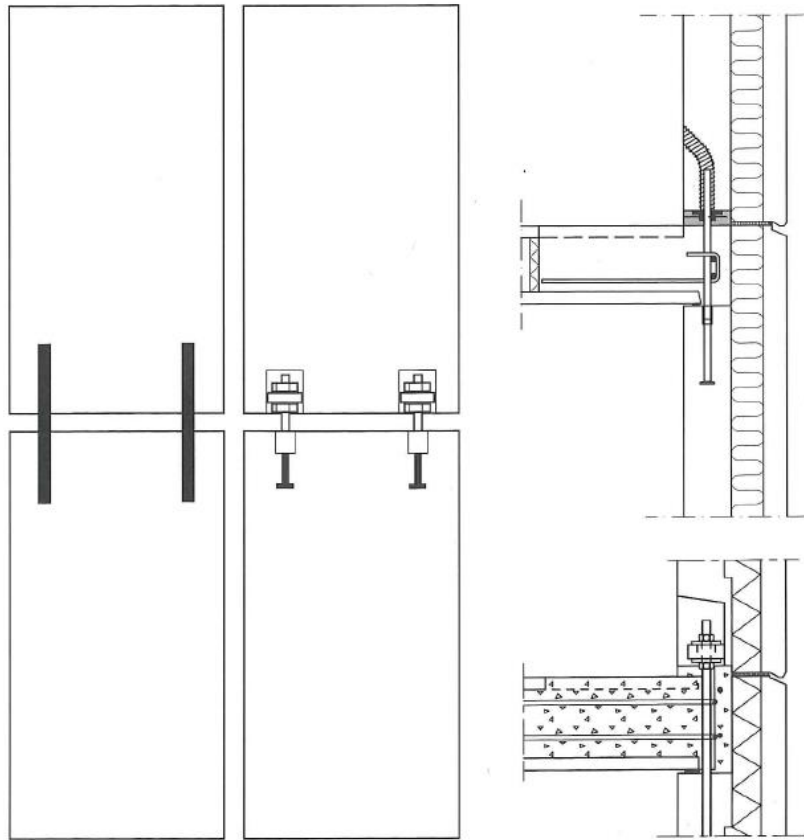
Valg av bærekonstruksjon vil ha betydning for hvilke forbindelser og knutepunkt som blir valgt. Det har blitt vurdert en bærekonstruksjon av tre, stål eller betong. Det vil være forskjell på løsningen av de ulike valg av forbindelser og knutepunkt til de ulike bærekonstruksjonene.



Figur 32: Forbindelser og knutepunkt i limtrekonstruksjon (49)



Figur 33: Forbindelser og knutepunkt i et stålkonstruksjon. (50)



Figur 34: Vertikalforbindelser i betongelementkonstruksjoner. (51)

2.13 Miljø

TEK10 stiller krav til miljøbelastningen som bygg har på naturressurser og forurensing av miljø. (52) Når man vurderer miljøbelastningen er det viktig å se på hele livsløpet fra produksjonsfase, byggefase, bruksfase og frem til avhendingsfase. Viktige faktorer for å begrense miljøforurensningen er å begrense ressursbruk, spare energi og redusere utslipp. Det har de siste årene vært stor fokus på materiale som blir fremstilt, brukt og kastet. For å redusere avfallsstrømmen, er det viktig å kunne gjenvinne materialet og beholde lange livsforløp gjennom restaurering eksisterende bygg.

Etterhvert som materialproduksjonen har blitt forbedret, har fokuset på energiforbruk i bygg vært et sentralt tema. Det ble for noen år siden innført energimerkeordning der fokuset er på energikostnader i byggets driftsfase angir energikarakter og oppvarmingskarakter. (53) Benytter man materialets termiske egenskaper minker energitapet. Livsløpsplanlegging har blitt en naturlig del av planleggingen av et prosjekt for å minke miljøkonsekvenser og skape en bærekraftig utvikling.

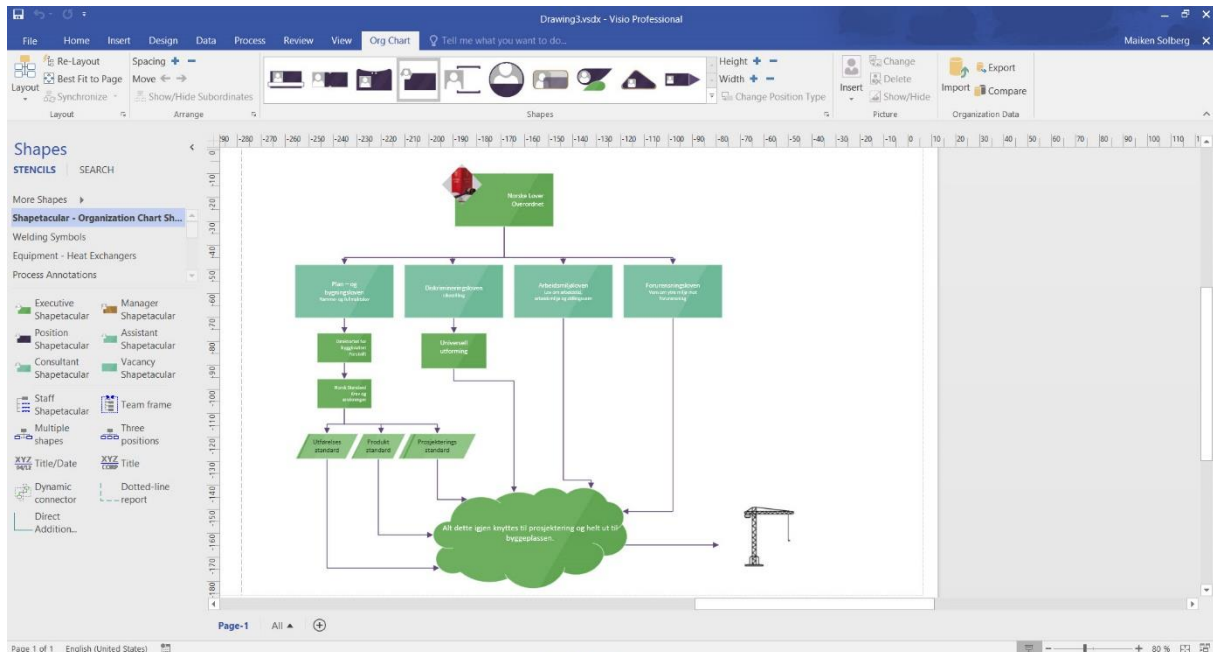
Gjeldene forskrift for energimerking:

Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av tekniske anlegg (energimerkeforskriften). (54)

2.14 Programmer

2.14.1 Microsoft Office Visio

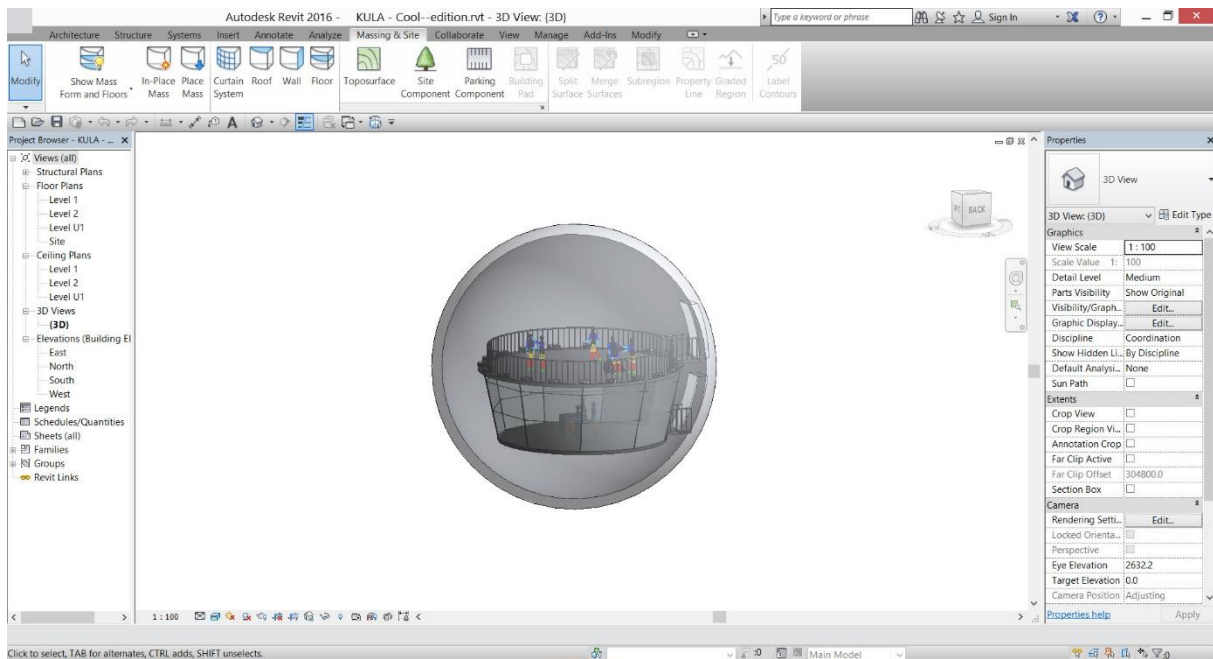
Dette er et program der man kan lage diagrammer og hierarkiske oppsett. Som bruker får man tilgang til mange ulike funksjoner, maler, figurer og koblinger. Det er mulig å dele diagrammer mellom grupper og det er enkelt å oppdatere.



Figur 35: Skjermdump av Microsoft Office Visio eksempel

2.14.2 Revit 2016

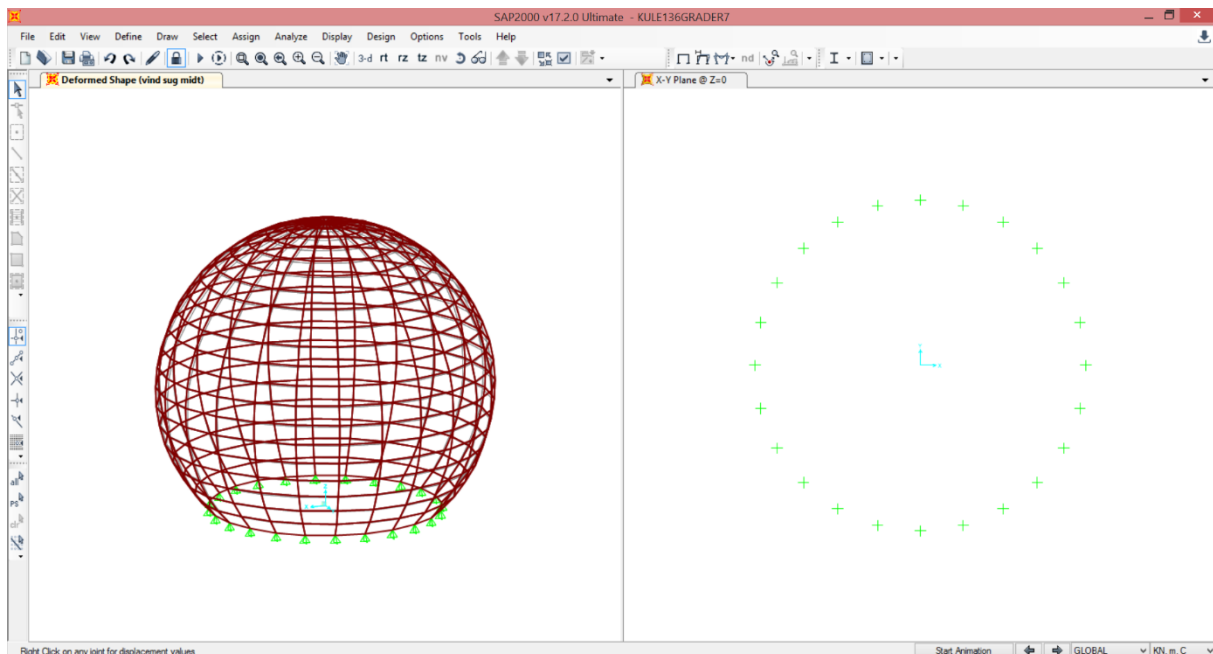
Revit 2016 er et tegneprogram som er utviklet for bygningsinformasjonsmodellering (heretter BIM) av Autodesk. (55) Programmet inkluderer funksjoner som arkitektdesign, elektro og konstruksjon, og det er med på å gjøre konstruksjons- og designprosessen raskere og sikrere. Verktøyet brukes for å konstruere 3D modeller i et bygningsprosjekt. De ulike elementene i programmet beskrives med material, tekstur, volum og mye annet. I programmet har brukeren mulighet til å se objektet i mange ulike vinkler. Dette kan være plan, snitt og 3D, som kan tilrettelegges for utskrift med tegningsinformasjon. Revit gjør det mulig for ulike aktører på prosjektet å oppdatere modellen fra flere hold gjennom en server. (56)



Figur 36: Skjermdump av Revit prosjekt eksempel

2.14.3 SAP2000

SAP2000 er et dimensjoneringsprogram som genererer modeller. Programmet foretar seg analyse og design av mange ulike strukturelle systemer og modeller (57). Programmet kan ta for seg både helt enkle konstruksjoner, samtidig som det kan gjøre analyse av komplekse store konstruksjoner.



Figur 37: Skjermdump av SAP2000

2.14.4 Lumion 6

Lumion 6 er et visualiseringsprogram. Man kan enkelt sette inn 3D modeller og filer fra andre visualiseringsprogram som for eksempel Revit. Man kan tilpasse bildet til det området man ønsker enten det er sjø, fjell eller gress.



Figur 38: Skjermdump av Lumion 6.

3 VURDERING

I løpet av dette kapittelet vil man ta for seg fordeler og ulemper ved materiale, bærekonstruksjon, klimaskall og laster. Under materiale vil det bli vurdert transport, utførelse og montering, kostnad og miljø. Under valg av bærekonstruksjon vil det bli vurdert betongkvalitet, utførelse, transport, forbindelser og knutepunkt. Under vurdering av klimaskall vil vi vurdere arbeidsomfang, utførelse og montering. De lastene som vurderes er snølast, vindlast, egenlast og nyttelast.

3.1 Vurdering av materiale

Dette underkapittelet vurderes de tre materialtypene tre, stål og betong opp mot hverandre. De beskrives med fordeler og ulemper. Tilslutt vurderes de i en poengtavle som angir en poengsum for hvert av materialene.

3.1.1 Materiale

Bærekonstruksjon av limtre

Prosjektgruppen har vurdert en bærekonstruksjonen av limtre som består av buede vertikale bjelker som er montert sammen i toppen med en låsekrans og festet til fundamentet via en ringmur i bunn. Bjelkene vil være todelte av hensyn til transport.

Fordeler
Limtre er laget av tre som er et fornybart og klimavennlig materiale.
Kan resirkuleres til andre produkter som biogass og vedbriketter.
Det har lav egenvekt når vi tar styrken i betraktning.
Større limtrekonstruksjoner høy brannmotstand (10)
Limtre har bedre isolerende egenskaper enn betong og stål.

Tabell 18: Fordeler bærekonstruksjon av limtre

Ulemper
Limtre er brennbar.
Utsatt ved fuktpåkjenninger.
Store dimensjoner.
Vanskelig å transportere større konstruksjoner.

Tabell 19: Ulemper bærekonstruksjon av limtre

Bærekonstruksjon av stål

Prosjektgruppen har vurdert en geodetisk bærekonstruksjon av stål. Det er en konstruksjon som er bygd opp av små stålstaver som er montert sammen i et trekantsystem til en sfære.

Fordeler
Det er en lett konstruksjon.
Raskt å montere sammen.
Konstruksjonsprinsippet har blitt brukt før, og er bygget i flere ulike typer materialer.

Tabell 20: Fordeler bærekonstruksjon stål

Ulemper
Stål er sårbart for varmeutvikling som følge av brann, må derfor brannisoleres.
Må beskyttes mot fukt for å hindre korrosjon.
Kuldebru problematikk.

Tabell 21: Ulemper bærekonstruksjon stål

Bærekonstruksjon av betong

Den bærekonstruksjonen av betong som er blitt vurdert består av stedstøpt fundament, stedstøpt/eller prefabrikkerte betongelementer for nedre kulehalvdel og prefabrikkerte betongelementer for øvre kulehalvdel.

Fordeler
Dette er en metode som vil medføre at vi vil få en helhetlig konstruksjon.
Spredning av brann vil ikke være et tema for en helhetlig betongkonstruksjon.
Kort byggetid ved bruk av elementer.
Krever mindre etterarbeid.
Lang levetid.

Tabell 22: Fordeler bærekonstruksjon betong

Ulemper
Dette vil bli den tyngste av de tre alternativene.
Kuldebru problematikk.
Lite brukt, vanskelig å finne litteratur og tidligere eksempel.

Tabell 23: Ulemper bærekonstruksjon betong

3.1.2 Transport

Limtre

Prosjektgruppen har i denne oppgaven hatt kontakt med Moelven Limtre som ligger mellom Lillehammer og Hamar, de er en aktuell produsent for en eventuell limtrekonstruksjon. De buede limtrebjelkene vil bli delt opp i to lengder for å lette transporten. For transporten av limtrekonstruksjonen har man to alternativ. Jernbane er et alternativ som er miljøvennlig, men dette innebærer da en omlasting til vogntog på Dombås for videre transport til Ålesund. Transporten vil mest sannsynlig foregå med vogntog langs veiakser fra Moelv til Ålesund. Moelven gikk i 2015 inn på eiersiden i et transportselskap og de har med dette spesialbiler for transport av limtre (10).

Stål

Stål blir fremstilt for eksempel på jernverket i Mo i Rana. Derifra blir det transportert ut til stålgrossister som Norsk Stål. De har en avdeling i Ulsteinvik som igjen leverer stål til næringslivet på Sunnmøre. Betydningen dette har for prosjektet er at en eventuell stålkonstruksjon kan produseres av et lokalt mekanisk verksted. Stålkonstruksjonen som har blitt vurdert vil bestå av mange mindre staver som er knyttet sammen i mange knutepunkter. Dette vil medføre at det vil være en kortreist last, som lett lar seg transportere uten behov for spesialbiler.

Betong

Det har blitt vurdert bruk av både stedstøpt betong og prefabrikkerte betongelementer til konstruksjonen. Den stedstøpte betongen vil bli transportert direkte fra en nærliggende betongprodusent til byggeplassen. For de prefabrikkerte betongelementene så har vi vært i kontakt med en lokal elementprodusent, Spenncon Hjørungavåg som holder til på Hareid. Spenncon har egen lastebil med 28 tonn lastekapasitet. Av hensyn til transport og generell trafikkavvikling har vi tatt utgangspunkt i en maks bredde for alle elementene på 3m. Elementene vil la seg transportere med vogntog fra Hjørungavåg, via fergesambandet Hareid-Sulesund og til byggeplassen i Ålesund.

Transport av øvrige materialer

Til dette vil det bli benyttet leverandører som entreprenøren har samarbeidsavtale med. Dette vil ikke bli nærmere vurdert i denne oppgaven.

3.1.3 Utførelse og montering

De tre ulike bæresystemene vil kreve litt forskjellig prosjektering av forarbeid da arbeidet ikke er helt likt. Selve monteringen er veldig forskjellig for de ulike bæresystemene som er blitt vurdert. Det vil også være variasjon i hvor mye arbeid som må til for å fullføre etterarbeidet. Spesielt med hensyn på konstruksjonens bestandighet mot utvendige påkjenninger og ferdigstillelse av det innvendige arbeidet. Det som vil bli tilnærmet likt for de tre bæresystemene er fundamentet og oppbygging av ringmur. Små endringer i innfestingsmetode vil her skille de tre typene fra hverandre. Den innvendige overflaten vil bli av det samme materialet. Den delen som vil bli liggende innenfor ringmuren vil danne det buede «gulvet» i kula. Den er ikke en betraktet del av denne oppgaven. Utførelsen av denne vil kunne støtte opp ringmuren og hjelpe til med å motstå horisontale krefter. Kan utføres i betong eller stål. Det er ønskelig fra prosjekteier å ha kortest mulig byggetid på plassen.

Limtre

Når limtrekonstruksjonen ankommer byggeplassen vil hver bjelke være todelt av hensyn til transporten. De vil bli satt sammen til en bjelke før montering. Bjelkene vil bli festet til ringmuren med en festebrakett i stål. I toppen vil bjelkene bli boltet fast i en låsekrans av stål. Det vil være hensiktsmessig at man monterer bjelkene som står diagonalt ovenfor hverandre i parvise operasjoner. Dette for at stabiliteten i konstruksjonen skal opprettholdes ved at man påfører konstruksjonen likevekt av krefter. Ved montering av det første bjelkeparet, må man sikre at konstruksjonen ikke får utfall sideveis. Limtrebjelkene må avstives horisontalt. Dette kan gjøres ved at man leker utvendig og innvendig. Da har man samtidig en base som man kan bruke til montering av klimaskall, isolering, dampspærre og den innvendige kledningen. Et annet alternativ er å «kubbe» imellom bjelkene, men da taper man isolasjonsverdi på grunn av tapt isolasjonsmengde. Det måtte påregnes en vesentlig byggetid da det er mange smådetaljer som man må ta hensyn til. Under arbeidsprosessen er det viktig å sikre seg tilstrekkelig siden dette innebærer en viss risiko for fall da dette er en åpen konstruksjon.

Stillas/lift/kran

Det vil være behov for stillas for å støtte opp låsekransen under monteringsarbeidet. Dette stillaset må være avstivet i sidevegen for at ikke konstruksjonen skal få sideveis forskyvninger under montering av de første bjelkeparene. Det vil være behov for kran med tilfredsstillende kapasitet under montering av bjelkene. Kranen bør ha en mekanisme som gjør det mulig å manøvrere bjelken i luften fra horisontal til ønsket monteringsposisjon. For det utvendige arbeidet vil det være behov for stillas/bomlift for å få tekket ferdig klimaskallet. Det vil være behov for bomlift under det innvendige arbeidet.

Stål

Stålkonstruksjonen vil ankomme byggeplassen i små deler. Den vil bli festet til ringmuren før man bygger seg oppover ved å montere sammen de spesialtilpassede stålstaver i knutepunkter. Når de siste stavene er montert sammen i toppen kan man starte på det resterende arbeidet. Konstruksjonen vil være stiv i seg selv, men vil kreve en god del spesiellagede fester for å kunne montere fast det utvendige klimaskallet og den innvendige kledningen til bærekonstruksjonen. Det må påregnes en vesentlig lengre byggetid da det er et tidskrevende arbeid å montere alle konstruksjonskomponentene. Under arbeidsprosessen er det viktig å sikre seg tilstrekkelig siden dette innebærer en viss risiko for fall da dette er en åpen konstruksjon.

Stillas/lift/kran

Det vil være behov for å støtte opp stålkonstruksjonen med stillas til den er sammenkoblet i toppen. I sammenheng med dette stillaset vil man ha en arbeidsplattform som man kan stå å montere stålkonstruksjonen fra. Man vil da ha et begrenset behov for kran til bærekonstruksjonen. For det utvendige arbeidet vil det være behov for stillas/bomlift for å få tekket ferdig klimaskallet. Det vil være behov for bomlift under det innvendige arbeidet.

Betong

For betongkonstruksjonen har vi tatt et grovt utgangspunkt i en stedstøpt nedre del og et elementdel i øvre halvkule, med mulighet for andre løsninger. Det vil være behov for en spesialtilpasset forskaling for stedstøpingen. Den kan enten bli støpt under ett, eller i forskjellige omganger. Når det gjelder for elementene i øvre halvkule vil toppelementet bli lagt på et stillas i senter av kula. Deretter vil elementene som står ovenfor hverandre bli montert parvis. Her vil framgangsmåten for monteringen være litt lik den for limtre. Elementene vil bli sveiset fast i hverandre der det er innlagt sveiseplater i toppelementet, kuleelementene og overgang stedstøpt og kuleelement. Det at det er en solid konstruksjon gjør at beskyttelsen mot ytre naturpåkjenninger kan løses på flere måter. Det samme gjelder for den indre, da er mulig å feste nesten hva som helst i betong. I motsetning til en åpen konstruksjon av stål eller tre er fallrisikoen fra store høyder mindre ved bruk av betongelementer.

Stillas/lift/kran

Det vil være behov for stillas for å støtte opp toppelementet og hele konstruksjonen under monteringsarbeidet. Dette stillaset må være såpass solid og avstivet slik at det kan ta opp kreftene som oppstår under montering fra betongelementene og frem til at konstruksjonen er ferdig montert. Det vil være behov for kran med tilfredsstillende kapasitet under montering av elementene. Kranen bør ha en slags mekanisme som gjør at man kan vri elementene i luften fra horisontal til ønsket monteringsposisjon. For det utvendige arbeidet vil det være behov for stillas/bomlift for å få tekket ferdig klimaskallet. Det vil være behov for bomlift under det innvendige arbeidet.

3.1.4 Kostnad

Økonomien i et prosjekt er avgjørende for om det er mulig å realisere prosjektet. Derfor er det viktig å kostnadvurdere valg av konstruksjonsmåte og materialvalg. Kostnaden til de ulike bærekonstruksjonene kan variere, det kan også kostnadene til etterarbeidet med for eksempel klimaskallet og innvendig kledning. Dette er noe som prosjektgruppen har tatt med i betraktningen for kostnadene.

Bærekonstruksjon av limtre

Den må transporteres fra Moelven til Ålesund på vogntog, bjelkene vil være todelt av hensyn til transporten. Limtre er et fornybart, klimavennlig og rimelig materiale. Selve reisningen av bærekonstruksjonen vil være rask, men vil kreve ressurser til kran og stillas. Det vil forekomme mye etterarbeid, både innvendig og utvendig etter at bæresystemet er ferdig montert. Vil kreve ressurser til stillas/lift over lengre tid til etterarbeidet.

Bærekonstruksjon av stål

Kan produseres lokalt som minimaliserer transportkostnader. Raskt å montere sammen, men vil kreve stillas som arbeidsplattform under prosessen. Som med limtre må man etter monteringen av bæresystemet regne med en større arbeidskostnad for å få det utvendige og

innvendige arbeidet ferdig. Det vil være mye som må spesialbestilles og tilpasses for å få ferdigstilt klimaskallet. En bærekonstruksjon av stål vil kreve ressurser til lift/stillas over lengre tid.

Bærekonstruksjon av betong.

Elementene er antatt produsert hos Spenncon Hjørungavåg og blir transportert med vogntog til byggeplass. Spenncon har egen lastebil med 28 tonn lastekapasitet. Det vil være naturlig å utnytte denne kapasiteten for å holde transportkostnadene så lave som mulig. Størrelsen på elementene vil derfor bli tilpasset bilens kapasitet. Av hensyn til transportkostnadene har vi tatt utgangspunkt i en maks bredde for alle elementene på 3m. Dette for å unngå tilleggskostnader som det å søke om dispensasjon for bred last, samt ekstra utgifter til følgebil med sjåfør (se vedlegg 3). Det vil være behov for stillas for topelementet. Spenncon opererer vanligvis med egen kran inkludert i anbudet. Etter monteringen av elementene vil det kunne være lite arbeid som skal til før konstruksjonen er tett utvendig. Montering av innvendig kledning og eventuelt ekstrautstyr bør ikke by på særlig problemer da man har festepunkt overalt i betongen. Dette vil bli den tyngste av de tre alternativene, noe som gjør at større krefter vil opptre.

3.1.5 Miljø

3.1.5.1 Bærekonstruksjon av limtre

Limtre er laget av treverk som er et gjenvinnbart materiale og en fornybar naturressurs. I Norge er tilveksten av trær høyere enn det som blir hogd og brukt som trevirke. Når et tre vokser binder det CO₂. CO₂en vil forbli bundet i trevirket fra treet hugges og til det blir frigitt. Gassen avgis i det trevirket blir nedbrutt biologisk eller brent. Tre er en fornybar ressurs som kan brukes lenge om det forvaltes på en bærekraftig måte. Produksjonen av tre er lite klimabelastende og har flere positive miljøegenskaper. Ikke bare er det bra for uteklima men også positivt for innemiljøet. Tre er et materiale som er fuktighetsregulerende, temperaturregulerende og i tillegg så har det gode akustiske og isolerende egenskaper. (62)

Det krever transport fra et annet sted i landet om tre skulle vært levert til et slikt prosjekt. Det kan medføre slitasje på veier og gi utslipp av klimagasser. Det vil være behov for flere ressurser for å få ferdigstilt prosjektet, bygget må for eksempel isoleres og kles.

3.1.5.2 Bærekonstruksjon av stål

Stål er 100 prosent gjenvinnbart. Ved å konstruere med hensyn på montering og demontering, kan stål gjenvinnes. Det betyr at materialet er resirkulerbart og multisirkulerbart, det vil si at jernet kan brukes om igjen veldig mange ganger (63).

En annen positiv side ved stål er at det har høy styrke i forhold til vekt. Frakt av stålkomponenter vil kreve lite bruk av tungtransport fra produksjon til byggeplass.

En bærekonstruksjon av stål har høy korrosjonsfare. Stål som har blitt utsatt for sveising må etterbehandles for å hindre korrosjon. Til denne behandlingen blir det brukt overflatebehandling som kan være skadelig for miljøet og anses som spesialavfall ved deponering.

3.1.5.3 Bærekonstruksjon av betong

På samme måte som tre har betong faser hvor det tas opp eller avgis CO₂. I motsetning til tre avgir betongen CO₂ under produksjonen av sement for så å ta den delvis opp igjen gjennom levetiden (64). Denne fasen kalles for karboniseringsprosessen og starter når betongen er ferdig blandet og varer gjennom levetiden. Fordelen med betong er at den har lang levetid, lav

vedlikeholds intervall og høy brannmotstand. De største miljøutfordringene ved betong er når sementen produseres. For å redusere utslipp kan man velge å bruke miljøbetong eller lavkarbonsement i blandingen. Betong er energieffektivt i bruksfasen, dette gir bygget godt grunnlag for termisk innemiljø og redusert energiforbruk til både oppvarming og kjøling.

I denne oppgaven tas det utgangspunkt i at Spenncon fra Hjørungavåg på Hareid kan levere betongelementer. Noen av grunnene til vi har valgt Spenncon er fordi de er lokale produsenter og det krever mindre transport, de har fokus på livssyklusen til betongen og operer etter myndighetenes miljøkrav (65). Betong har blitt valgt fordi den har god brannmotstand, er lyd- og støydempende, har lang levetid, er gjenvinnbart ved sortering og har gode termiske egenskaper ved rett bruk som gir redusert energitap.

3.1.6 Poengtavle

Poengtavlen vurderer de ulike vurderingsfaktorene (limtre, stål og betong) oppimot hverandre basert på kriterier (materiale, transport, utførelse, kostnad og miljø). Vurderingene er basert på tilegnet kunnskap fra utdanningsløp, erfaringer og litteratur.

Poenggivende vurdering / Poengtavle							
Alternativ	Materiale	Transport	Utførelse	Kosnad	Miljø	Poengsum	
Limtre	2	1	2	3	3	11	
Stål	2	3	1	2	2	10	
Betong	3	2	3	2	2	12	
Poengskala							
Mindre god	1						
God	2						
Meget god	3						
* Vurderingene er basert på tilegnet kunnskap fra utdanningsløp, tidligere erfaringer og litteratur.							

Tabell 24: Poengtavle.

3.1.7 Mellomkonklusjon

Prosjektgruppen har vurdert de tre ulike materialene opp mot hverandre og kommet frem til at en bærekonstruksjon av betong er den mest gunstige. Vurderingene baserer seg på ulike kriterier som er blitt rangert i en poengtavle (se punkt 3.1.6). Her har betong fått den høyeste poengsummen og videre vurderinger vil omhandle ulike løsninger med betong som materiale i bærekonstruksjonen.

3.2 Vurdering av bærekonstruksjon i betong

Ettersom Betong ble vurdert til å være den mest gunstige konstruksjonen blir det i dette underkapittelet vurdert betongkvalitet, utførelse, transport og forbindelser og knutepunkt for en konstruksjon i betong.

3.2.1 Betongkvalitet

Betongkvaliteter angis med en styrkeklasse og en miljø- eller bestandighetsklasse. Etter samtale med Spenncon ble det anbefalt å bruke styrkeklasse B35 og bestandighetsklasse M60. Prosjektgruppen har derfor valgt å gå videre med denne betongkvaliteten.

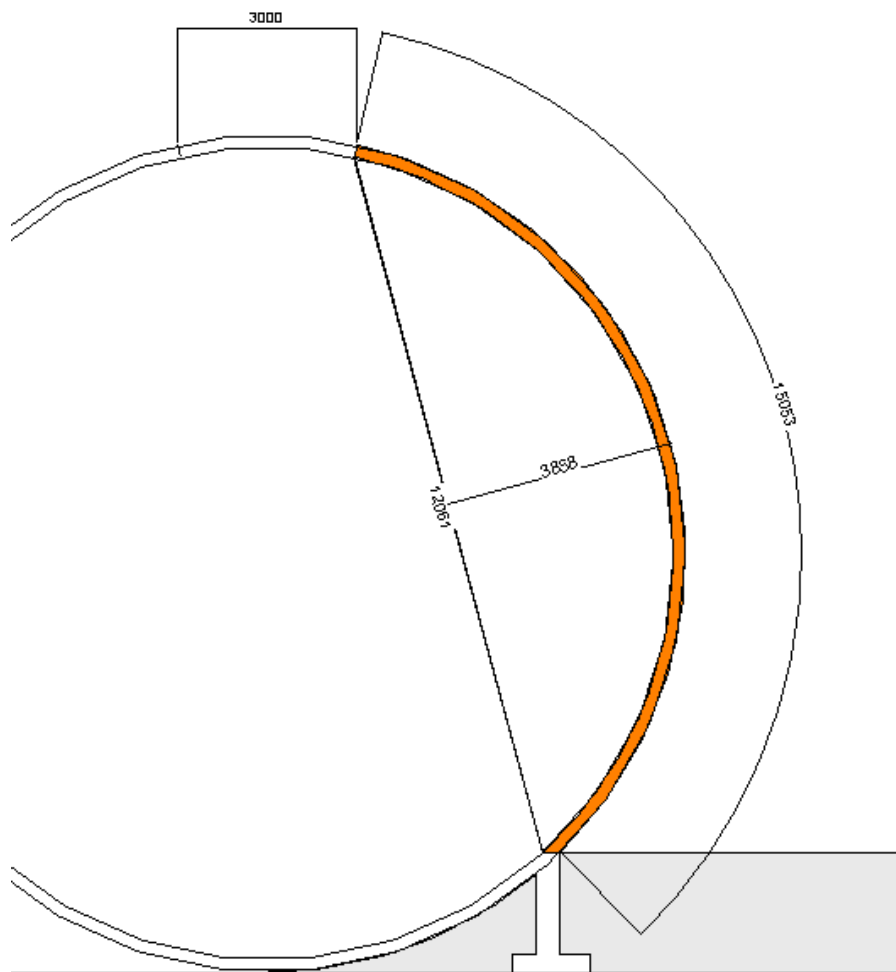
3.2.2 Utførelse

Det vil bli vurdert tre forslag til betongutførelse av kula. Forslagene innebærer en fast base av fundament i grunn og et topelement. Det vil være varierende størrelse og antall av

betongelementer i forslagene. Teppelementet vil i utgangspunktet være likt for alle forslagene. Det vil bli støttet opp av et stillas til elementene i den øvre halvkulen har kommet på plass og de har blitt sveiset fast i de andre elementene og teppelementet. Kostnadene til teppelementet og fundamenteringen vil være lik for alle metodene. Det er kostnadene til prosjektering, formbygging/forskaling, støping, transport og monteringsarbeidet av stedstøpt betong og elementene som vil skille de ulike metodene.

3.2.2.1 Forslag 1

Dette er en kule som består av store elementer som strekker seg fra fundamentet i bunn, til teppelementet. Det er en metode som medfører at det vil bli lange element på rundt 12m med 4m i buehøyde.



Figur 39: Illustrasjon forslag 1

Fordeler

Kort monterings tid på byggeplassen.

Tabell 25: Fordeler forslag 1

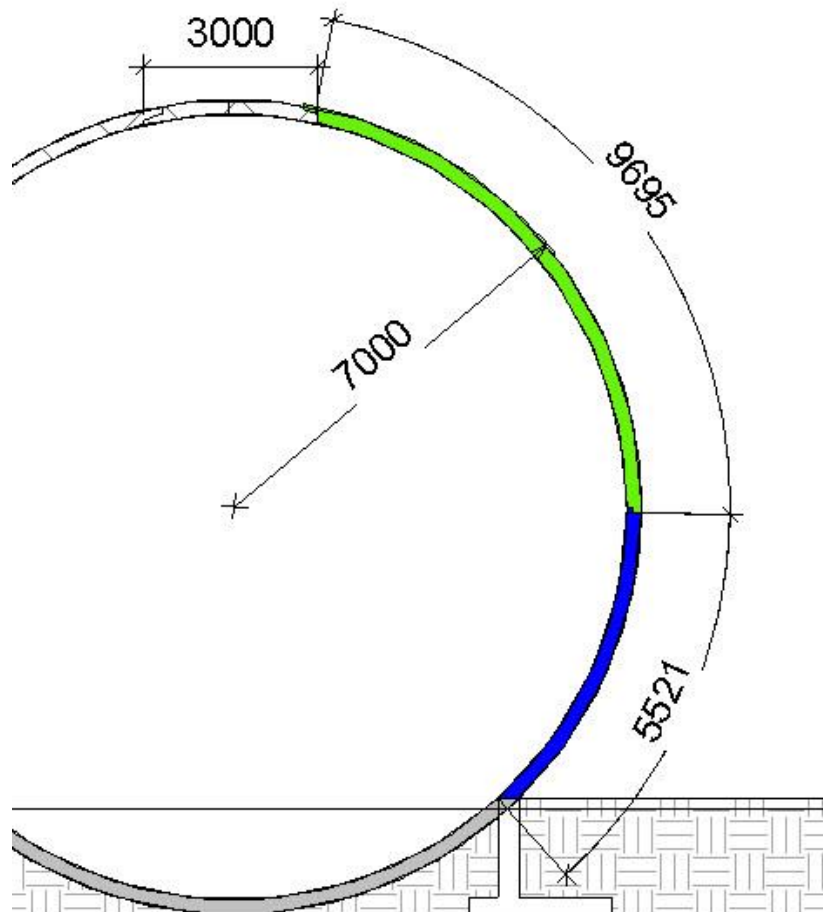
Ulemper

Elementene vil bli de tyngste elementene av de tre forslagene. Det vil innebære større krav til kapasitet til løftekran enn de andre forslagene.

Tabell 26: Ulemper forslag 1

3.2.2.2 Forslag 2

Dette forslaget går ut på at man deler elementet fra forslag 1 ved «ekvator», slik at det blir to mindre elementer. Man monterer først elementene i nederste halvkule, før man så tar elementene i øvre halvkule.



Figur 40: Illustrasjon forslag 2

Fordeler

Vekten på elementene vil bli halvert, som vil redusere kapasitetsbehovet for kranen
Elementene vil få kortere lengde og buehøyde, noe som kan medføre lettere produksjon og transport.

Når nedre del er montert og sveist fast i hverandre har man en solid konstruksjon til montering av resterende øvre element.

Gjenbruk av batteriforskaling ved produksjon av prefabrikkerte elementer.

Vil ha behov for halv batteriforskaling i forhold til forslag 1.

Tabell 27: Fordeler forslag 2

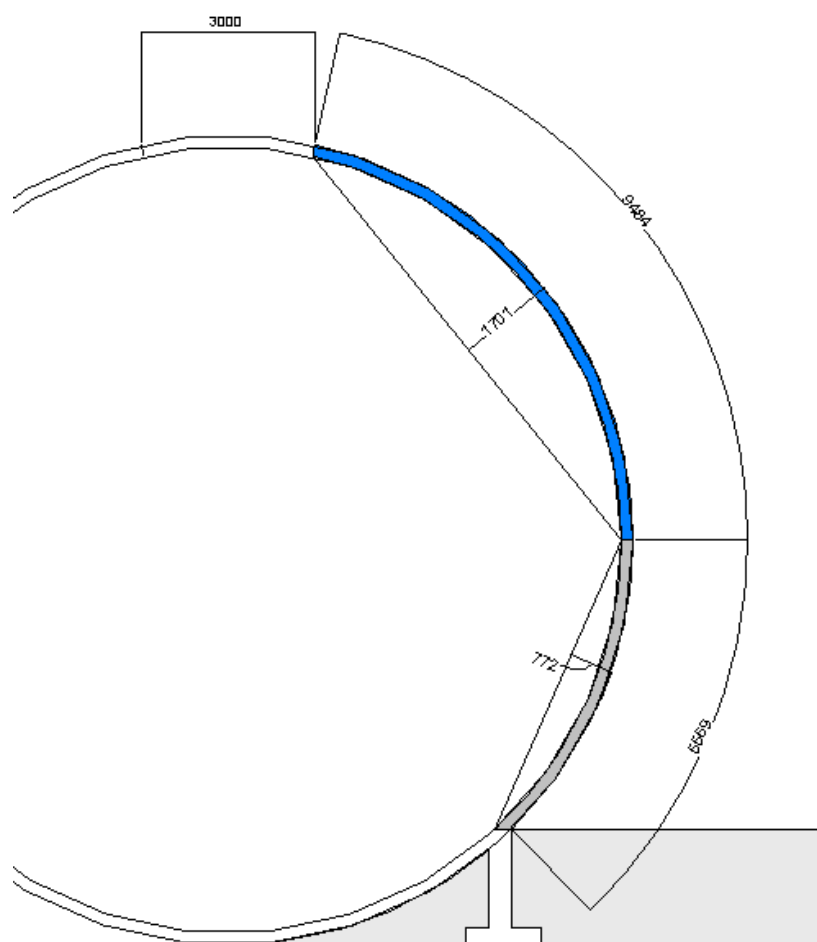
Ulemper

Lengre monterings tid enn forslag 1.

Tabell 28: Ulemper forslag 2

3.2.2.3 Forslag 3

Dette forslaget går ut på å stedstøpe den nedre del av halvkula. Den øvre halvkulen vil bestå av elementer som vil bli festet til den stedstøpte delen ved «ekvator» og topelementet i toppen.



Figur 41: Illustrasjon forslag 3

Fordeler

Fleksibel løsning.

Mindre endringer og gjennomføringer kan tilpasses helt fram mot støpedag.

Etter herding av stedstøpingen har man en solid konstruksjon.

Har mindre og lettere elementer enn forslag 1.

Tabell 29: Fordeler forslag 3

Ulemper

Det vil medføre den lengste byggetiden på plassen av de tre forslagene.

Det vil være behov for spesialtilpasset forskaling.

Tabell 30: Ulemper forslag 3

3.2.2.4 Mellomkonklusjon

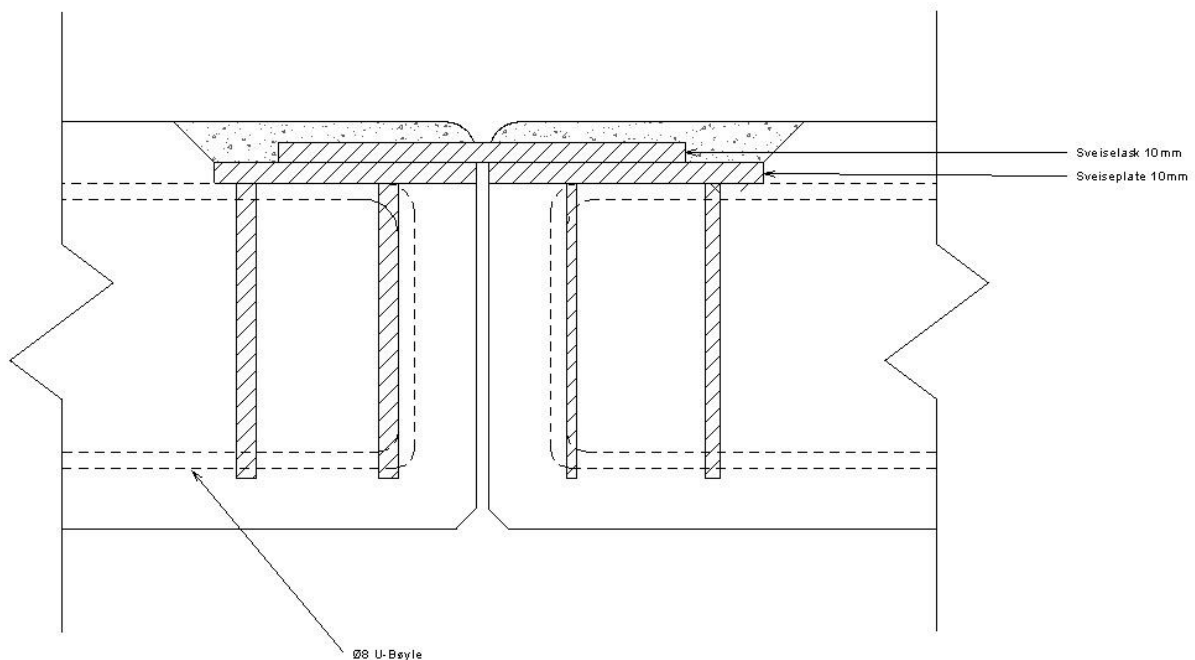
Med hensyn på fordeler og ulemper som ble belyst i de ulike forslagene til utførelse, er det besluttet at forslag 2 er det forslaget som prosjektgruppa vil gå videre med.

3.2.3 Forbindelser og knutepunkt

Uavhengig av hvilken metode som blir valgt for utførelsen av kulekonstruksjonen må de ulike konstruksjonskomponentene festes og forankres til hverandre med forbindelser og knutepunkt. Dette er naturlig for konstruksjoner for at det ikke skal oppstå sammenbrudd.

3.2.3.1 Sveiseplater

For å holde elementene sammen må de festes fast til hverandre med jevne mellomrom. Et forslag er å legge inn sveiseplater i elementene som er forankret tilstrekkelig i betongen og armeringen. Ved bruk av sveiselasker som man legger over der sveiseplatene til to elementer møtes får man sveist elementene fast til hverandre.



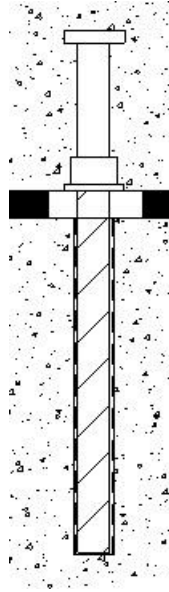
Figur 42: Detalj sveiseplate

Det er blitt vurdert om det skal legges både innvendige og utvendige sveiseplater for elementene. Etter møte med Spenncon har det blitt vurdert frem til at innvendige sveiseplater vil være tilstrekkelig for å holde sammen elementene. Dette valget understøttes og av fremgangsmåten til byggingen av Planetariumet, Frost Museum i Miami. (64)

Det har i denne oppgaven ikke blitt regnet på sveiselengder av sveiselaskene.

3.2.3.2 Gjengehylser

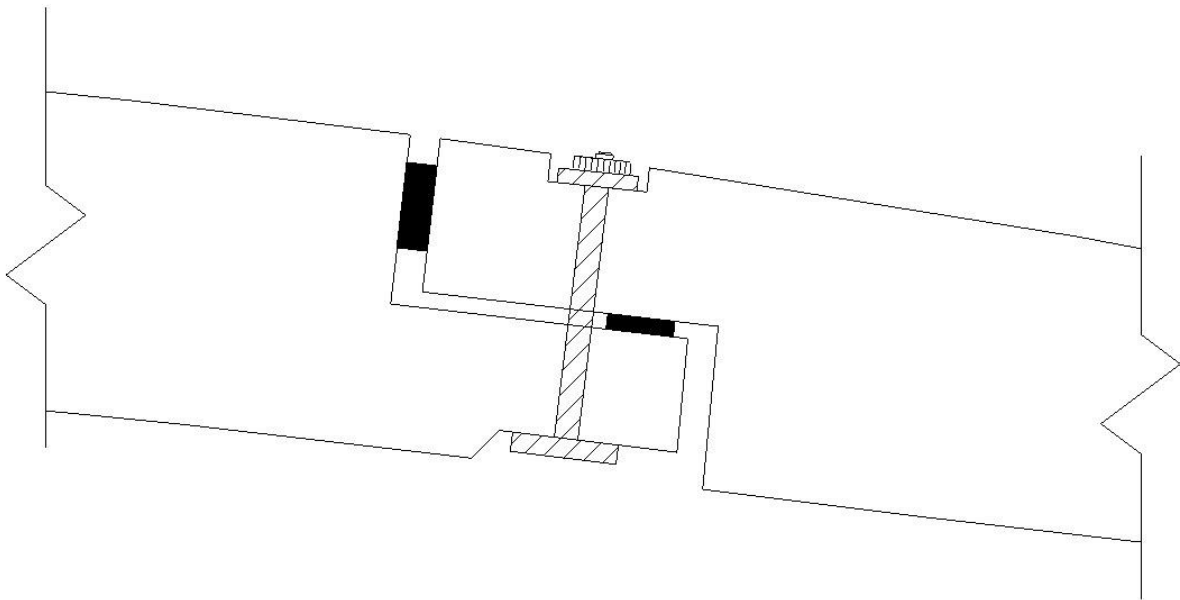
Ved bruk av gjengehylser støper man inn en gjengehylse i det ene elementet og et korrigeret rør i det andre elementet (se figur 43). Ved sammenmontering av elementene skrur man inn et gjengestang med tilsvarende dimensjon som gjengehylsen. Denne stangen blir så ført inn i det korrigerete røret før man tilfører gysemasse. Tilførselen av gysemasse kommer an på om man velger å ha det korrigerete røret i øvre eller nedre del. Ved valg av nedre del tilfører man gysemassen før stangen blir ført ned i røret, ved valg av øvre del blir gysemassen tilført fra en åpning der det korrigerete røret bryter betongoverflaten.



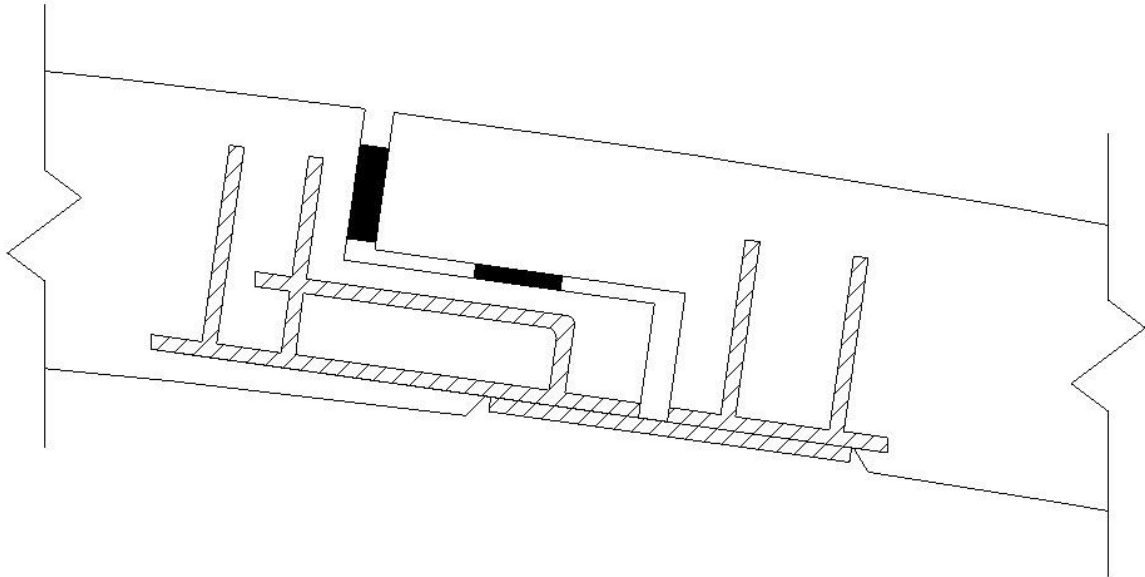
Figur 43: Gjengehylse

3.2.3.3 Innfesting, topplement og elementene

Toppelementet og elementene i den øvre halvkule kan bli festet til hverandre ved at man sveiser de sammen ved innstøpte plater eller bolting. Sveising av elementene er en rask metode som samtidig gir litt slingringsmonn under monteringen (se figur 45). Plasseringen av bolter vil kreve stor presisjon i både prosjekteringen og produksjonen av elementene (se figur 44). Små avvik kan medføre at elementene ikke passer sammen. Derfor har prosjektgruppen har valgt å gå videre med sveising av topplement til elementene i øvre halvkule.



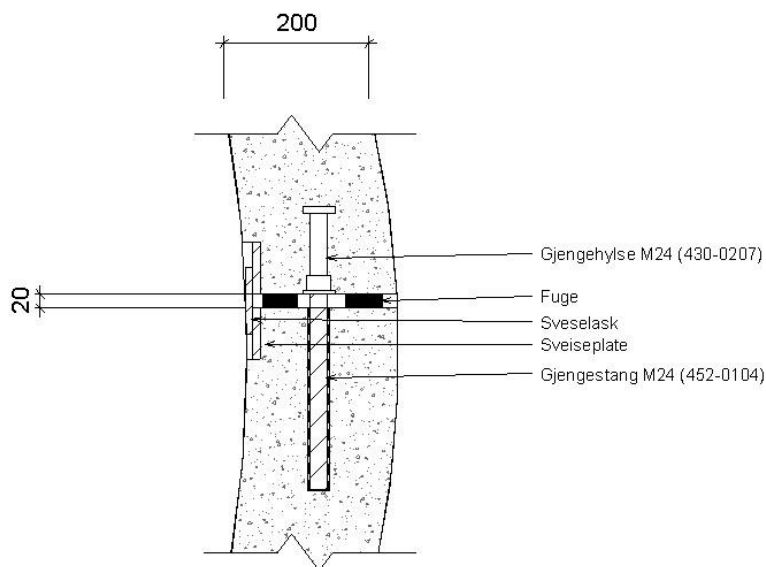
Figur 44: Overgang topplement og elementene i øvre halvkule med bolt.



Figur 45: Overgang topplement og elementene i øvre halvkule med sveiseplater.

3.2.3.4 Innfesting, element til element

Innfestingen av de to elementene ved «ekvator» kan for eksempel bli utført med sveising eller en gjengehylse. Ved sveising av elementene har man en rask montering og elementene kan justeres litt før de blir sveist fast. En ulempe kan imidlertid være at en sveiselask på innsiden kan opptre som et hengslete ledd som kan medføre bevegelser i knutepunktet. Ved bruk av gjengehylser vil man få sammenfestningspunktet midt i tverrsnittet slik at nevnte utfordring med sveising ikke vil opptre. En kombinasjon av både sveising og gjengehylse kan være gunstig da sveisingen gjør monteringen raskere, mens gjenghylsen forhindrer at betydelige bevegelser oppstår (se figur 46). Prosjektgruppen har besluttet at en kombinasjon er det som samsvarer med ønskelige egenskaper. Derfor vil en kombinasjon av sveising og gjengehylser bli valgt.

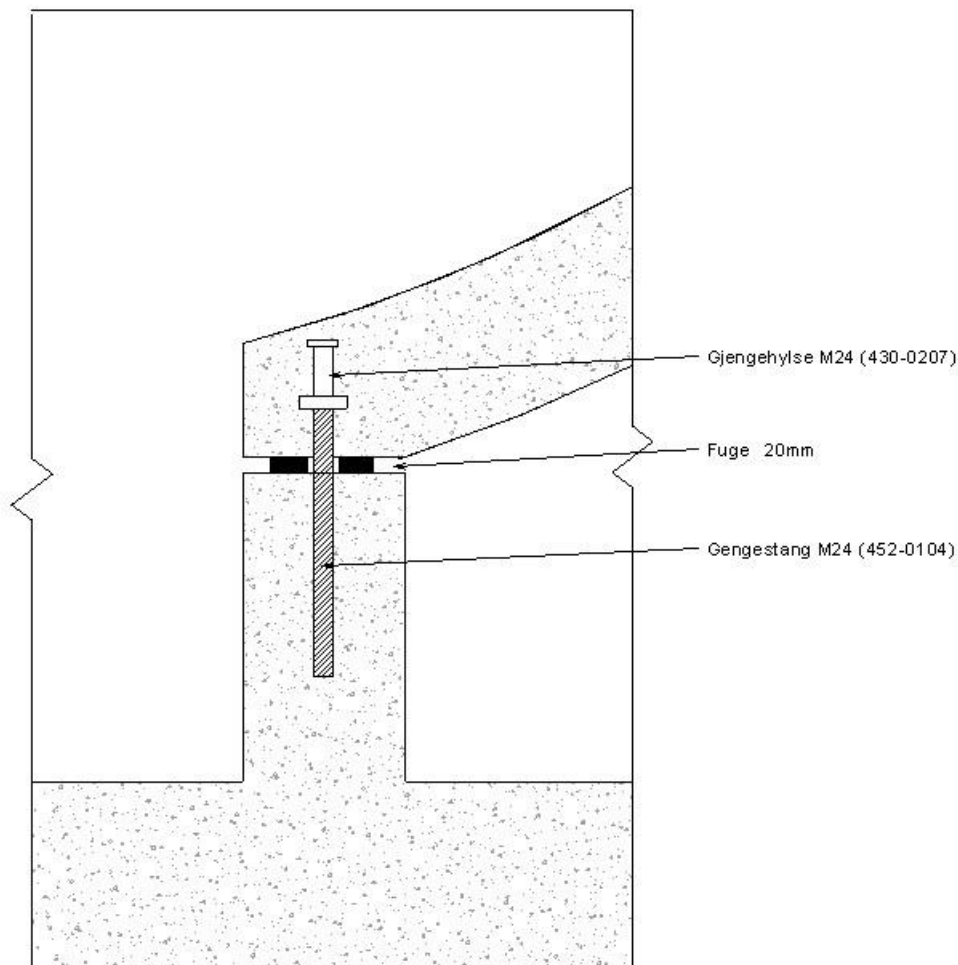


Figur 46: Overgang element til element

3.2.3.5 Innfestning, ringmur/stedstøpt betong og element

For å få festet elementene til ringmuren har prosjektgruppen sett på to ulike måter å utføre innfestningen på.

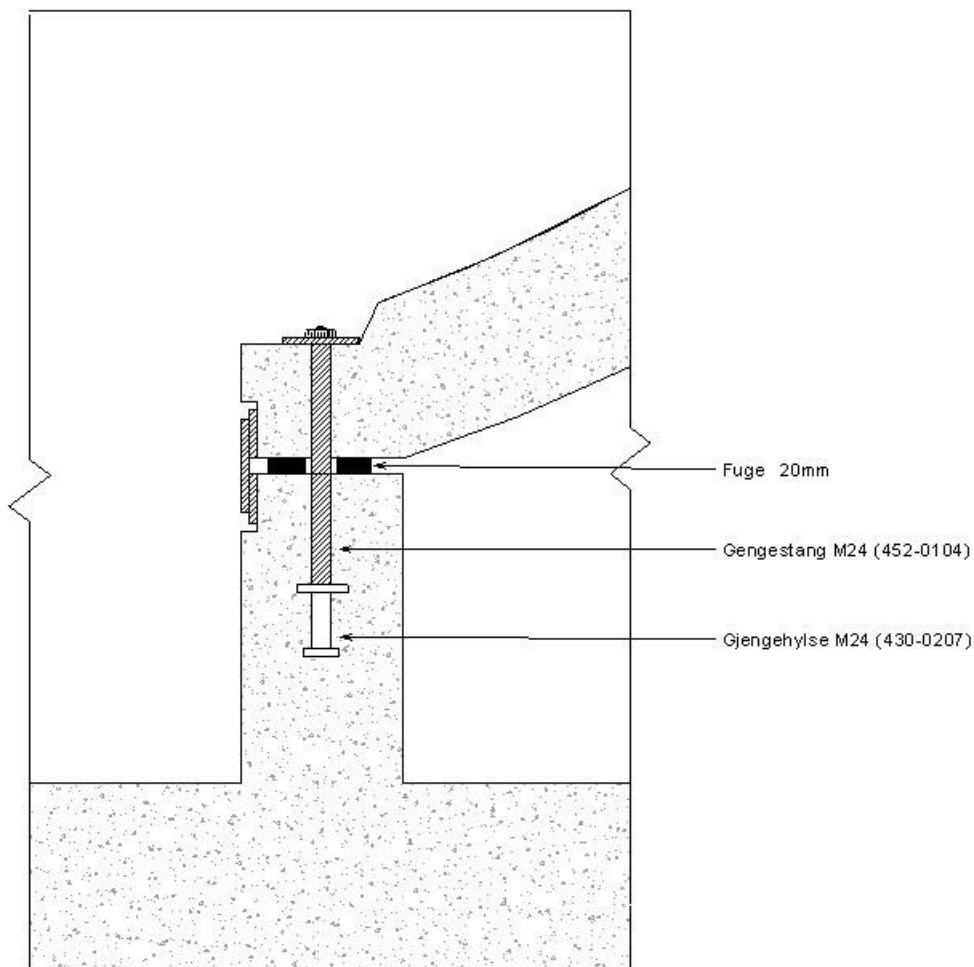
Den første består av å feste elementene ved hjelp av innstøpte gjengehylser i elementene og innstøpte korrigerende rør i ringmuren (se figur 47). Da vil man måtte tilføre gysemasse i de korrigerende rørene idet elementet er klart for å bli heist på plass. Ulemper med denne løsningen er at elementet kan forflytte seg før gysemassen oppnår full heft. Etter at det har oppnådd full heft er det derimot ikke lenger mulig å justere elementene uten at en vil påføre spenninger i elementet som igjen vil forplante seg til resterende konstruksjon. Derfor er det en forutsetning at monteringen blir utført med den største presisjon for å forhindre dette.



Figur 47: Gjengehylse i elementene og innstøpte korrigerende rør i ringmuren.

Det andre alternativet innebærer at man bruker en kombinasjon mellom innstøpte sveiseplater og gjengehylser (se figur 48). Ved denne kombinasjonen støper man inn sveiseplater i både elementene og ringmuren, samt at gjengehylsen bli støpt inn i ringmuren. Ved foten av elementene lager gjennomgående loddrette hull ved hjelp av korrigerende rør. Ved å velge denne metoden kan man punktsveise elementene til ringmuren ved hjelp av sveiselasker. Da har man fortsatt muligheten til å justere elementene til man er fornøyd med plasseringen av samtlige elementer i nedre halvkule. Når alle elementene er i rett posisjon kan man sveise de fast til hverandre. Der etter kan man føre en gjengestang ned i de korrigerende rørene og skru det fast i

gjengehylsen. Til slutt kan man tilføre gysemasse rundt gjengestengene før man skrur fast elementet til ringmuren med en mutter. På denne måten blir elementet festet skikkelig til ringmuren.



Figur 48: Innfesting mellom ringmur og element.

Prosjektgruppen har vurdert at selv om at den kombinerte metoden vil være litt mer arbeidskrevende, vil en kunne oppnå et bedre og sikrere resultat. Det er derfor blitt bestemt at det er den kombinerte metoden som vil være best egnet til dette prosjektet.

3.2.3.6 Løfteanordning

For å kunne håndtere elementene på lettest mulig måte etter produksjon kan man legge inn fester i selve elementkonstruksjonen før støping. Her kan man bruke hylser for gjengestag eller innstøping av løftewire (se figur 49). Ved bruk av hylser kan man skru inn ett gjengestag for så å feste en øyebolt på staget til å løfte med. Hylsene og løftewire blir plassert med jevne mellomrom slik at en oppnår tilstrekkelig løftekapasitet.



Figur 49: Innstøpte sveiseplater og løfteanordning (66).

3.2.4 Transport av elementene

Ved å ta utgangspunkt i 28 tonn lastekapasitet, som er kapasiteten til Spenncon sin lastebil og en maks bredde på elementene på 3m er det kommet fram til følgende:

Toppelementet vil være 3 m i diameter og veie omtrent 3,534 tonn.

Elementene i øvre kulehalvdel vil være 2,728 m brede og veie omtrent 9,13 tonn.

Elementene i nedre kulehalvdel vil være 2,728 m brede og veie omtrent 6,83 tonn.

Det er for å være på den sikre siden ikke tatt fratrukk for monteringsklaring, avslutninger og overlapping. Det har blitt brukt en tung egenvekt for betong på $2,5t / m^3$. Derfor kan utregningen gi tyngre element enn hva som er reelt.

Det vil bli totalt $1 + 16 + 16 = 33$ elementer.

For elementene i nedre del vil fire element ($4 \times 6,83$ tonn) gi en samlet last på 27,32 tonn.

Da vil det være behov for fire turer for å frakte de elementene til byggeplass.

For elementene i øvre del vil tre element ($3 \times 9,13$ tonn) gi en samlet last på 27,39 tonn.

Det vil gi fem turer for å frakte 15 av elementene til byggeplass. Det vil da være ett element til øvre halvdel og ett topp element som vil bli frakta sammen.

Til sammen vil det være behov for ti transporter for å få alle elementene til byggeplass.

3.3 Vurdering av klimaskall

I dette underkapittelet vil det bli vurdert arbeidsomfang, utførelse og montering vedrørende klimaskallet som skal være utenpå konstruksjonen.

3.3.1 Arbeidsomfang

Totrinns tetting

Ved å utføre regnskjermen med totrinns tettings prinsippet kommer det til å kreve mye mer arbeid enn ved direkte overflatebehandling. Vindspærren underst vil ikke kreve altfor mye arbeid eller spesiell kompetanse siden den er fleksibel og formbar. Lektene vil ta en del tid på grunn av at underlaget er buet og kan boltes fast gjennom isolasjonen til fast underlag. Det som kommer til å bli krevende og ta mye tid er det å tilpasse hver enkelt fasadeplate for hvert

område på den buede konstruksjonen. Det vil også komme en del kostnader med å føre opp stillas og bruk av lift. Underveis som de forskjellige komponentene i klimaskjermen er montert må stillasene tilpasses slik at neste fase av klimaskjermen kan monteres. Lift kan bli benyttet under deler av monteringen, men primært vil stillas brukes for å utføre monteringen av komponentene.

Direkte overflatebehandling med fiberpuss og maling

Arbeidsomfanget vil bli betraktelig mindre med å utføre klimaskjermen som er direkte overflatebehandlet med fiberpuss og maling. Fiberpussen og malingen kan påføres med luftsprøyte/trykksprøyte, noe som fører til mindre tidskrevende arbeid. Stillas kan også brukes under montering av komponentene. Det kan benyttes lift i større grad når pussen og malingen skal påføres. Dette vil spare inn arbeidstimer fordi man ikke er like avhengig av et stillas for å påføre malingen og fiberpussen.

3.3.2 Utførelse og montering

Totrinns tetting

Før selve klimaskjermen monteres vil det bli montert et isolasjonsmateriale utenpå bærekonstruksjonen slik at de tekniske kravene for U-verdi tilfredsstilles (se beregning 5.1). Når isolasjonsmaterialet er montert kan man montere en diffusjonsåpen vindspærre direkte utenpå. Vindspærren vil så bli skjøtet med tape og klemt med lekter. Lektene vil bli festet med gjennomgående bolter eller hylser som går gjennom isolasjonen og inn i betongen. Disse lektene vil i tillegg til å klemme vindspærren også bygge opp et ventilert hulrom under fasadeplatene. Det ventilerte hulrommet vil tørke opp og transportere bort fukt som har kommet seg igjennom regnskjermen og ut gjennom luftespalter. Selve regnskjermen vil bli montert i form av buede fasadeplater av egnet materiale som må kunne tåle snølasten uten å bulkes. Platene festes med skruer eller lignende festemiddel til lektene under.

Fordeler
Med denne løsningen får man ventilert ut eventuell fukt og vann som trenger igjennom regnskjermen.
Lettere å skifte kledning i ettertid hvis det skulle være behov for det.

Tabell 31: Fordeler totrinns tetting

Ulemper
Hvis man utfører hele konstruksjonen med en ventilert kledning vil dette stille høye krav til utførelse og presisjon.
Utførelse på en rund konstruksjon fører til at all fasadeplater må spesialtilpasses.
Utfordrende å få tilstrekkelig ventilering av luft gjennom luftesjiktet hvis det blir lange strekk.
Trenger mange innfestninger for lekter og plater.

Tabell 32: Ulemper med totrinns tetting

Direkte overflatebehandling med fiberpuss og maling:

Ved denne metoden vil det først bli montert et lag med isolasjonsmateriale direkte på bærekonstruksjonen med forborede plugg/hylser. Dette for å tilfredsstille de tekniske kravene til U-verdi. Etter isolasjonen er montert vil det bli påført en primer på isolasjonsplatene for heft til den sementbaserte fiberpussen som kommer utenpå. Fiberpussen

kan bli pumpet utover fasaden med luftsprøyte eller den kan påføres direkte med pussebrett eller slemmekost. Fiberpussen blir lagt i to omganger får å oppnå rett tykkelse og få tilstrekkelig med tørketid mellom lagene. Når fiberpussen har herdet vil den bli behandlet med en primer. Primeren fungerer som heft til malingen som påføres i to lag og kan også tilsettes farge om det er ønskelig. Det vil bli brukt en sterk tokomponents epoksymaling siden regnskjermer skal beskytte mot ytre påkjenninger som vind og regn.

Fordeler
Lettere å få en tett klimaskjerm.
Klimaskjermen monteres direkte på underlaget.
Mulighet i ettertid å tekke utenpå med ventilert kledning hvis det er ønskelig.
Rask montering.

Tabell 33: Fordeler direkte overflatebehandling med fiberpuss og maling.

Ulemper
Hvis det oppstår lekkasjer vil ikke fukt bli ventilert eller drenert bort.
Fiberpussen og malingen kan sprekke opp om det er stor bevegelser i konstruksjonen.

Tabell 34 Ulemper direkte overflatebehandling med fiberpuss og maling.

3.3.3 Poengtavle

Poengtavlen vurderer de to ulike vurderingsfaktorene (totrinns tetting og direkte overflatebehandling) oppimot hverandre basert på kriterier (tidsbruk, lufting utførelse og kostnad). Vurderingene er basert på tilegnet kunnskap fra utdanningsløp, erfaringer og litteratur.

Poenggivende vurdering / Poengtavle						
Alternativ	tidsbruk	lufting	Utførelse	Kosnad		Poengsum
Totrinns tetting	1	3	2	2		8
Direkte overflatebehandling	3	1	3	3		10
Poengskala						
Mindre god	1					
God	2					
Meget god	3					

Figur 50: Poengtavle klimaskall

3.4 Vurdering av laster

I dette kapitlet vil det vurderes laster som påkjenner konstruksjonen. Disse er snølast, vindlast, egenlast og nyttelast.

3.4.1 Snølast

Det er sett på litt forskjellige metoder for utregning av snølast. Det er brukt Eurokode 1, litteratur fra tidligere fag og det har blitt funnet informasjon og litteratur på internett. Metoden med Eurokode 1 omfattet ikke direkte snølast for en kuppel, men for et buet tak. Der ble resultatet en formfaktor på $\mu=2,0$. Denne hadde et vesentlig bidrag sett i sammenheng med tidligere kunnskap vi har tilegnet i tidligere fag. Ettersom at vanlig formfaktor for flate

tak er på $\mu=0,8$ og den blir lineært redusert til $\mu=0,0$ for tak med vinkel over 60° , ble det valgt å undersøke andre metoder for utregning av snølast.

Søk på internett medførte at det ble funnet en snøkalkulator for kuppler. Denne kan gi en viss formening på hvor mye snølasten kan bli på en kuppel. Troverdigheten til kalkulatoren er det eneste uvisse så det ble besluttet å undersøke mer.

«Structural Engineers Association of Washington», USA har laget et snølastkompendie for staten Washington. Her har de et eksempel som tar for seg snølast på kuppler. Her har de gått fram på lik måte som undervisningen vår har gått ut på. De har brukt en formfaktor for snølast som er konstant til en viss helningsgrad før den blir lineært redusert til 0 ved 70° .

Dette er den metoden som er blitt besluttet å benytte. Sett i sammenheng med lokale vind og snøforhold, samt lokalkunnskap om faktiske snømengder er det kommet frem til at dette vil gi det mest fornuftige svaret. Under møte med prosjekteier har det kommet fram ønsker om en glatt overflate. Dette er noe som bidrar til at snø vil ha dårligere forhold for å kunne bygge seg opp på konstruksjonens overflate. Noe som understøtter vårt valg.

3.4.2 Vindlast

Vurderingen er basert på utregningen av vindlast som er gjort etter Eurokode 1 for kule. Der ble z_g satt til 0,0 slik at kula ble betraktet slik at den står på bakken. Det har ikke blitt gjort noen reduksjon av arealet til kula selv om noe av den nedre delen vil komme under terrengnivået ved inngangspartiet. Dette for å være på sikker side under utregningen. Lokalkunnskap tilsier at vindlasten vil være mere dominerende enn snølasten og at den vil kunne forekomme over hele året i motsetning til snølasten som kan være representert i vintermånedene. Det er mindre sannsynlig at det vil oppstå fullt bidrag fra både vind- og snølast samtidig.

3.4.3 Egenlast

Egenlasten av bærekonstruksjonen er avhengig av hvilken samlet egenvekt for betong og armering som blir valgt. Egenvekten av betongen vil være den dominerende faktoren når det gjelder egenlast av konstruksjonen. Klimaskallet vil kunne gi et lite bidrag, dette vil komme an på hvilken løsning som blir valgt. Egenvekten til den innvendige kledningen og overflaten vil bidra til å øke den totale egenvekten til hele konstruksjonen.

3.4.4 Nyttelast

Som nyttelast har prosjektgruppen sett på muligheten for å legge til rette for innvendige festepunkt i øvre deler av kula. Om man har festepunkt i taket kan man sikre arbeidere under eventuelle vedlikeholds- og utbedringsarbeid. Festepunktene kan og nyttes til oppheng av diverse utstyr eller effekter om det skulle være behov for det. Det må være en forutsetning at festepunktene kan demonteres og fjernes slik at de ikke er til sjenanse for simuleringen når simulatoren er i bruk.

Disse festepunktene er ikke tatt med i beregningene.

4 METODE

I dette kapittelet beskrives de metodene som er blitt brukt i denne rapporten. Det vil bli beskrevet evalueringsmetode, fremgangsmåte ved bruk av dataprogram og hvilke manuelle beregninger som er blitt foretatt.

4.1 Direkte evalueringsmetoder

I direkte evalueringsmetoder vurderer man de alternativene man foretar seg direkte opp mot hverandre. I dette tilfellet er det de ulike materialene vi har valgt å undersøke tre, stål og betong.

4.2 Kvalitativ Metode

Dette er en metode som brukes når det er lite kunnskap om temaet fra før av. Kvalitative metoder har blitt brukt i denne oppgaven gjennom systematisk innsamling og bearbeiding av erfaringer og tolkning av data. I kvalitativ informasjonsinnsamling forholder men seg til få objekter (Betong, stål, tre), men fokuserer på flere varierte opplysninger om disse (materialegenskaper, kostnad, utførelse, transport osv.). Som det står skrevet i praktisk rapportskrivning av Nils Olsson (67) er hovedfokuset å oppnå en helhetsforståelse av prosjektet.

4.3 Poengtavle

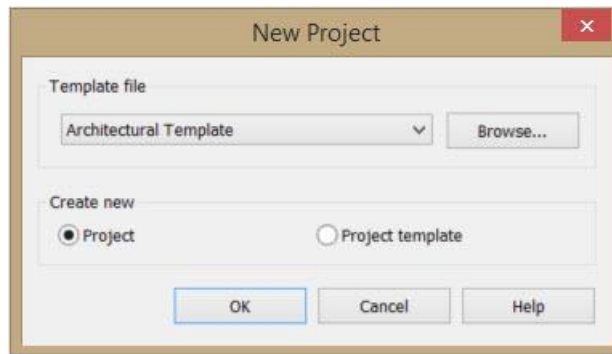
Som det står i boken praktisk prosjektledelse (68) er poengtavle en metode som benytter flere subjektive kriterier, kriteriene er ulike vurderingsfaktorer. Poengtavlen inneholder ulike vurderingsfaktorer som er i interessere for oppgaven. Vurderingsfaktorene får poeng utfra dets kvaliteter i forhold til hverandre. Før man setter i gang er det viktig å lage seg en poengskala. Poengskalaen kan enten være lineær eller eksponential, i denne oppgaven velges en lineær poengskala. Den totale poengsummen angir en rangeringsverdi og alternativet med høyest poengsum velges.

4.4 Fremgangsmåte ved bruk av program og manuell beregning

Her tar man for seg fremgangsmåter i de ulike programmene som ble nevnt i punkt 2.13. Her vil det bli brukt en del engelske uttrykk for beskrivelse av fremgangsmåte, dette er fordi programmet er engelskspråklig. For å få en oversiktlig struktur har vi valgt å gjengi uttrykkene på engelsk sammen med beskrivende bilder.

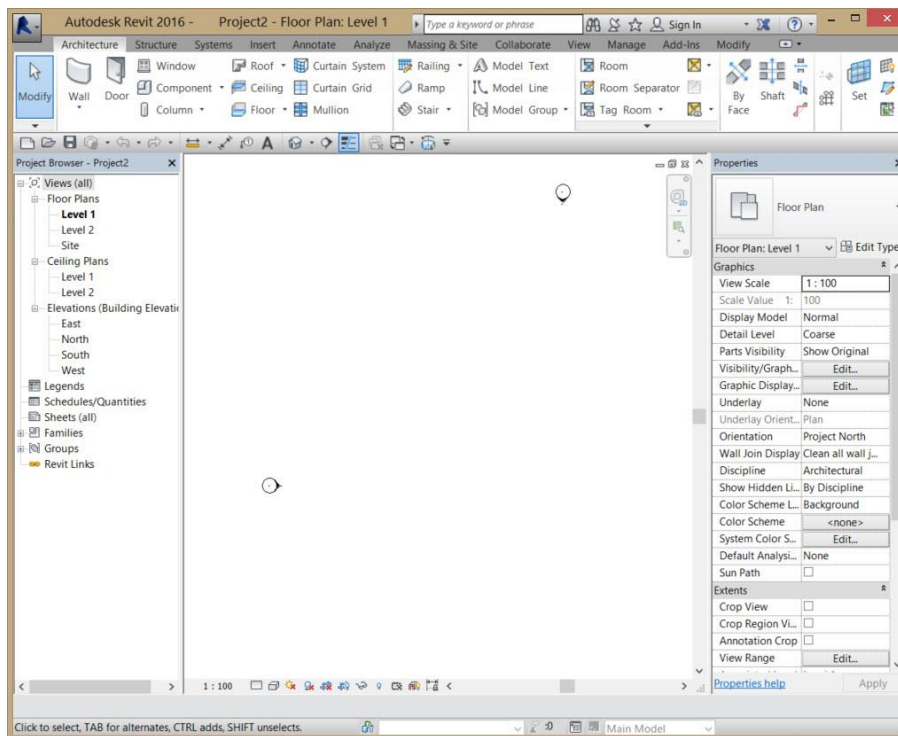
4.4.1 Modellering i Revit 2016

Modellering i Revit 2016 ble i denne oppgaven brukt til å visualisere prosjektet, mens kulen ble dimensjonert i SAP2000. Det første man foretar seg i programmet er et valg av «template». Her kan man velge mellom «construction template», «architectural template», «structural template» og «mechanical template». Her har prosjektgruppen valgt «architectural template», på grunnlag av at tegningene skal brukes som visualisering av prosjektet og forklare detaljer.



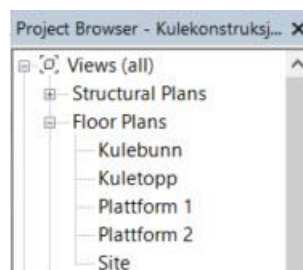
Figur 51: Valg av «template» i Revit 2016

Etter å ha foretatt dette valget, kommer følgende skjermbilde opp.



Figur 52: Skjermbilde Revit 2016

Det første man kan starte med er å lage «level» og «grids». I denne oppgaven er «levels» -ene definert med kuletopp, kulebunn, terrengnivå, plattform 1 og plattform 2. «Levels» er et ønsket nivå der man kan foreta endringer. Et «level» blir markert vertikalt med et symbol, et nivå navn og hvilken høyde nivået er i. Disse nivåene blir vist i «project browser», altså i prosjektboksen for prosjektet. Her kan man enkelt bytte mellom ulike «views».

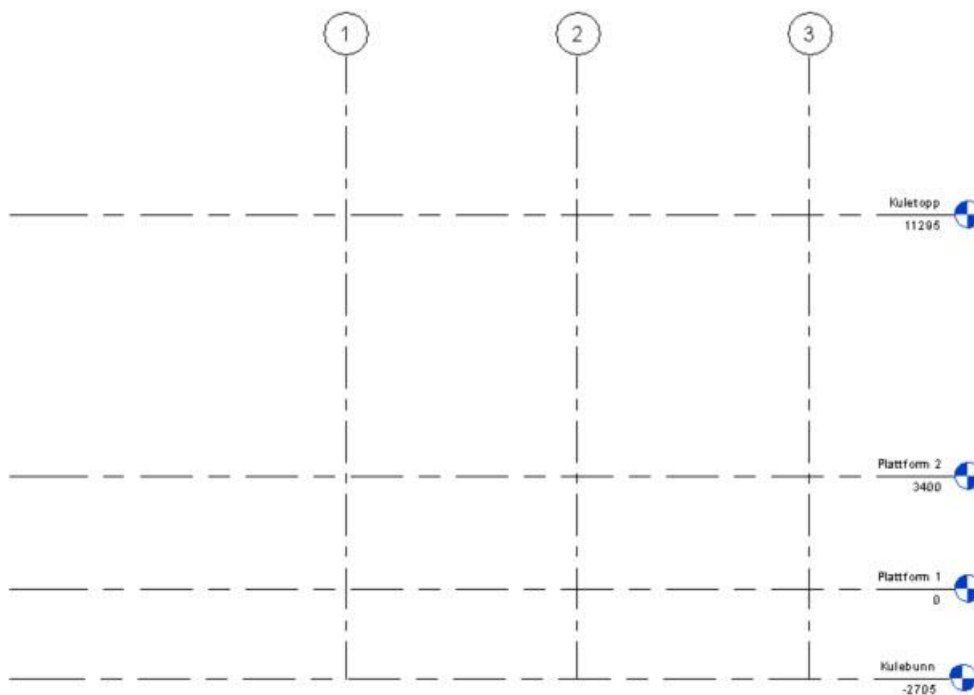


Figur 53: Navngitte «Levels»



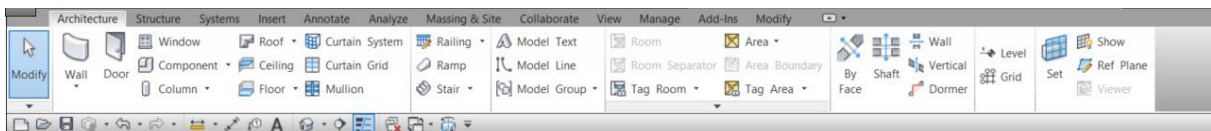
Figur 54: Symbol, nivåavn og høyde markering

«Grids» er et rutenett av hjelpelinjer som gjør det enklere å organisere tegningen. I denne oppgaven markerer de start og endepunkter på kulen og blir kalt 1, 2 og 3.



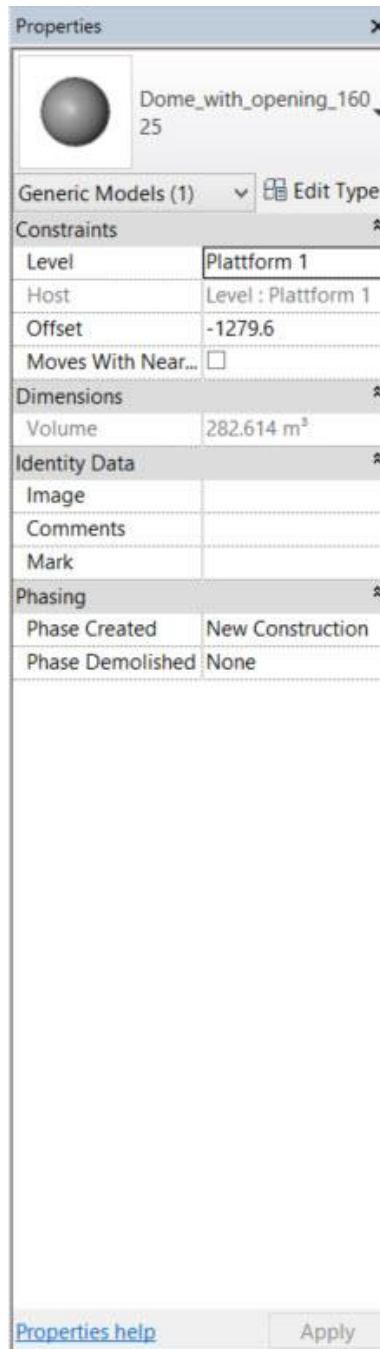
Figur 55: Levels blir markert horisontalt og grids blir markert vertikalt.

Deretter kan man begynne å modellere i de ulike planene. Her kan man lage vegger, dører, vinduer og legge til ulike komponenter. I tillegg til dette kan man importere ferdige elementer som man har laget i andre prosjekt- «templates». I denne oppgaven ble for eksempel kuleskallet laget i en prosjekt- «template» mens plattformen ble lagt i en annen og så importert inn i prosjektet.



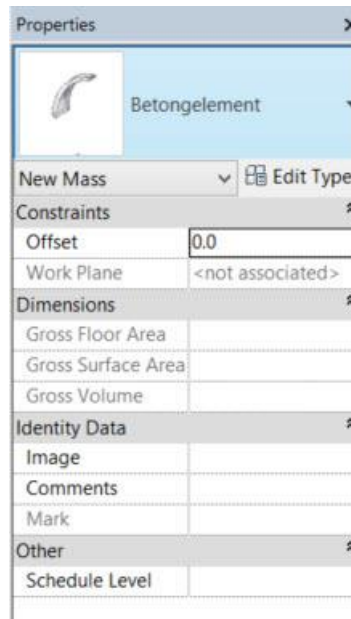
Figur 56: Panelet er man kan legge til ulike elementer

Dersom man for eksempel tar for seg en vegg eller en dør kan man redigere materialet og lage nye typer. For eksempel så kan man duplisere en vegg og lage en ny standard vegg med de materialvalgene og dimensjonene man ønsker. Det man kan gjøre er å lage nye egenskaper for veggen. Dette gjøres i boksen «properties» ved å klikke på «edit type», så lage en «duplicate» og navngi sitt nye objekt.



Figur 57: Properties/ Egenskaper ved et material.

Denne boksen blir også relevant for importering av «component» -er. Da kan man velge hvilket «level» «compoenent» -en skal stå i, endre farger og størrelse. For importering av «component» -er velger man «component» i «tool-baren» → «load from family» (om man ikke allerede har importert de elementene man ønsker) så dukker de opp i egenskapsboksen.

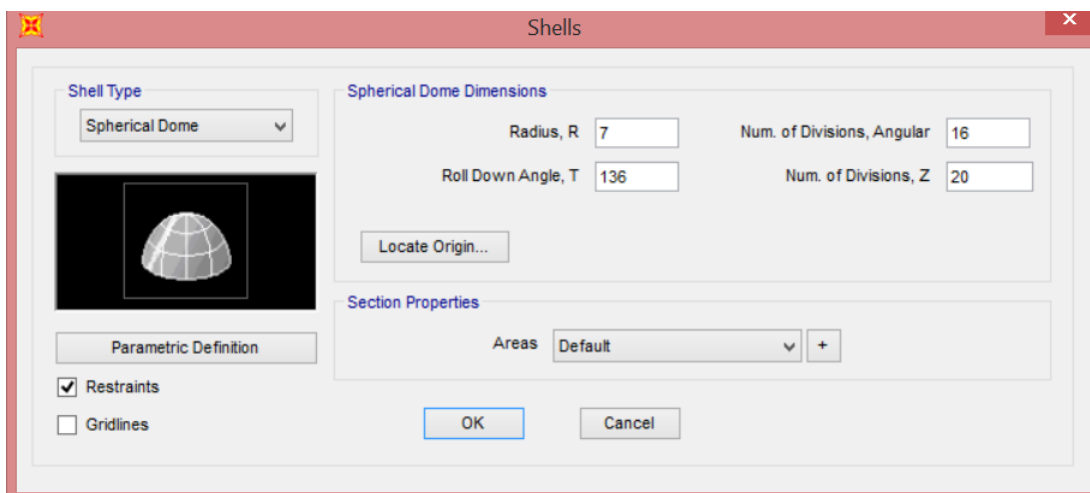


Figur 58: «Properties» -boks (Egenskaper)

Dette er bare de funksjonene vi har valgt å bruke mest i dette prosjektet. Utenom dette er det mange muligheter og funksjoner.

4.4.2 Dimensjonering i SAP2000

Når man skal begynne å modellere i SAP2000 lager man en ny modell fra ferdige «templates» som man former slik man ønsker. Parametere for modellen og hvilket material som brukes lastes inn i modellen. I denne modellen bruker vi «templates – Spherical dome» som man finner inne i «shell constructions».



Figur 59: "Shell template"

Alle parametere er bestemt på forhånd og satt til meter (m), kiloNewton (kN) og Celsius (C). Det er vanlig å regne seg frem «Roll Down Angle, T» for å få de vinklene som er nødvendig slik at modellen blir lik det som skal beregnes. I denne oppgaven er vinkelen 136. Inne i «areas» definerer vi hvilket material skallet skal bestå av og hvor tykt skallet skal være. Her ble det valgt å kalle skallet for betongskall som settes til 200mm tykt og med betongkvaliteten B35/45 etter Eurokode 2.

Shell Section Data

Section Name: betongskall

Section Notes: Modify/Show...

Display Color: [Pink square]

Type:

- Shell - Thin
- Shell - Thick
- Plate - Thin
- Plate Thick
- Membrane
- Shell - Layered/Nonlinear

Modify/Show Layer Definition...

Thickness:

Membrane: 0,2

Bending: 0,2

Material:

Material Name: + C35/45

Material Angle: 0,

Time Dependent Properties:

Set Time Dependent Properties...

Concrete Shell Section Design Parameters:

Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers: Set Modifiers...

Temp Dependent Properties: Thermal Properties...

OK Cancel

Figur 60: Betongskall data

Add Material Property

Region: Europe

Material Type: Concrete

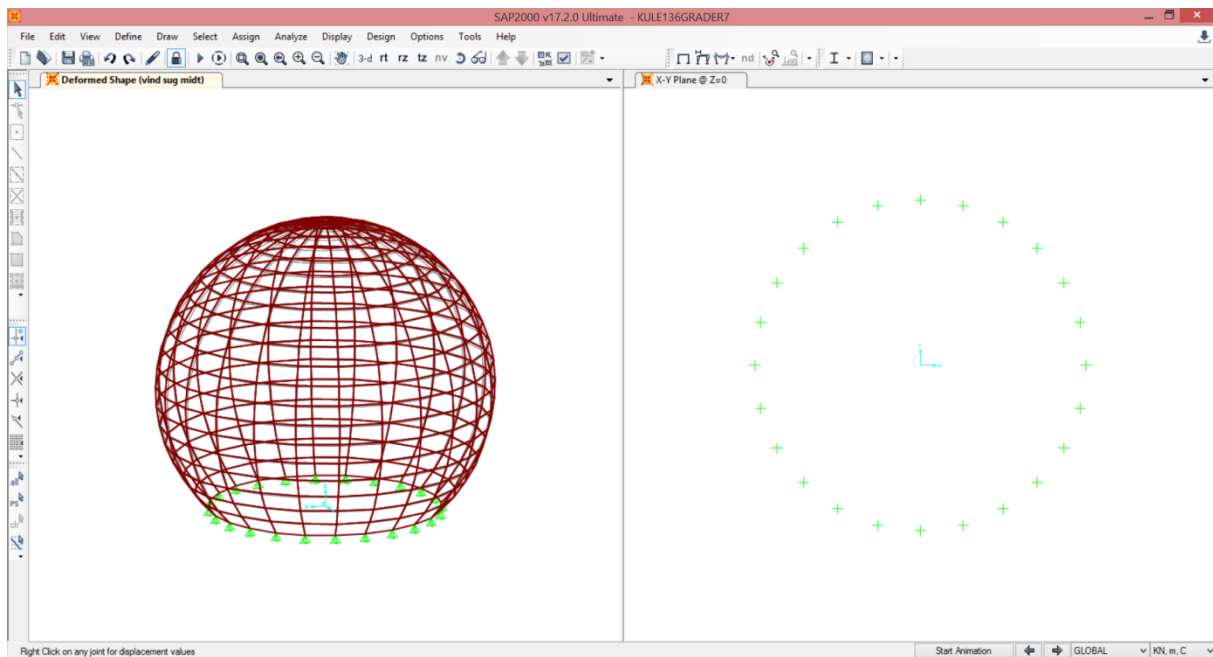
Standard: EN 1992-1-1 per EN 206-1

Grade: C35/45

OK Cancel

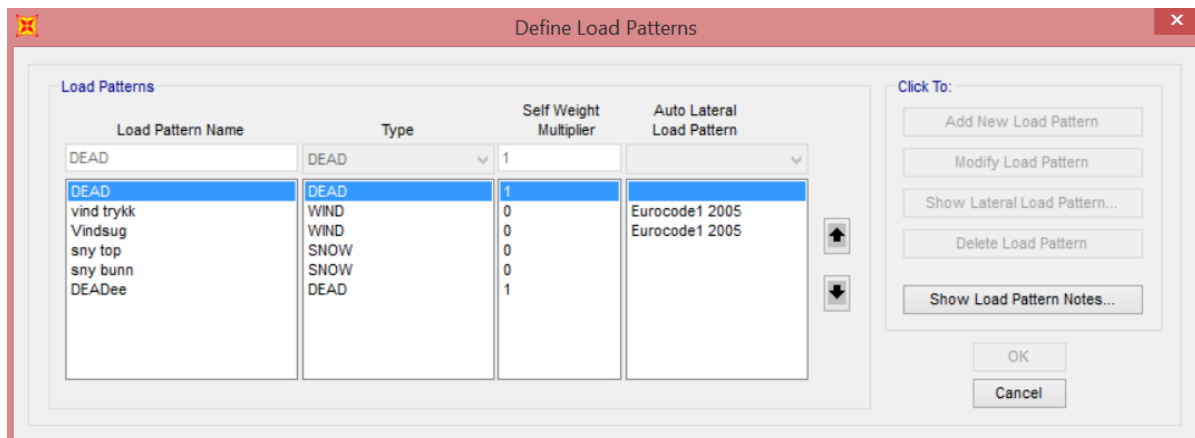
Figur 61: Materialegenskaper

Etter at alle parametere er satt vil man få åpnet en modell. Det vil se ut som et nettverk av gitter siden ingen laster eller definisjoner av laster er satt inn i modellen. Det er her man kan begynne å legge på laster og definere hvordan de skal angripe konstruksjonen.



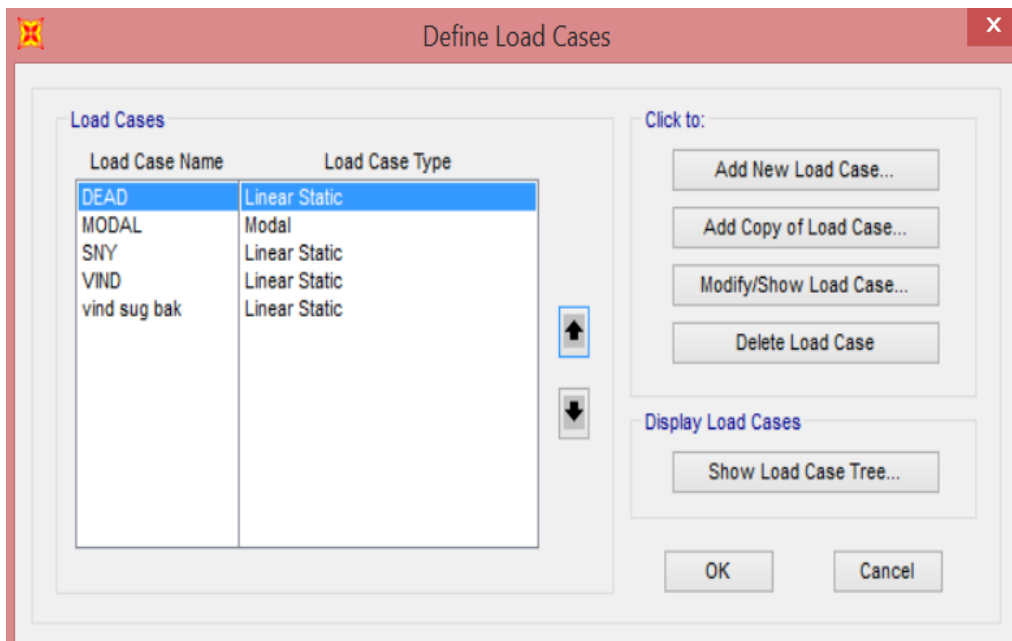
Figur 62: Modell av kula i SAP2000

Man vil nå sette inn laster og definere hvor de skal angripe. Da går man inn i «load patterns» for å definere hvilke lasttilfeller man vil ha med i beregningene. Lasttilfeller som blir brukt her er egenlasten, snølasten og vindlasten (trykk og sug). Vindlastene blir definert etter Eurokode 1, men i dette tilfellet når man bruker «shell templatene» vil ikke disse ha innvirkning i analysen før senere i modelleringen. Vindlastene må legges på manuelt i modellen med utgangspunkt fra håndberegninger som er utredet fra Eurokodene. Det er viktig at bare egenvekten får en «self weight multiplier» som er «1» fordi det er en fast og bunden last. De andre lastene får en «self weight multiplier» som settes til «0», som senere får verdier i «load cases».

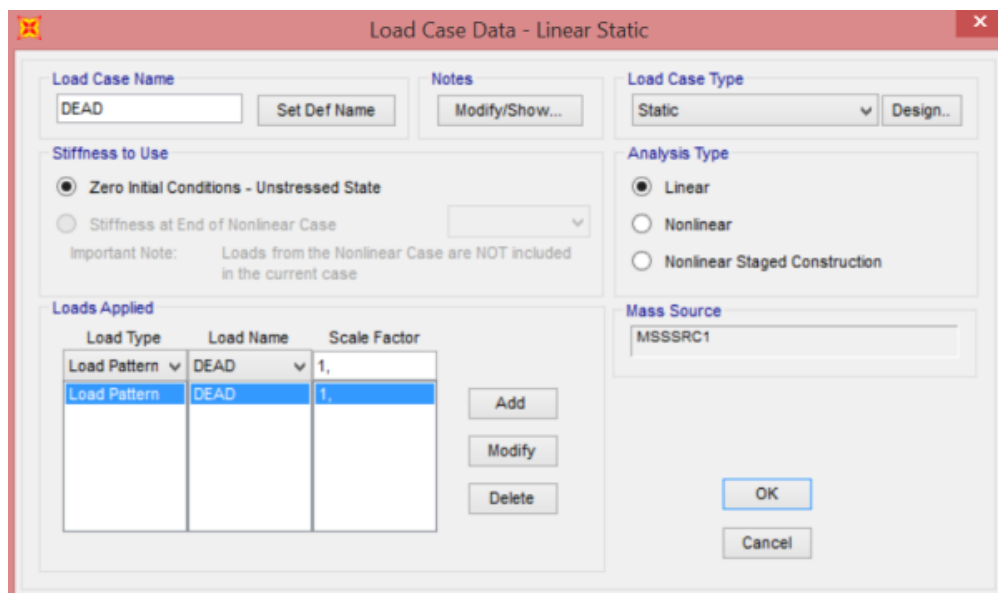


Figur 63: SAP2000 definerer laster med henvisninger til Eurokoder.

Når «load patterns» er satt inn må man definere lastene i «load cases». Her kan man sette hver «load pattern» til en verdi som passer med lastene man skal ha i modellen i henhold til partialfaktormetoden. Det blir også definert hvilken statisk betraktning lasten skal beregnes etter. I denne modellen er alle «load cases» satt til «linear static».

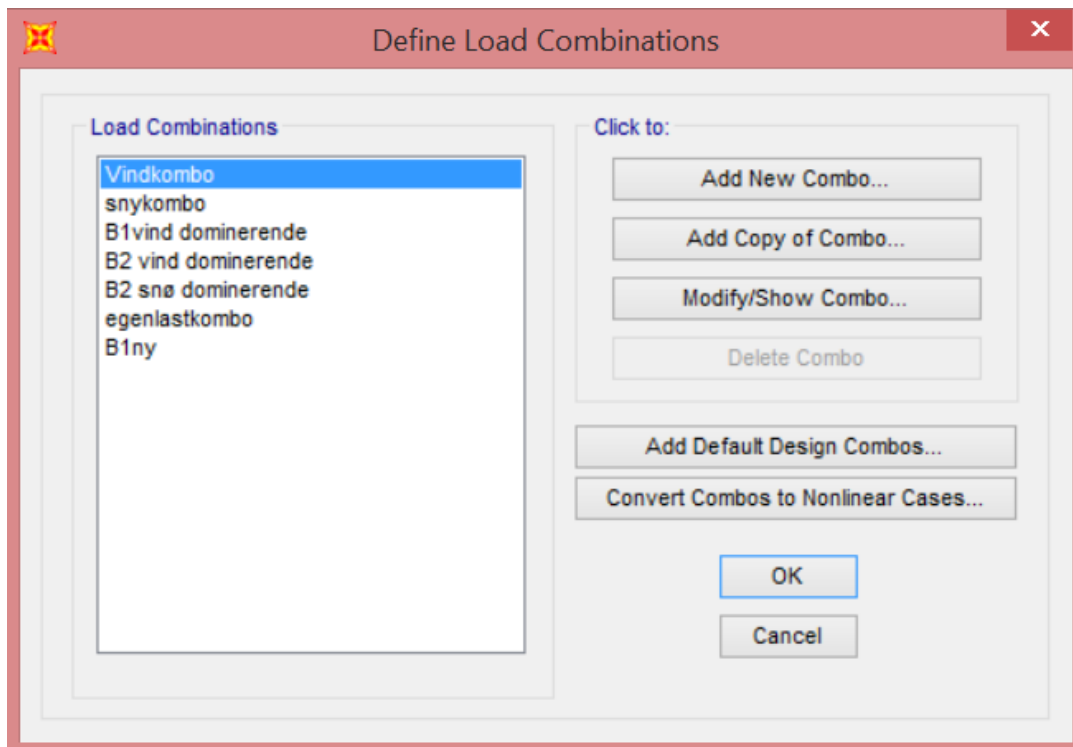


Figur 64: Definerer hvordan lastene skal brukes



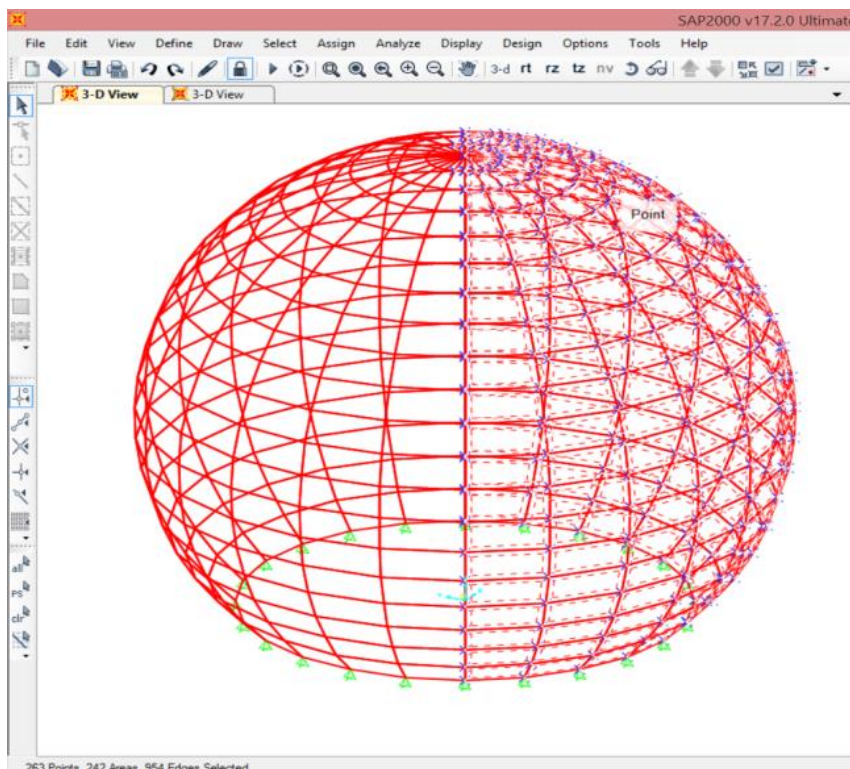
Figur 65: Definerer lastene med skala faktor

Hvis man skal beregne etter partialfaktormetoden er det viktig å legge inn last-kombinasjoner i modellen. Lasttilfellene settes inn med faktorer og kombinasjon med de forskjellige lastene. I denne oppgaven er det lagt inn to lasttilfeller, der vind er dominerende sammen med egenlasten og der snø er dominerende sammen med egenlasten. Ut fra de forskjellige lastkombinasjonene kan vi senere se hvilket tilfelle som gir de største momentene, skjærkreftene og normalkreftene.

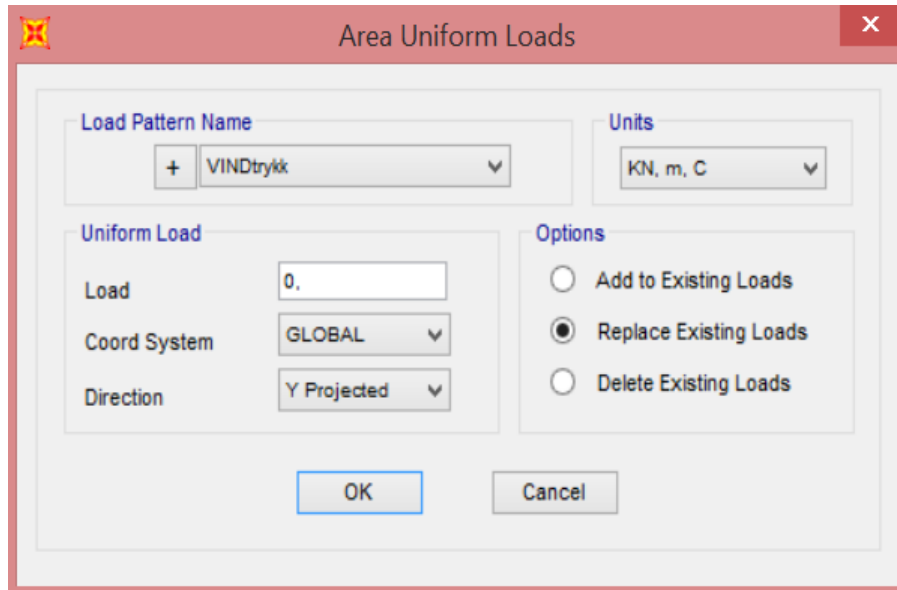


Figur 66: Lastkombinasjoner B1 og B2 for forskjellige tilfeller.

Nå som alle laster er definert med forskjellige faktorer og kombinasjoner vil man videre gi de forskjellige lastene en verdi i kiloNewton (kN). Dette gjøres ved å merke hvilket område den enkelte lasten skal belaste konstruksjonen med verktøyet «assign loads».

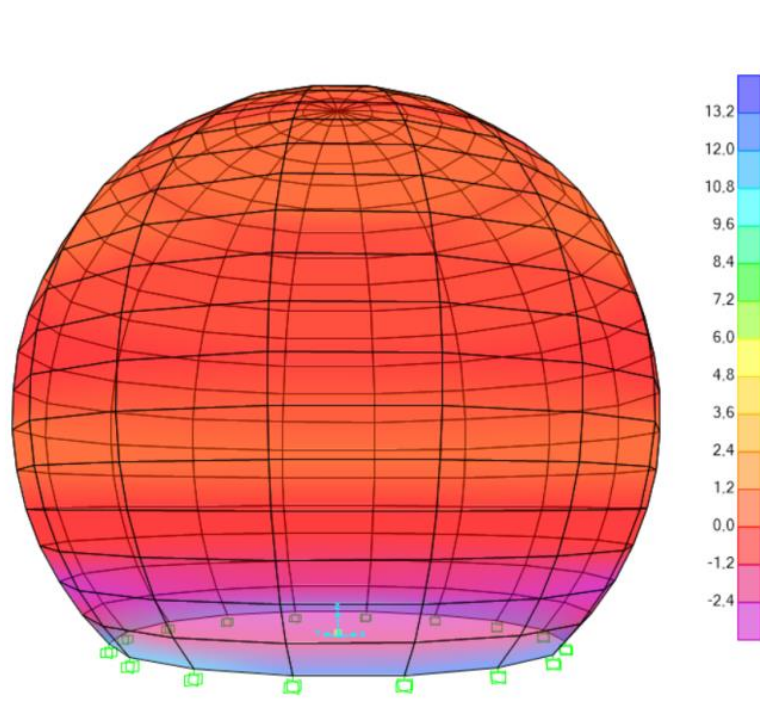


Figur 67: Tlegner en last til et markert/bestemt område på konstruksjonen.

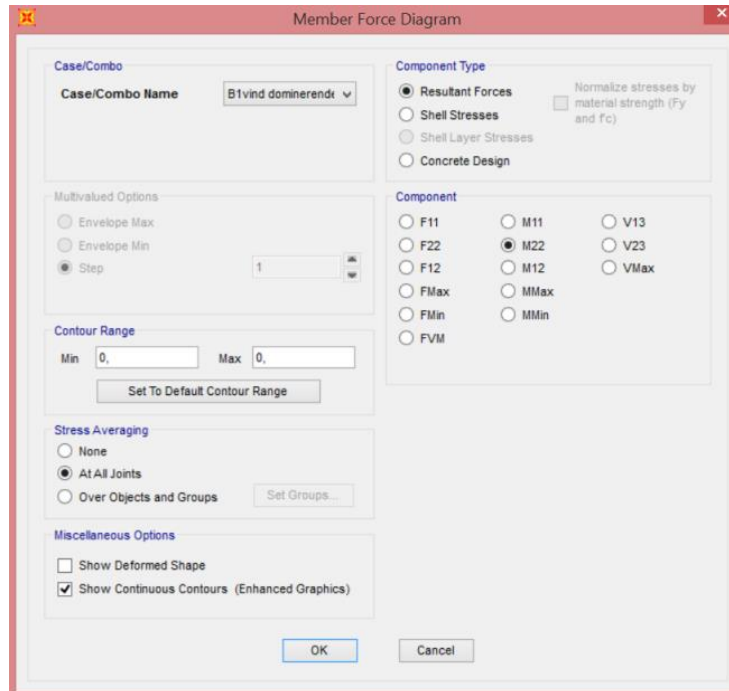


Figur 68: Bestemmer verdi og retning av last til merket/bestemt område

Nå har alle parametre, faktorer, laster og lastkombinasjoner blitt definert. Da kjører man en analyse av modellen slik at programmet beregner momenter, skjærkrefter, normalkrefter og hvor de belaster konstruksjonen. Man kan velge å få ut maks verdi av momenter, skjærkrefter og normalkrefter eller bare verdiene for den aktuelle aksen. Det er også mulighet for å beregne bare en enkeltlast eller et lasttilfelle. Momentene blir oppgitt i kNm/ m. Skjærkreftene og normalkreftene blir oppgitt i kN/ m. Det er da viktig å ta hensyn til at programmet oppgir alt av krefter per meter og ikke som en samlet kraft/belastning. Det er disse resultatene fra SAP2000 som prosjektgruppen kommer til å ta utgangspunkt i videre beregninger av konstruksjonen.



Figur 69: Analysert modell med last og deformasjon.

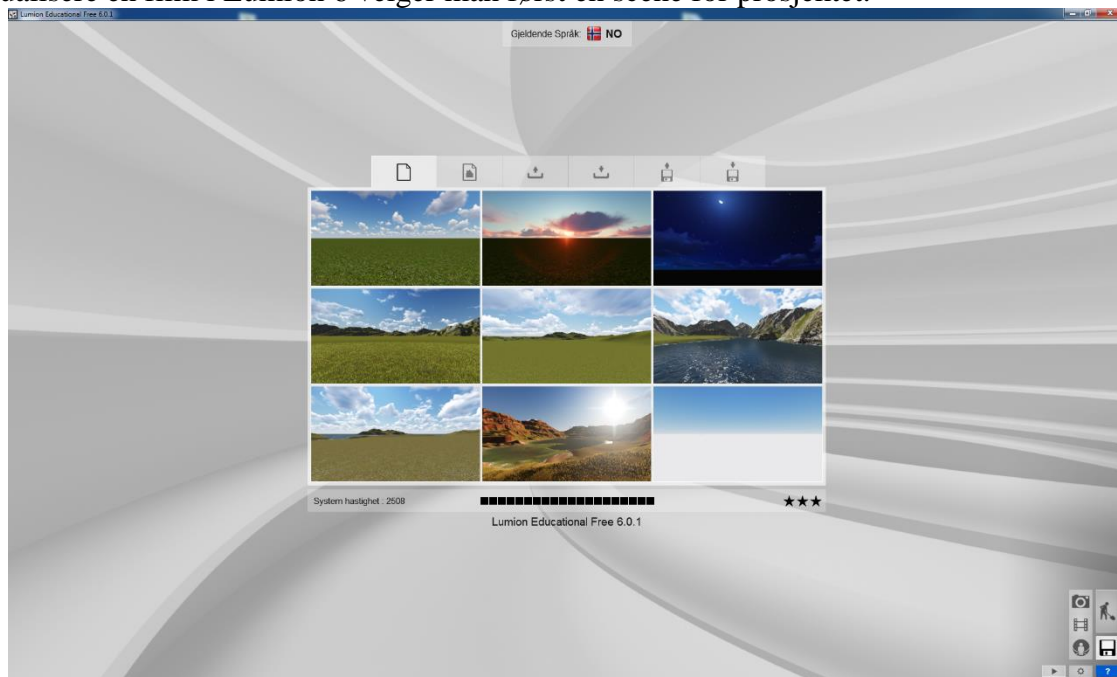


Figur 70: Kraft diagrammer og resultanter av valgt last/lasttilfelle.

Når man har fått alle resultater fra modellen som det er behov for, kan man velge å skrive ut en rapport fra SAP2000. I rapporten kan man velge hva den skal inneholde og hvilket oppsett som passer best til formålet.

4.4.3 Visualisering i Lumion 6

Lumion 6 er et visualiseringsprogram som fremstiller objekter i en bestemt setting. For å visualisere en film i Lumion 6 velger man først en scene for prosjektet.



Figur 71: Scenevalg i Lumion 6.

Her kan man velge mellom ulike scener som former landskapet rundt prosjektet. Etter man har valgt bakgrunnskurvatur starter importeringen av objekter. Man får opp valg nederst til

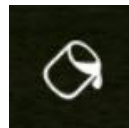
venstre av skjermbildet. Her kan man velge mellom kategoriene vær, landskap, materialer og objekter.



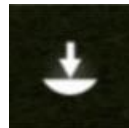
Figur 72: Vær



Figur 73: Landskaps

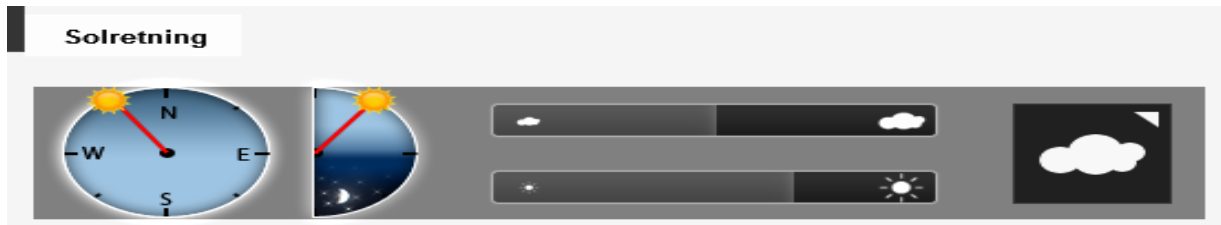


Figur 74: Material



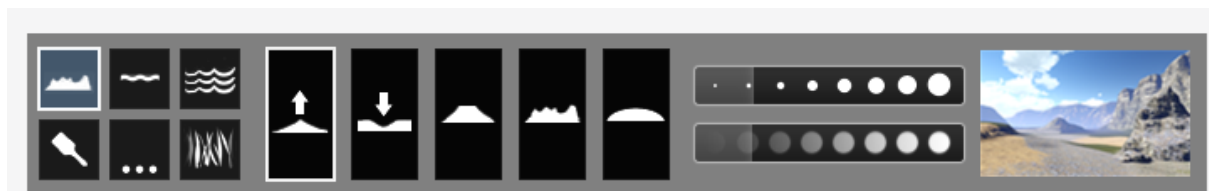
Figur 75: Objekt

I kategorien vær kan man velge hvilke skyer man ønsker og hvor på himmelen man ønsker at sola skal være.



Figur 76: Værinnstillinger

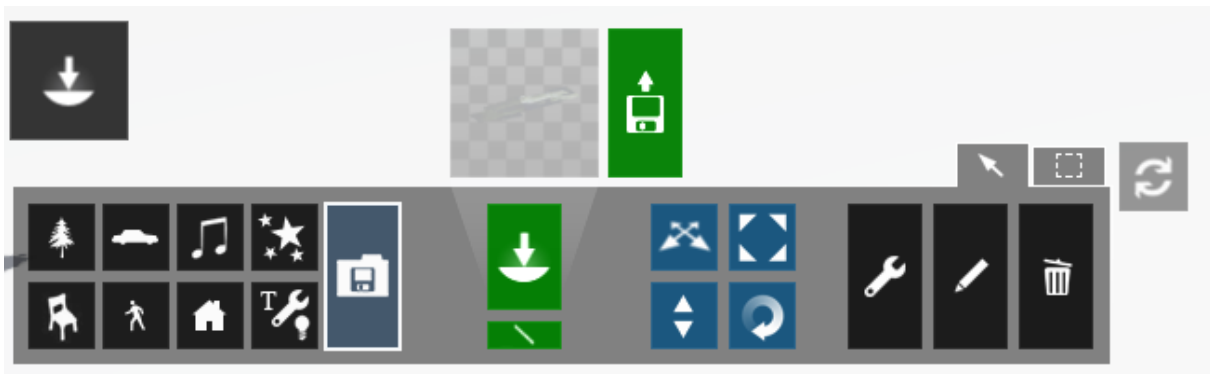
I kategorien landskap kan man endre på hvordan du vil ha grunnen. Man kan lage fjell, glatte ut grunnen, lage sjø osv. Prosjektgruppen har ikke valgt å lage noe spesielt landskap i denne oppgaven, da det ble urealistisk. Prøvde å importere landskap fra «Google Earth» gjennom «SketchUp», men det resulterte ikke i noe godt resultat.



Figur 77: Landskapsinnstillinger

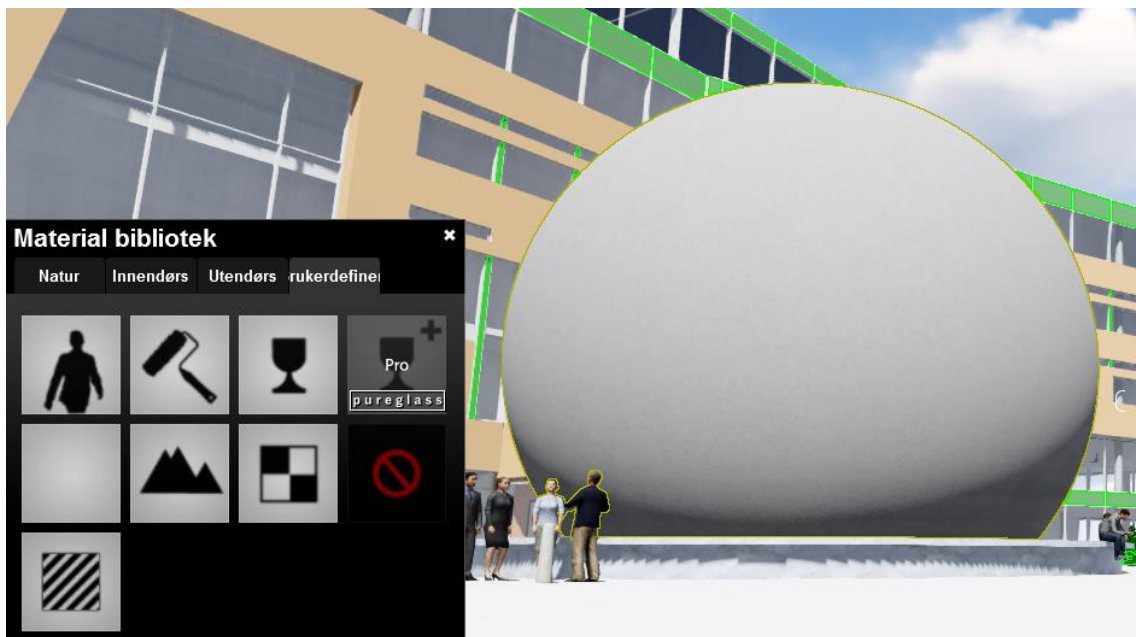
I kategorien objekter kan man plassere elementer inn i sitt prosjekt. Man kan både importere standard Lumion 6 objekter eller lage sine egne objekter gjennom for eksempel Revit. Da kan man installere «Add-ins» i for eksempel Revit som konverterer filen om til en Lumion fil. Dyr, mennesker, skilt, bokhyller og datamaskiner er bare noen ting man kan ta med i prosjektet sitt. Det er disse elementene som gjør visualiseringen autentisk og realistisk.

Menneskene og bilene kan bevege seg og enkelte figurer kan spasere fra A til B slik at scenen ser virkelig ut. Det er disse bevegelsighetene som setter liv i prosjektet.



Figur 78: Plassering av objekter.

I kategorien materialer kan man endre utseende til de importerte objektene. Etter man har importert filer kan man endre utseende på den ved å klikke på objektet og velge material. Man kan for eksempel lage glass i vinduer, vann i fontener og endre materiale på bygget.



Figur 79: Eksempel på endring av material på kula.

Når man har gjort de endringene man ønsker kan man lage en film. Da tar man bilder av de tingene man ønsker å fremheve også setter Lumion 6 sammen bildene til en film.



Figur 80: Sammensetning av film

Her kan man legge til effekter som lyd, tekst, reklame og annet. Når man har lagt til de effektene man ønsker kan man lagre filmen som et .mp4 format og spille av som en film.



Figur 81: Prosjektet blir til film.

4.5 Partialfaktormetoden

Se punkt 2.7.2.

4.6 Manuelle beregninger

Disse utregningene baserer seg på teori om dimensjonering av betongkonstruksjoner. Noen av de manuelle beregningene er basert på informasjon vi har fått ut av SAP2000. Disse beregningene er:

- U-verdi
- Etterklangstid
- Maksimalt moment
- Dimensjonering av tverrsnitt med delvis utnyttet trykksone
- Egenvekt
- Egenvekt av elementer

5 BEREGNINGER

I dette kapittelet presenteres utregninger for U-verdi, etterklangstid, maksimalt moment, dimensjonering av tverrsnitt med delvis utnyttet trykksone, egenvekt og egenvekt for elementer.

5.1 U-verdi

Beregning av U-verdi med NS-EN ISO 6946:

Øvre grenseverdi				
Sjikt	Tykkelse (d)	Varmemotstand (R)		Utregning
	m	Felt a	Felt b	$R = \frac{d}{\lambda d}$
Maling	0,002	0,002	0,002	$R = \frac{0,002}{1} = 0,002$
Fiberpuss	0,01	0,0125	0,0125	$R = \frac{0,01}{0,8} = 0,0125$
Fasadeplater/isolasjon	0,05	1,351	1,351	$R = \frac{0,05}{0,037} = 1,351$
Betong	0,2	0,0869	0,0869	$R = \frac{0,2}{2,3} = 0,869$
Lekter	0,1	0	0,833	$R = \frac{0,1}{0,12} = 0,833$
Innvendig isolasjon	0,1	2,857	0	$R = \frac{0,1}{0,035} = 2,857$
Hulrom	0,2	1,176	1,176	$R = \frac{0,2}{0,17} = 1,176$
Innvendige plater	0,001	0	0	$R = \frac{0,001}{30} = 0$
Σ	0,563	5,48	3,46	
$R_{T\theta} = \frac{1}{\frac{0,88}{R_{felt a}} + \frac{0,12}{R_{felt b}}} = \frac{1}{\frac{0,88}{5,48} + \frac{0,12}{3,46}} = 5,12 \text{ (m}^2 \text{ x K)/W}$				

Tabell 35: Beregning av U-verdi med NS-EN ISO 6946

Nedre grenseverdi			
Sjikt	Tykkelse(m)	Varmemotstand (R)	Utregning
Maling	0,002	0,002	$R = \frac{0,002}{1} = 0,002$
Fiberpuss	0,01	0,0125	$R = \frac{0,01}{0,8} = 0,0125$
Fasadeplater/isolasjon	0,1	1,351	$R = \frac{0,05}{0,037} = 1,351$
Betong	0,2	0,869	$R = \frac{0,2}{2,3} = 0,869$
Innvendig isolasjon og lekter	0,1	2,21	$R = \frac{d}{(0,88 \times \lambda d) + (0,12 \times \lambda d)} = \frac{d}{(0,88 \times 0,035) + (0,12 \times 0,12)} = 2,21$

Hulrom	0,2	1,176	$R = \frac{0,2}{0,17} = 1,176$
Innvendige plater	0,001	0	$R = \frac{0,001}{30} = 0$
Σ	0,563	5,62	5,62
$R_{Tn} = \Sigma (R \text{ sjikt}) = 5,62 \text{ (m}^2 \text{ x K)/W}$			

Tabell 36: Beregning u-verdi, nedre grenseverdi.

5.2 Etterklangstid

$$\text{Volum kuppel} = \frac{\pi \times d^3}{6} \times 0,5 = \frac{\pi \times 13^3}{6} \times 0,5 = 575 \text{ m}^3$$

$$\text{Areal himling/vegg} = \frac{\pi \times d^2}{2} = \frac{\pi \times 13^2}{2} = 265 \text{ m}^2$$

$$\text{Areal plattform} = \pi \times r^2 = \pi \times 5,04^2 = 80 \text{ m}^2$$

- Areal tregulv på plattform = 50 m²
- Arealet av maskiner og utstyr = 30 m²

$$\text{Areal hulrom mot nedre kuppel} = \pi \times r^2 - \text{areal plattform} = \pi \times 6,5^2 - 80 = 52,73 \text{ m}^2$$

$$A = \Sigma (\alpha_i \times S_i) + A_e + 4mV \text{ (m}^2\text{)}$$

S = arealet til flate (m²)

α = absorpsjonsfaktoren til flaten 0-1 (der 0 absorberer ingen lyd og 1 absorberer all lyd)

A_e = absorpsjonsarealet til enkelt objekter /personer (m²)

m = dempingsfaktoren for lydabsorpsjon i luften

Overflate	S, m ²	Frekvens Hz					
		125		250		500	
		α	A, m ²	α	A, m ²	α	A, m ²
Tynn, finperforet metallplate med 10 % perforeringsgrad 200 mm hulrom med 100 mm mineralull.	265,5	0,6	265,5 x 0,6 = 159,3	0,99	265,5 x 0,99 = 263	0,92	265,5 x 0,92 = 244,2
Gulv med maskiner og utstyr	30	0,3	30 x 0,3 = 9	0,3	30 x 0,3 = 9	0,3	30 x 0,3 = 9
Dør åpning/åpning i vegg 50 % absorpsjon	5	0,5	5 x 2,5 = 2,5	0,5	5 x 2,5 = 2,5	0,5	5 x 2,5 = 2,5
Hulrom nedover rund plattform	52,7	0,5	52,7 x 0,5 = 26,35	0,5	52,7 x 0,5 = 26,35	0,5	52,7 x 0,5 = 26,35
Parkett/tregulv på plattform	50	0,15	50 x 0,15 = 7,5	0,11	50 x 0,11 = 5,5	0,09	50 x 0,09 = 4,5
Sum	376,85		204,85		305,85		286,55
Luftabsorpsjon	Volum, m ³	4m, m ⁻¹		4m, m ⁻¹		4m, m ⁻¹	
4mV (20 C ⁰ , 50% RF)	575	0	0	0	0	0	0
Ekvivalent absorpsjonsareal, A ₀			204,85		305,85		286,55
Etterklangstid		T,s		T,s		T,s	
Beregnet etterklangstid T0		0,45 sek		0,3 sek		0,32 sek	
Ønsket etterklangstid T1	Under 1 sekund, helst under 0,6 sekunder						
Overflate	S, m ²	Frekvens Hz					
		1000	2000	4000			

		α	A, m ²	α	A, m ²	α	A, m ²
Tynn, finperforet metallplate med 10 % perforeringsgrad 200 mm hulrom med 100 mm mineralull	265,5	0,84	223	0,67	177,88	0,56	148,7
Gulv med maskiner og utstyr	30	0,3	30 x 0,3 = 9	0,3	30 x 0,3 = 9	0,3	30 x 0,3 = 9
Døråpning/åpning i vegg 50 % absorpsjon	5	0,5	5 x 2,5 = 2,5	0,5	5 x 2,5 = 2,5	0,5	5 x 2,5 = 2,5
Hulrom nedover rund plattform	52,7	0,5	52,7 x 0,5 = 26,35	0,5	52,7 x 0,5 = 26,35	0,5	52,7 x 0,5 = 26,35
Parkett/tregulv på plattform	50	0,08	50 x 0,08 = 4	0,07	50 x 0,07 = 3,5	0,06	50 x 0,06 = 3
Sum	376,85		264,85		219,23		198,55
Luftabsorpsjon	Volum, m ³	4m, m ⁻¹		4m, m ⁻¹		4m, m ⁻¹	
4mV (20 C ⁰ , 50% RF)	575	0	4 x 0,001 x 575 = 2,3		4 x 0,0024 x 575 = 5,52		4 x 0,0061 x 575 = 14,03
Ekvivalent absorpsjonsareal, A ₀			262,55		213,71		184,52
Etterklangstid		T,s		T,s		T,s	
Beregnet etterklangstid T ₀		0,35 sek		0,43 sek		0,5 sek	
Ønsket etterklangstid T ₁	Under 1 sekund, helst under 0,6 sekunder						

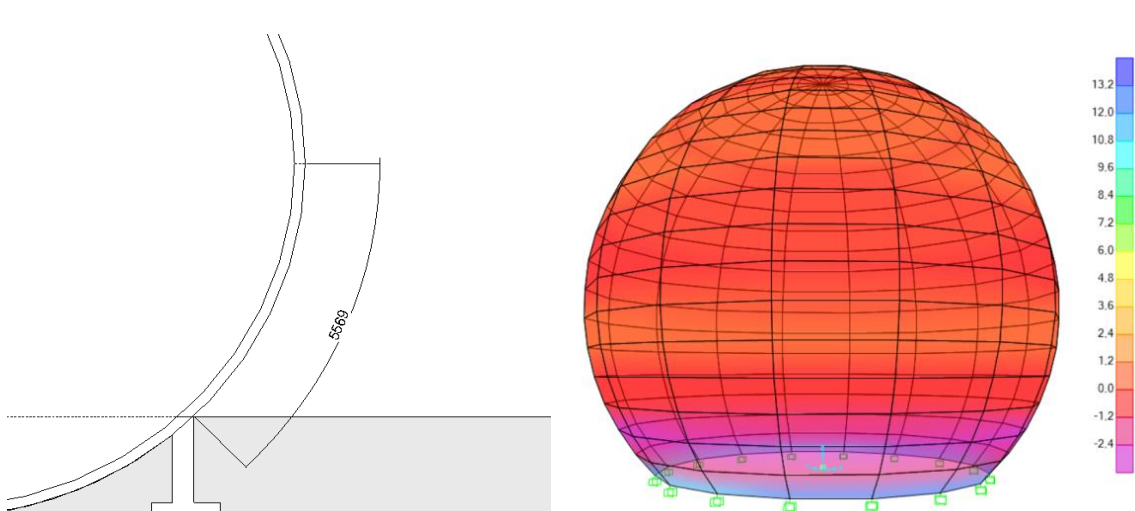
Tabell 37: Beregning etterklangstid.

5.3 Maksimalt moment, M_{Ed}

Ut fra modellen som er generert i SAP2000 med alle laster og lastfaktorer, er det maksimale momentet 12,5 kNm/m.

Kan da betrakte hele elementet med dette momentet per meter for å være sikker i beregningen slik at det blir nok moment i betraktningen.

$$M_{Ed} = 12,5 \text{ kNm/m} \times 5,57\text{m} = \underline{\underline{69,6 \text{ kNm}}}$$



Figur 82: Beregninger av M_{Ed}.

5.4 Dimensjonering av tverrsnitt med delvis utnyttet trykksone

Armering:

$M_{Ed} = 69,6 \text{ kNm}$ (se beregning av M_{Ed} punkt 5.3)

B500N

$\phi 12$ strekkarmering

K503 armeringsnett

$F_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Betong:

$F_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$

B35

$C_{nom} = 30 \text{ mm}$

$b = 1000 \text{ mm}$

$h = 200 \text{ mm}$

$$F_{cd} = a_{cc} \times \frac{F_{ck}}{\gamma_m} = 0,85 \times \frac{35}{1,5} = 19,83 \text{ MPa}$$

$$d_1 = C_{nom} + 8 + \frac{\phi 12}{2} = 30 + 8 + \frac{12}{2} = 44 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 200 \text{ mm} - 46 \text{ mm} = 156 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = 0,275 \times F_{cd} \times b \times d^2 =$$

$$= 0,275 \times 19,83 \text{ MPa} \times 1000 \text{ mm} \times 156^2 \text{ mm} = \underline{132,7 \text{ kNm} > M_{Ed} \rightarrow \text{delvis utnyttet}}$$

$$Z = (1 - 0,17 \times \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}}) \times d = (1 - 0,17 \times \frac{69,6 \text{ kNm}}{132,7 \text{ kNm}}) \times 156 \text{ mm} = 142 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{M_{Ed}}{F_{yd} \times Z} = \frac{69,6 \times 10^6}{435 \times 142} = 1421,21 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s - A_{s,nett}}{\pi \times r^2} = \frac{1421,21 - 503}{\pi \times 6^2} = 8,11 \rightarrow 9 \text{ jern}$$

$n_{n\ddot{o}dvendig} = 9 \text{ jern}$

$$A_{s,n\ddot{o}dvendig} = A_{s,nett} + (n_{n\ddot{o}dvendig} \times (\pi \times r^2)) = 503 + (9 \times (\pi \times 6^2)) = 1520,88 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Senteravstand} = \frac{b}{n} = \frac{1000}{9} = 111 \text{ mm}$$

Av hensyn til monteringen og bindingen av armeringen vil det bli lagt jern p a hver 100mm slik at det passer p a armeringsnettets (K503) langsg aende vertikale armeringsjern.

$$A_{s,nett} = \pi 4^2 \times 10 = 503 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_s = A_{s,nett} + (n \times (\pi \times r^2)) = 503 + (10 \times (\pi \times 6^2)) = \underline{1633,97 \text{ mm}^2/\text{m}}$$

$$\text{Senteravstand} = \frac{b}{n} = \frac{1000}{10} = \underline{100 \text{ mm}}$$

Kontroll:

$$A_{s,min} = 0,26 \times b \times d \times \frac{F_{ctm}}{F_{yk}} = 0,26 \times 1000 \times 156 \times \frac{3,2}{500} = 259,6 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,min} \geq 0,0013 \times b \times d = 0,0013 \times 1000 \text{ mm} \times 156 \text{ mm} = 202,8 \text{ mm}^2/\text{m} \rightarrow \underline{\text{OK}}$$

$$S_{maks} = \text{Min av } (3h, 400 \text{ mm}) = (3 \times 200, 400)$$

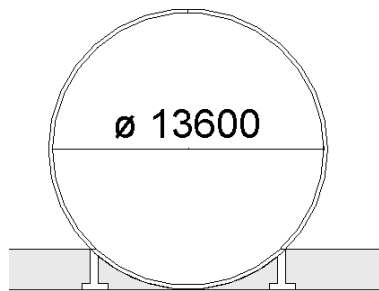
$$S_{maks} = 400 \text{ mm} \rightarrow \underline{\text{OK, har 100 mm på armeringsnettet}}$$

(69)

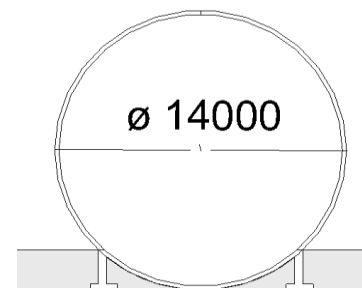
5.5 Egenvekt

200 mm armert betong

Hele kula:



Figur 83: Indre diameter.



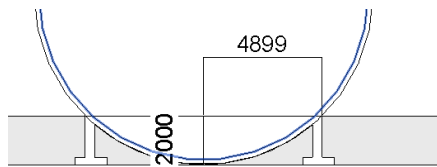
Figur 84: Ytre diameter.

$$V_{ytre} = \frac{\pi \times d^3}{6} = \frac{\pi \times 14^3}{6} = 1436,76 \text{ m}^3$$

$$V_{indre} = \frac{\pi \times d^3}{6} = \frac{\pi \times 13,6^3}{6} = 1317,09 \text{ m}^3$$

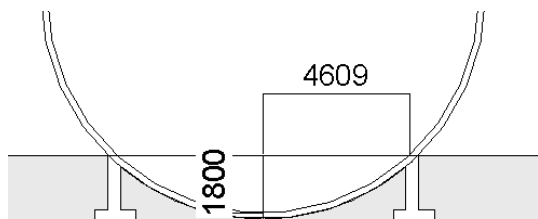
$$V_{total} = V_{ytre} - V_{indre} = 1436,76 \text{ m}^3 - 1317,09 \text{ m}^3 = \underline{119,67 \text{ m}^3}$$

Kulekalott:



Figur 85: Mål for ytre kulekalott.

$$V_{\text{ytre}} = \frac{\pi \times h}{6} \times (3 \times a^2 + h^2) = \frac{\pi \times 2}{6} \times (3 \times 4,899^2 + 2^2) = \underline{79,58 \text{ m}^3}$$



Figur 86: Mål for indre kulekalott.

$$V_{\text{indre}} = \frac{\pi \times h}{6} \times (3 \times a^2 + h^2) = \frac{\pi \times 1,8}{6} \times (3 \times 4,609^2 + 1,8^2) = \underline{63,11 \text{ m}^3}$$

$$V_{\text{kulekalott}} = V_{\text{ytre}} - V_{\text{indre}} = 79,58 \text{ m}^3 - 63,11 \text{ m}^3 = \underline{16,46 \text{ m}^3}$$

Volum delkul:

$$V_{\text{delkule}} = V_{\text{total}} - V_{\text{kulekalott}} = 119,67 \text{ m}^3 - 16,46 \text{ m}^3 = \underline{103,2 \text{ m}^3}$$

Masse/vekt på kuledel:

$$\begin{aligned} m &= \rho_{\text{armert betong}} \times V_{\text{delkule}} = 2500 \text{ Kg/m}^3 \times 103,2 \text{ m}^3 = 258017 \text{ kg} = 258,017 \text{ tonn} = 9,81 \times \\ &= \underline{2531 \text{ kN}} \end{aligned}$$

Klimaskall og indre bekledning

$$m_{\text{fasadeplater}} = 80 \text{ kg/m}^3 \times (0,05 \text{ m} \times 527,8 \text{ m}^2) = 2111 \text{ kg}$$

$$m_{\text{fiberpuss}} = 1600 \text{ kg/m}^3 \times (0,01 \text{ m} \times 527,8 \text{ m}^2) = 8444 \text{ kg}$$

$$m_{\text{maling}} = 1400 \text{ kg/m}^3 \times (0,002 \text{ m} \times 527,8 \text{ m}^2) = 1477 \text{ kg}$$

$$m_{\text{isolasjon}} = 20 \text{ kg/m}^3 \times ((0,1 \text{ m} \times 504,16 \text{ m}^2) \times 88\%) = 887,3 \text{ kg}$$

$$m_{\text{lekter}} = 500 \text{ kg/m}^3 \times ((0,1 \text{ m} \times 504,16 \text{ m}^2) \times 12\%) = 3025 \text{ kg}$$

$$m_{\text{aluplater}} = 2700 \text{ kg/m}^3 \times (0,0005 \text{ m} \times 469,66 \text{ m}^2) = 634 \text{ kg}$$

$$m_{\text{total}} = \Sigma m = 16578 \text{ kg} = 16,578 \text{ tonn} = 9,81 \times 16578 = 162634 \text{ N} = \underline{162,6 \text{ kN}}$$

Betong overflate ytre kule:

$$(\pi \times d^2) - (2 \times \pi \times r \times h) = (\pi \times 14^2) - (2 \times \pi \times 7 \times 2) = 527,8 \text{ m}^2$$

Betong overflate indre kule:

$$(\pi \times d^2) - (2 \times \pi \times r \times h) = (\pi \times 13,6^2) - (2 \times \pi \times 6,8 \times 1,8) = 504,16 \text{ m}^2$$

Overflate indre kule:

$$(\pi \times d^2) - (2 \times \pi \times r \times h) = (\pi \times 13^2) - (2 \times \pi \times 6,5 \times 1,5) = 469,66 \text{ m}^2$$

5.5.1 Egenvekt element

Fra utregning av kulens totalvekt har vi:

$$V \text{ total} = V \text{ ytre} - V \text{ indre} = 1436,76 \text{ m}^3 - 1317,09 \text{ m}^3 = \underline{119,67 \text{ m}^3}$$

$$V/2 = 119,67 \text{ m}^3 / 2 = \underline{59,835 \text{ m}^3}$$

Dette gir en vekt for øvre halvkule med betong (2,5t/m³)

$$59,835 \text{ tonn} \times 2,5 \text{ tonn/m}^3 = \underline{149,588 \text{ tonn}}$$

Toppelement

$$\text{Omkrets } 2\pi r = 2\pi 1,5 \text{ m} = 9,425 \text{ m}$$

$$\text{Tykkelse} = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Areal} = \pi 1,5^2 \text{ m} = 7,07 \text{ m}^2$$

$$\text{Volum} = 7,07 \text{ m}^2 \times 0,2 \text{ m} = 1,414 \text{ m}^3$$

$$\text{Vekt} = 1,414 \text{ m}^3 \times 2,5 \text{ tonn/m}^3 = \underline{3,534 \text{ tonn}}$$

Her er det ikke tatt fratrukk for oppleggshakket.

Element i øvre halvkule

Egenvekt halvkule – egenvekt toppeslement = egenvekt øvre kuleelement

$$149,588 \text{ tonn} - 3,534 \text{ tonn} = \underline{146,053 \text{ tonn}}$$

Finner først antall element ved å dele størst omkrets på maks bredde på element. Dette av hensyn til transport.

$$\text{Omkrets} = d \times \pi = 14 \text{ m} \times \pi = 43,98 \text{ m}$$

$$\text{Maks bredde} = 3 \text{ m} \Rightarrow 43,98 \text{ m} / 3 \text{ m} = 14,66 \text{ stk}$$

Pga partallskrav for monteringsarbeidet \Rightarrow 16 element.

Egenvekt per element (uten fratrukk av monteringsklarering)

$$146,053 \text{ tonn} / 16 \text{ stk} = \underline{9,128 \text{ tonn}} \text{ per element i øvre halvkule.}$$

Bredde på element

$$\text{Teoretisk største elementbredde } 43,98 \text{ m} / 16 \text{ stk} = 2,749 \text{ m per stk}$$

$$\text{Monteringsklarering på 10mm på hver side} \Rightarrow 2,749 \text{ m} - 0,020 \text{ m} = \underline{2,729 \text{ m}} \text{ elementbredde.}$$

Minste opplagsbredde mot toppeslement

$$\text{Minste omkrets toppeslement ved overlapping er } d\pi = 2,6\pi = 8,16184 \text{ m}$$

$$\text{Minste bredde blir da } 8,162 \text{ m} / 16 \text{ stk} = 0,5105 \text{ m}$$

$$\text{Monteringsklarering 10mm på hver side} \Rightarrow 0,5105 \text{ m} - 0,02 \text{ m} = \underline{0,4905 \text{ m}} \text{ bredde}$$

Største opplagsbredde mot toppeslement

$$\text{Omkrets toppeslement/ antall element} = 9,425 \text{ m} / 16 \text{ stk} = 0,589 \text{ m}$$

$$\text{Monteringsklarering} \Rightarrow 0,589 \text{ m} - 0,02 \text{ m} = \underline{0,569 \text{ m}} \text{ bredde}$$

Buelengde per element

$$\text{Omkrets } 43,98 \text{ m} / 4 = 10,995 \text{ m per kvart del}$$

Kvart del – radius toppelement + **oppleggslengden** = 10,995m - 1,5m + **0,2** = 9,695m
Monteringsklaring oppe og nede => 9,695m – 0,02m = 9,675m

Y

Element i nedre halvkule

$$V/2 = 119,67\text{m}^3/2 = 59,835 \text{ m}^3$$

$$V \text{ kulekalott} = V \text{ ytre} - V \text{ indre} = 79,58 \text{ m}^3 - 63,11 \text{ m}^3 = 16,46 \text{ m}^3$$

$$\text{Volum for nedre kuleelement} = \text{volum halvkule} - \text{volum kulekalott} \\ \Rightarrow 59,835\text{m}^3 - 16,46\text{m}^3 = \underline{43,375\text{m}^3}$$

$$\text{Egenvekt nedre halvkule} = 43,375\text{m}^3 \times 2,5\text{t} / \text{m}^3 = 108,438\text{tonn}$$

$$\text{Egenvekt per element} = 108,438 / 16\text{stk} = \underline{6,777\text{tonn}} \text{ per stk.}$$

Da er det ikke trukket fra monteringsklaring.

Bredde nedre element ved ringmur

$$\text{Innvendig radius ved kula er } 4,609\text{m} \Rightarrow d = 9,218\text{m} \Rightarrow O = \pi \times d = 28,959\text{m}$$

$$\text{Fra Revit blir utvendig radius } 4,899\text{m} \Rightarrow d = 9,798\text{m} \Rightarrow O = \pi \times d = 30,781\text{m}$$

$$\text{Bredde blir da } 30,781\text{m} / 16\text{stk} = 1,9238\text{m}$$

$$\text{Fratrekk for monteringsklaring} \Rightarrow 1,9238 - 0,02\text{m} = \underline{1,904\text{m}}$$

Buelengde

$$\text{Utvendig omkrets kvart kule} = 10,995\text{m}$$

$$\text{Innvendig omkrets kvart kule} = \pi \times 13,6\text{m} / 4 = 42,7257\text{m} / 4 = 10,6814\text{m}$$

$$\text{Fra Revit kan man hente ut buelenge fra sørpol kule til innvendig ringmur} = 5,064\text{m}$$

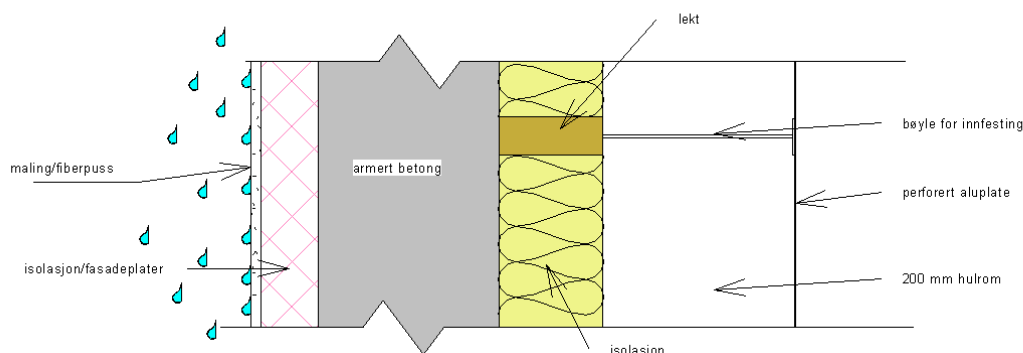
$$\text{Total innvendig buelengde med monteringsklaring} = 10,681\text{m} - 5,064\text{m} - 0,02\text{m} = \underline{5,597\text{m}}$$

6 RESULTATER

I dette kapittelet presenteres resultater for U-verdi, etterklangstid, ventilasjon/ luftmengde og dimensjonering av tverrsnitt med delvis utnyttet trykkzone. Utregningene til disse resultatene finner man i kapittel 5 – beregninger og i vedlegg 6.

6.1 U-verdi

Ut fra de vurderinger som er tatt angående bærekonstruksjon og valg av klimaskjerm kan ytterveggene/taket bygges opp på en slik måte som vist i figur 85. Total tykkelse på ytterveggen er 563 mm, der 150 mm er av et materiale (isolasjon) som har høy varmemotstand og et hulrom på 200mm for lydabsorpsjon på innsiden.



Figur 87: Oppbygging av klimaskjerm

Total varmemotstand:

$$R_{T\emptyset} = 5,12 \text{ (m}^2 \text{ x K)/W}$$

$$R_{Tn} = 5,62 \text{ (m}^2 \text{ x K)/W}$$

$$R_{\text{Total}} = \frac{(R_{Tn} + R_{T\emptyset})}{2} = \frac{(5,12 + 5,62)}{2} = \underline{5,37 \text{ (m}^2 \text{ K) /W}}$$

U-verdi:

Det er tatt hensyn i utregningene av U-verdien at isolasjonen kan inneholde luftlommer på grunn av konstruksjons typen. Derfor settes det inn en korreksjonsfaktor ΔU til 0,04 (se vedlegg 6).

$$U = \frac{1}{R_{\text{total}} + \Delta U} = \frac{1}{5,37 + 0,04} = \underline{0,184 \text{ W (m}^2 \text{K)}}$$

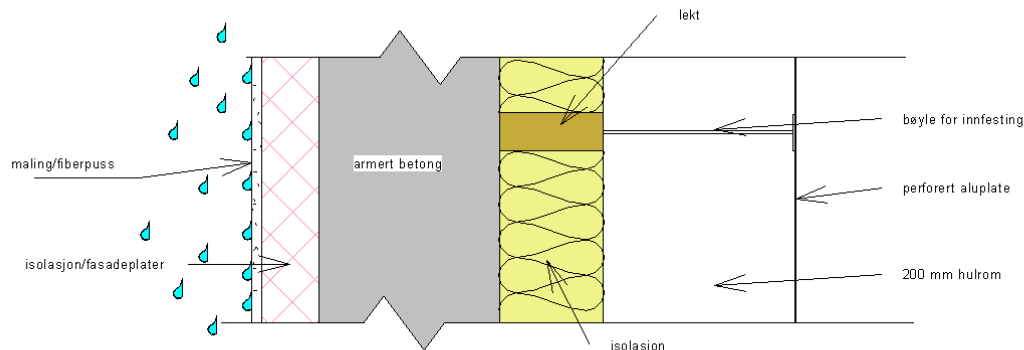
Det er tatt utgangspunkt i at ytterveggene/taket på denne konstruksjonen blir betraktet som en yttervegg. Kravene for U-verdi på yttervegger i henhold til TEK10 er 0,22 [W/(m²)] K eller mindre. Ser ut fra tabellen at løsningen vår vil tilfredsstille kravene for U-verdi med god margin for en yttervegg.

U-verdi yttervegg [W/(m ² K)]	U-verdi tak [W/(m ²) K]	U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/(m ² K)]	U-verdi vindu og dør, inkludert karm/ramme [W/(m ² K)]
≤ 0,22	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 1,6

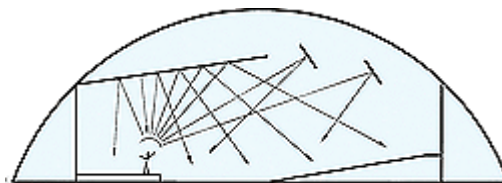
Tabell 38: Krav til U-verdi

6.2 Etterklangstid

I denne beregningen er det regnet ut etterklangstiden for den kuppelformede øvre halv del av kula. Det er også tatt hensyn til at plattformen i øvre halvdel av kula er delvis adskilt fra nedre del.



Figur 88: Oppbygging av bærekonstruksjon med lydisolering på innsiden



Figur 89: Hvordan lyd sprer seg i en kuppel (70)

Sabines formel:

$$T = 0,16 \times \frac{\text{Volum}}{\text{ekvivalent absorpsjonsareal}} \text{ (Sekund)}$$

		Hz									
		125	250	500	1000	2000	4000				
Etterklangstid		T,s	T,s	T,s	T,s	T,s	T,s	T,s	T,s	T,s	T,s
Beregnet etterklangstid T0		0,45 sek	0,3 sek	0,32 sek	0,35 sek	0,43 sek	0,5 sek				
Ønsket Etterklangstid T1	Under 0,6 sekunder										

Tabell 39: Etterklangstid

Formelen gir ikke helt riktige verdier når det er diffuse rom slik som denne kula (Se vedlegg 6)

6.3 Ventilasjon og luftmengde

For beregning av tilført luftmengde er det blitt tatt noen antagelser med antall personer. Arealet i denne formelen er arealet av de 2 plattformene i simulatoren. Siden denne formelen gjelder for vanlige bygninger der konstruksjonen er rektangulær vil ikke denne formelen gi eksakte svar men en tilnærming.

Krav til luftmengder arbeids- og publikumsbygninger:
 $V = (q_p \times n) + (q_b \times A_g) = 26 \times 25 + 3,6 \times 150 = \underline{1190 \text{ m}^3/\text{h}}$

Hvor:

- q_p er personfaktor (m^3/h frisklufttilførsel per person)
- n er antall personer i rommet
- q_b er materialbelastning (m^3/h frisklufttilførsel per m^2)
- A_g er netto gulvareal i det aktuelle rommet (Plan 2 i simulatoren)

Se vedlegg 6 om beregninger for nærmere forklaringer.

6.4 Dimensjonering av tverrsnitt med delvis utnyttet trykksone

Prosjektert etter NS-EN 1992-1-1:2004+NA:2008

Nødvendig armering per meter element:

$$A_s = A_{s,\text{nett}} + (n \times (\pi \times r^2)) = 503 + (10 \times (\pi \times 6^2)) = \underline{1633,97 \text{ mm}^2/\text{m}}$$

Senteravstand mellom vertikal stenger av $\phi 12$:

$$\text{Senteravstand} = \frac{b}{n} = \frac{1000}{10} = \underline{100\text{mm}}$$

Maks senteravstand mellom vertikale stenger av $\phi 12$ fra kontroll:

$$S_{\text{maks}} = 400\text{mm} \rightarrow \underline{\text{ok, har } 100\text{mm} \text{ på armeringsnettet.}}$$

7 DRØFTING AV EGEN LÆRING

På en side har det vært et utrolig spennende og kreativt å jobbe med et prosjekt som omhandler en utradisjonell konstruksjon, men på en annen side har prosjektgruppen støtt på mange utfordringer.

Prosjektgruppen har underveis fått lære gjennom ingeniørfaglig systemteknikk og systemutvikling hvordan man skal planlegge et godt gjennomførbart prosjekt. Vi har gjennom møter med ulike aktører med ulike behov fått lære at prosjektet har mange vinkler, meninger og hensyn til. Samtidig, har det vært utrolig spennende å sette læring og erfaring fra studiet ut i praksis. Selv om vi har valgt en utfordrende oppgave med tanke på tilegningen av datakunnskap i studietiden, utregninger, innhenting av informasjon og erfaring, har vi lært at det er viktig å utfordre seg selv og ta sjansen på å velge noe utenfor komfortsonen. Prosjektgruppen valgte å belyse et tema det finnes lite litteratur på fra før av og dette har medført at vi har tilegnet oss mye ny kunnskap.

På en side har vi fått brukt kunnskap vi har tilegnet oss gjennom disse tre årene på universitetet, mens på den andre siden har vi måttet lære oss mye nytt på grunn av oppgavens kompleksitet. Det har spesielt vært utfordrende med tanke på dimensjoneringen av bærekonstruksjonen, vi har måttet tatt mange viktige beslutninger basert på teori og rasjonalitet. Dette har gitt prosjektgruppen ny kunnskap innenfor fagfeltet. Oppgaven har gitt prosjektgruppen ny innsikt og det å se på tekniske løsninger i en økonomisk, organisatorisk og miljømessig sammenheng. Vi har fått utfordret våre kunnskaper med dataverktøy inn mot en større utradisjonell oppgave.

Under prosjektfasen har arbeidsmetodikken i prosjektet vært utrolig god. Prosjektgruppens medlemmer har alle deltatt med sine kunnskaper og ferdigheter for å oppnå oppgavens mål og hensikt. Det har også vært god dynamikk mellom prosjektgruppen og de ulike aktørene i prosjektfasen. Vi har lært mange nye sider ved prosjektarbeid som arbeidsform med datainnsamling, projektering, veiledning og presentasjon av resultat. Prosjektgruppen har blitt kjent med vanlige arbeidsmåter og rutiner både for planlegging og gjennomføring av byggeprosjekter.

Læringskurven har gjennom prosessen vært bratt med mye ny læring. Dette er noe vi vil ta med oss videre ut i arbeidslivet. Spesielt har vi blitt kjent med metoder for kreativ problemløsning og blitt kjent med fagkilder og fagmiljø gjennom innhente, analysere og bruke opplysninger i prosjektarbeidet.

8 KONKLUSJON

Konklusjonen til vår problemstilling, er at betong er den mest gunstige konstruksjonen fremfor tre og stål.

Prosjektgruppen har vurdert de tre ulike materialene opp mot hverandre og kommet frem til at en konstruksjon av betong er den mest gunstige. Vurderingene baserer seg på ulike kriterier som er blitt rangert i en poengtavle (se punkt 3.1.6). Her har betong fått den høyeste poengsummen. I oppstarten av prosjektet trodde vi stål ville være det grundigste materialet å bygge konstruksjonen i. Da vi undersøkte våre muligheter under informasjonsinnhenting og tok for oss en omfattende vurderingsfase kom vi frem til at armert betong som byggemateriale i konstruksjonen var det vi skulle forske videre på i denne oppgaven. Betong er et gunstig materiale med hensyn på tekniske krav og montering. Betong har også miljøhensiktsmessige fordeler.

Etter vurderingen av byggemateriale tok vi for oss vurdering av bærekonstruksjonen i betong. Vi fant ut at det var flere måter å bygge opp bærekonstruksjonen på, der vurderte vi oss frem til tre ulike forslag. Vi vurderte plasstøpte alternativer og alternativer med prefabrikkerte elementer. Gjennom perioden hadde vi flere møter med veileder og aktører som Skanska og Spenncon. Sammen med Spenncon kom vi frem til at en konstruksjon bygget opp av betongelementer var en kreativ og utradisjonell løsning.

Forbindelser og knutepunkt har vært utslagsgivende i oppgaven. Vi kom frem til at en kombinasjon av sveiseplater og gjengehylser er et spennende forslag. Dette fordi dets egenskaper gjør det enkelt å montere, samtidig som det kan gi slingringsmonn for justeringer i ettertid.

Etter valg av en bærekonstruksjon bygget opp av flere «appelsinskall-liknende» betongelementer, tok vi for oss oppbyggingen av klimaskjermen. For en kuleformet konstruksjon ville det blitt kostbart og omfattende å bruke tottrinns tettings prinsippet, da alle fasadeplatene måtte blitt spesialtilpasset. Det mest utfordrende rundt klimaskjermen var å finne en løsning som var mest gunstig med hensyn på naturpåkjenninger, tett og lufting. Det ble valgt en løsning med isolasjon og direkte overflatebehandling. Med denne løsningen fikk kula en glatt overflate og man kan velge utseende samtidig som den beskytter mot vær og vind. Dette var ønskelig fra prosjekteier.

9 REFERANSER

1. Sørensen SI. Betongkonstruksjoner. In Beregning og dimensjonering etter eurocode 2. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag; 2012. p. 286.
2. Årskog V, Rørvik T. Konstruksjonsikkerhet og belastning. In Konstruksjonsikkerhet og belastning, kompendium i lastberegning. Ålesund: Høgskolen i Ålesund; 2010. p. 63 formel 7.22.
3. Larsen PK. Konstruksjonsteknikk, laster og bæresystemer. In Konstruksjonsteknikk, laster og bæresystemer, utgave. Bergen: Fagbokforlaget; 2014. p. 161-167.
4. Rolstadås, Olsson, Johansen og Langlo. Praktisk Prosjektledelse. In Praktisk Prosjektledelse, fra Idè til gevinst. Bergen: Fagbokforlaget; 2014. p. 420.
5. Lovdata. Lovdata. [Online].; 1981 [cited 2016 Februar. Available from: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-62#KAPITTEL_1.
6. Lovdata. Lovdata. [Online].; 1981 [cited 2016 Februar. Available from: https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6#KAPITTEL_1.
7. Lovdata. Lovdata. [Online].; 1981 [cited 2016 Februar. Available from: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2013-06-21-61>.
8. Lovdata. Lovdata. [Online].; 1981 [cited 2016 Februar. Available from: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2013-06-21-61>.
9. Direktoratet for byggkvalitet. dibk.no. [Online].; 2011 [cited 2016 Februar. Available from: <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/>.
10. Direktoratet for byggkvalitet. Dibk.no. [Online].; 2011 [cited 2016 Februar. Available from: <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-byggesak/?dyp=/dyp/content/byggesak/1/>.
11. Direktoratet for byggkvalitet. dibk.no. [Online].; 2011 [cited 2016 Februar. Available from: <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Forskrift-om-dokumentasjon-av-byggevarer-DOK/>.
12. SINTEF BYGGFORSK. Trehus. In Ramstad KIEoTØ, editor. Trehus, Håndbok 5.: SINTEF akademisk forlag; 2014. p. 83.
13. Standard Norge. Standard.no. [Online].; 2015 [cited 2016 Februar. Available from: <https://www.standard.no/standardisering/>.
14. Moelven Limtre AS. Moelven.com. [Online].; 2016 [cited 2016 Februar. Available from: <http://www.moelven.com/no/Produkter-og-tjenester/Limtre-og-Kerto/Moelven-Limtre-AS/Historikk/>.
15. Jacobsen H. Teknisk Ukeblad. [Online].; 2012 [cited 2016 April. Available from: <http://www.tu.no/artikler/gammel-flyplass-kan-bli-norges-forste-gronne-jernverk/236120>.
16. Larsen PK. Dimensjonering av stålkonstruksjoner, 2 utgave. In. Bergen: Fagbokforlaget; 2015. p. 554.
17. Bridgat. Bridgat. [Online].; 2015 [cited 2016 April. Available from: http://b2b.bridgat.com/no/hot_rolled_billets-o401188.html.
18. Nesse N. Store Norske Leksikon. [Online].; 2009 [cited 2016 02. Available from: <https://snl.no/portlandsement>.
19. Kvalsund PL. BIBSYS Brage. [Online].; 2015 [cited 2016 Februar. Available from: <http://brage.bibsys.no/xmlui/discover?scope=%2F&query=p%C3%A5+lid&submit=S%C3%B8k>.

- 20 Ibanez A. Cehopu.cedex.es. [Online].; 2010 [cited 2016 Februar. Available from: [. http://www.cehopu.cedex.es/hormigon/fichas/img_ficha.php?id_img=49](http://www.cehopu.cedex.es/hormigon/fichas/img_ficha.php?id_img=49).
- 21 Store Norske Leksikon (2005-2007). Store Norske Leksikon. [Online].; 2009 [cited 2016 Februar. Available from: <https://snl.no/komposittmaterialer>.
- 22 Universitetsforlaget. Betongarbeid. In Universitetsforlaget. Betongarbeid.: Universitetsforlaget; 1988.
- 23 Høined Ø. ndla.no. [Online].; 2015 [cited 2016 Februar. Available from: [. http://ndla.no/nb/node/141146](http://ndla.no/nb/node/141146).
- 24 Washington SEAo. SEAW. Org. [Online].; 2008 [cited 2016 April. Available from: [. http://www.seaw.org/assets/docs/WhitePapers/snow%20load%20supplement%20asce%2007-05.pdf](http://www.seaw.org/assets/docs/WhitePapers/snow%20load%20supplement%20asce%2007-05.pdf).
- 25 Årskog V, Rørvik T. Konstruksjonsikkerhet og belastning. In Konstruksjonsikkerhet og belastning, kompendium i lastberegninger, 3 utgave. Ålesund: Høgskolen i Ålesund; 2010. p. 18-21.
- 26 Standard Norge. Norsk Standard NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009. In Eurokode 1: Laster på konstruksjoner. Del 1-4: Allmenne laster, Vindlaster. Lysaker: Standard Norge; 2009. p. 192.
- 27 Larsen Pk. Konstruksjonsteknikk, Laster og Bæresystemer. In Konstruksjonsteknikk, Laster og Bæresystemer, 2 Utgave. Bergen: Fagbokforlaget; 2014. p. 40.
- 28 Norstar. jordskjelv.no. [Online].; 2015 [cited 2016 Februar. Available from: [. http://www.jordskjelv.no/jordskjelv/norge.html](http://www.jordskjelv.no/jordskjelv/norge.html).
- 29 Bryhni I. Store norske leksikon. [Online].; 2016 [cited 2016 Februar. Available from: [. https://snl.no/stratigrafi/geologi](https://snl.no/stratigrafi/geologi).
- 30 Standard Norge. NS-EN 1998-1:2004+NA:2008, Eurokode 8: prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. In 1) NS-EN 1998-1:2004+NA:2008, Eurokode 8: prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger, 2004, Standard Norge. Lysaker: Standard Norge; 2008.
- 31 Kohout P. FINMAG. [Online].; 2012 [cited 2016 Februar. Available from: [. http://finmag.penize.cz/ekonomika/266889-financni-seismograf-jeden-lehman-jako-zakladni-jednotka-stresu](http://finmag.penize.cz/ekonomika/266889-financni-seismograf-jeden-lehman-jako-zakladni-jednotka-stresu).
- 32 Thue JV. Store Norske Leksikon. [Online].; 2014 [cited 2016 Februar. Available from: [. https://snl.no/hus](https://snl.no/hus).
- 33 Stickells L. The conversation. [Online].; 2014 [cited 2016 Februar. Available from: [. http://theconversation.com/sublime-design-the-geodesic-dome-30196](http://theconversation.com/sublime-design-the-geodesic-dome-30196).
- 34 Handbergs K. Arkitektens Forlag. [Online].; 2012 [cited 2016 Februar. Available from: [. http://arkfo.dk/da/blog/expo-67-buckminsters-boble](http://arkfo.dk/da/blog/expo-67-buckminsters-boble).
- 35 LA76 Team. LA76s Blog. [Online].; 2011 [cited 016 Februar. Available from: [. http://blog.la76.com/2010/02/expo67/](http://blog.la76.com/2010/02/expo67/).
- 36 Werner Technologies. wdwinfo.com. [Online].; 2016 [cited 2016 Februar. Available from: [. from: http://www.wdwinfo.com/wdwinfo/guides/epcot/epfw-earth.htm](http://www.wdwinfo.com/wdwinfo/guides/epcot/epfw-earth.htm).
- 37 Disney Park History. Disney park history. [Online].; 2012 [cited 2016 Februar. Available from: [. from: http://www.disneyparkhistory.com/spaceship-earth.html](http://www.disneyparkhistory.com/spaceship-earth.html).
- 38 Turisme Europa. viaeuropatranslados. [Online].; 2016 [cited 2016 Februar. Available from: [. from: https://viaeuropatranslados.wordpress.com/2010/07/23/la-geoide/](https://viaeuropatranslados.wordpress.com/2010/07/23/la-geoide/).

- 39 Projectionniste. Projectionniste.net. [Online].; 2012 [cited 2016 Februar. Available from: [. http://www.projectionniste.net/la-geode-paris-page2.php](http://www.projectionniste.net/la-geode-paris-page2.php).
- 40 Skanska USA. blog.usa.skanska.com. [Online].; 2015 [cited 2016 Februar. Available from: [. http://blog.usa.skanska.com/in-miami-successfully-assembling-an-orange/](http://blog.usa.skanska.com/in-miami-successfully-assembling-an-orange/).
- 41 Holmes N. Bristol247.com. [Online].; 2015 [cited 2015 April. Available from: [. http://www.bristol247.com/channel/news-comment/features/science/at-bristol-15-birthday](http://www.bristol247.com/channel/news-comment/features/science/at-bristol-15-birthday).
- 42 Gate Precast. Gateprecast.com. [Online].; 2015 [cited 2016 April. Available from: [. http://www.gateprecast.com/#/about-gate/press-releases/gate-precast-finishes-complex-miami-planetarium](http://www.gateprecast.com/#/about-gate/press-releases/gate-precast-finishes-complex-miami-planetarium).
- 43 StandardNorge. Standard.no. [Online].; 2014 [cited 2016 Februar. Available from: [. http://www.standard.no/fagomrader/elektro/lavspenningsinstallasjoner/](http://www.standard.no/fagomrader/elektro/lavspenningsinstallasjoner/).
- 44 Espedal KJ. Byggningsfysikk 4. Utgave. In Espedal KJ. Byggningsfysikk.: . Byggnæringens forlag.; 2010. p. 92.
- 45 Direktoratet for Byggkvalitet. Direktoratet for Byggkvalitet. [Online].; 2016 [cited 2016 Februar. Available from: [. http://dibk.no/no/byggeregler/tek/](http://dibk.no/no/byggeregler/tek/).
- 46 SINTEF Byggforsk. SINTEF Byggforsk Kunnskapssystemer. [Online].; 2015 [cited 2016 Februar. Available from: [. https://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?documentId=527§ionId=2](https://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?documentId=527§ionId=2).
- 47 SINTEF Byggforsk. SINTEF Byggforsk. [Online].; 2015 [cited 2016 Februar. Available from: [. https://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?documentId=2753§ionId=2](https://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?documentId=2753§ionId=2).
- 48 Miljødirektoratet. Miljøstatus. [Online].; 2015 [cited 2016 Mars. Available from: [. http://www.miljostatus.no/tema/stoy/lyd-og-stoy/desibelskalaen/](http://www.miljostatus.no/tema/stoy/lyd-og-stoy/desibelskalaen/).
- 49 SINTEF. Byggforsk. [Online].; 2000 [cited 2016 April. Available from: [. http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=2956](http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=2956).
- 50 Rosvold KA. Store Norske Leksikon. [Online].; 2011 [cited 2016 Februar. Available from: [. https://snl.no/svakstr%C3%B8m](https://snl.no/svakstr%C3%B8m).
- 51 Rosvold KA. Store Norske Leksikon. [Online].; 2015 [cited 2016 Februar. Available from: [. https://snl.no/elektrisk_installasjon](https://snl.no/elektrisk_installasjon).
- 52 Moelven. Moelven. [Online].; 2016 [cited 2016 April. Available from: [. https://www.moelven.com/no/Produkter-og-tjenester/Limtre-og-Kerto/Idrettshaller/](https://www.moelven.com/no/Produkter-og-tjenester/Limtre-og-Kerto/Idrettshaller/).
- 53 Bilde. <https://torontoandworld.files.wordpress.com/2013/10/pc061584.jpg>. [Online].
- 54 Betongelementforeningen. Betongelementboken 2006. In Bind 6, Elementer og knutepunkter. Oslo : Betongelementforeningen; 2006. p. 114.
- 55 Sintef. Sintef. [Online].; 2014 [cited 2016 April. Available from: [. http://www.sintef.no/forskningsaktuelt/ta-miljovalg-nar-du-bygger/](http://www.sintef.no/forskningsaktuelt/ta-miljovalg-nar-du-bygger/).
- 56 Enova. Energimerking.no. [Online].; 2014 [cited 2016 April. Available from: [. http://www.energimerking.no/no/Energimerking-Bygg/Om-energimerkesystemet-og-regelverket/](http://www.energimerking.no/no/Energimerking-Bygg/Om-energimerkesystemet-og-regelverket/).
- 57 Lovdata. Lovdata.no. [Online].; 2010 [cited 2016 April. Available from: [Forskrift om energimerking av bygninger og energivurdering av tekniske anlegg \(energimerkeforskriften\)](http://lovdata.no/Forskrift_om_energimerking_av_bygninger_og_energivurdering_av_tekniske_anlegg_(energimerkeforskriften)).
- 58 Autodesk. Autodesk Revit. [Online].; 2016 [cited 2016 Februar. Available from: [. http://www.autodesk.no/products/revit-family/overview](http://www.autodesk.no/products/revit-family/overview).

- 59 Kolstad OS. Revit Architecture - på norsk. In Falch Ø, editor. Revit Architecture - på . norsk. Oslo: Gyldendal ; 2012. p. forord - 14.
- 60 CSIAMERICA. CSIAMERICA. [Online].; 2016 [cited 016 April. Available from: . <https://www.csiamerica.com/products/sap2000>.
- 61 Miljø med tre. Bergeneholm. [Online].; 2013 [cited 2016 April. Available from: . http://www.bergeneholm.no/filestore/Brosjyrer/Den_grnne_2013_6yclh.pdf.
- 62 Norsk Stålforbund. Stalforbund. [Online].; 1995 [cited 2016 April. Available from: . <http://www.stalforbund.no/uploads/source/files/Materialet/Miljobyggingistaal.pdf>.
- 63 Bygg uten grenser. Fabeco.no. [Online].; 2008 [cited 2016 April. Available from: . <http://fabeko.no/assets/20-Milj%C3%B8Brosjyre-BUG-2008.pdf>.
- 64 Spenncon. Spenncon. [Online].; 2016 [cited 2016 April. Available from: . <http://spenncon.no/>.
- 65 Gate Precast. GatePrecast.com. [Online]. [cited 016 April. Available from: . <http://www.gateprecast.com/#/about-gate/press-releases/gate-precast-finishes-complex-miami-planetarium>.
- 66 Olsson N. Praktisk rapportskrivning. In Praktisk rapportskrivning. Bergen : Fagbokforlaget . Vigmostad & Bjørke AS ; 2014. p. 2016.
- 67 Standard Norge. NS-EN 1992-1-1:2004+NA:2008. In NS-EN 1992-1-1:2004+NA:2008.: . Norsk Standard; 2008. p. 223.
- 68 SINTEF. SINTEF. [Online].; 1998 [cited 2016 April. Available from: . <http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=2595>.
- 69 Lovdata. Lovdata.no. [Online].; 1981 [cited 2016 Februar. Available from: . https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/KAPITTEL_1#KAPITTEL_1.
- 70 ghi formwork. ghiformwork.com. [Online].; 2013 [cited 2016 Februar. Available from: . <http://ghiformwork.com/en/projects/press-agency.html>.
- 71 Løvenskiold. lovenskiold.no. [Online].; 2012 [cited 2016 Februar. Available from: . <http://www.lovenskiold.no/Konsern/Historie/Industrialisering/>.
- 72 Hamar Olympiske Anlegg AS. vikingskipet.com. [Online].; 2014 [cited 2016 Februar. Available from: <http://vikingskipet.com/vare-anlegg/vikingskipet/tall-og-fakta/>.
- 73 Standard Norge. Norsk Standard, NS-EN 1991-1-3:2003+NA:2008. In Eurokode 1: . Laster på konstruksjoner, Del 1-3: Allmenne laster, snølaster nasjonalt tillegg (NA). Lysaker: Standard Norge; 2008. p. 66.
- 74 Bakland , Thue S. Susann10. [Online].; 2007 [cited 2016 Februar. Available from: . <https://susann10.wordpress.com/boforhold/boforhold/iglo/>.
- 75 Raaar.ru. Raar.ru. [Online].; uspesifisert [cited 2016 Februar. Available from: . http://www.raaar.ru/zeml/HTML_sp_tur/sp_tur_20.html.
- 76 Greatbuildings. Greatbuildings.com. [Online].; 2003 [cited 2016 Februar. Available from: . http://www.greatbuildings.com/cgi-bin/gbc-drawing.cgi/Pantheon.html/Pantheon_Section_A.html.
- 77 Uspesifisert. 7bluec4-2012. [Online].; 2012 [cited 2016 Februar. Available from: . <https://7bluec4-2012.wikispaces.com/Glossary>.
- 78 Beuth Verlag GmbH. baulexikon.beuth.de. [Online].; 2016 [cited 2016 Februar. Available from: <http://baulexikon.beuth.de/FULLER-DOM.HTM>.
- 79 J.A.. Garendome. [Online].; 1999 [cited 2016 Februar. Available from: . http://www.garendome.com/sd2c_ja1.JPG.

- 80 Norsk Stålforbund og betongelementeforeningen. Betongelement. [Online].; 2008 [cited . 2016 Februar. Available from:
[http://www.betongelement.no/media/9467/BEF.Veileder.Hulldekker_L3\(5\).pdf](http://www.betongelement.no/media/9467/BEF.Veileder.Hulldekker_L3(5).pdf).
- 81 Autodesk. Autodesk 3ds-Max. [Online].; 2016 [cited 2016 Februar. Available from:
<http://www.autodesk.no/products/3ds-max/overview>.
- 82 [Online].
- 83 NMK. nmcc. [Online].; 2016 [cited 2016 April. Available from:
<http://www.nmcc.com/om-nmk/norsk-maritimt-kompetansesenter/>.
- 84 Autodesk. Autodesk. [Online].; 2016 [cited 2016 April. Available from:
<http://www.autodesk.com/products/robot-structural-analysis/features/all/list-view>.
- 85 Wærp S. Sinef. [Online].; 2014 [cited 2016 April. Available from:
<http://www.sintef.no/forskningsaktuelt/ta-miljovalg-nar-du-bygger/>.
- 86 Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). Energimerking. [Online].; 2014 [cited . 2016 April. Available from: <http://www.energimerking.no/no/Energimerking-Bbygg/Om-energimerkesystemet-og-regelverket/>.
- 87 Lovdata. Lovdata. [Online].; 2010 [cited 2016 April. Available from:
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-12-18-1665>.
- 88 Moelven. Moelven. [Online].; 2016 [cited 2016 April. Available from:
<https://www.moelven.com/no/Produkter-og-tjenester/Limtre-og-Kerto/Limtre/>.
- 89 Bygg uten grenser. Fabeko. [Online].; 2008 [cited 2016 Mars. Available from:
<http://fabeko.no/assets/20-Milj%C3%B8brosjyre-BUG-2008.pdf>.

VEDLEGG

Vedlegg 1	Forprosjekt
Vedlegg 2	Sakslister
Vedlegg 3	Møtereferat
Vedlegg 4	Epost
Vedlegg 5	Jordskjelv
Vedlegg 6	Beregninger
Vedlegg 7	Tegninger
Vedlegg 8	Reguleringsvedtak
Vedlegg 9	Logg
Vedlegg 10	Minnepenn

VEDLEGG 1

FORPORSJEKT

Bacheloroppgave 2016

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:

SKANSKA NORGE AS

NTNU i Ålesund:

Avdeling AIR, Fagseksjon Bygg,

Veileder Vemund Årskog

Student:

Maren M. Solberg, Martin Holmeset og Steinar Grovesson

Forpliktelser NTNU i Ålesund:

- Fagseksjonen skal stille med ansvarlig veileder.
- Fagseksjon Bygg ved veileder skal godkjenne oppgaven etter beskrivelse gitt i studiehandboken.
- 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.
- Dekke alle nødvendige utgifter (ikke lønn) som reise, evt. kontorhold, kopiering, spesielle programvare etc.
- 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: 22.01.2016

Vernund Arskog
NTNU i Ålesund

Vidar Phansen
Oppdragsgiver (bedrift)

Mauken maria Solberg
Student(er)

Martin Håmeset

Stefan Grotsson

FORPROSJEKT - RAPPORT

FOR BACHELOROPPGAVE

TITTEL:

Kulesimulator

KANDIDATNUMMER(E):

Martin Holmeset, Stefan Gestsson og Maiken Maria Solberg

DATO:	EMNEKODE:	EMNE:	DOKUMENT TILGANG:
29.01.16	IE303612	Bacheloroppgave	- Åpen
STUDIUM:	ANT SIDER/VEDLEGG:	BIBL. NR:	
BYGG-INGENIØR	11/2	- Ikke i bruk -	

OPPDRAGSGIVER(E)/VEILEDER(E):

Oppdragsgiver: Skanska Ålesund ved Birger Blindheim og Vidar Johansen

Veileder: Vemund Årskog ved NTNU i Ålesund

OPPGAVE/SAMMENDRAG:

I samarbeid med Skanska og NMK Eiendom 2 AS har vi fått muligheten til skrive vår bacheloroppgave om en kuleformet simulator ved den nye hovedinngangen Norsk Maritimt Kompetansesenter (Heretter: NMK). Kule vil få en diameter på ca. 14m. Hensikten med denne studien er å undersøke mulig løsning for bærekonstruksjonen med hensyn på materiale, økonomi og miljø. Det står sentralt i oppgaven å forske på hvordan klimaskallet skal bygges opp, samt hvordan vi best mulig kan tilfredsstille de tekniske kravene som stilles til denne utradisjonelle konstruksjonen.

Vår oppdragsgiver Skanska er en godt etablert bedrift som har kontorer i mange ulike land. Våre kontaktpersoner og veiledere har sine kontorer ved Bingsa industriområde i Olsvika, Ålesund. De har sagt seg villige til å veilede og hjelpe oss i denne spennende prosessen. Vi får også god hjelp fra Vemund Årskog som er vår veileder fra NTNU i Ålesund og andre flinke forelesere som vi har god kommunikasjon med gjennom studiet.

Denne rapporten er et forprosjekt til hovedoppgaven. Rapporten beskriver våre arbeidsmetoder, mål og prosesser fra begynnelse til ønsket ferdigstillelse. Denne rapporten skal være et hjelpemiddel til å skape en mer strukturert og oversiktlig prosess samt gi gruppen retningslinjer for et godt samhold.

Denne oppgaven er en eksamensbesvarelse utført av studenter ved NTNU i Ålesund.

Postadresse
NTNU 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

INNHold

INNHold	2
1 INNLEDNING	3
2 BEGREPER OG TABELLOVERSIKT	3
3 PROSJEKTORGANISASJON	4
3.1 PROSJEKTGRUPPE	4
3.1.1 <i>Opgaver for prosjektgruppen - organisering</i>	4
3.2 STYRINGSGRUPPE (VEILEDER OG KONTAKTPERSON OPPDRAGSGIVER)	4
4 AVTALER	5
4.1 AVTALE MED OPPDRAGSGIVER	5
4.2 ARBEIDSSTED OG RESSURSER	5
4.3 GRUPPENORMER – SAMARBEIDSREGLER – HOLDNINGER	5
5 PROSJEKTBESKRIVELSE	6
5.1 PROBLEMSTILLING - MÅLSETTING - HENSIKT	6
5.2 PROBLEMSTILLING ELLER PROSJEKTRESULTAT – SPESIFIKASJON.....	7
5.3 PLANLAGT FRAMGANGSMÅTE FOR UTVIKLINGSARBEIDET – METODER.....	7
5.4 INFORMASJONSINNSAMLING – UTFØRT OG PLANLAGT	7
5.5 VURDERING – ANALYSE AV RISIKO	7
5.6 HOVEDAKTIVITETER I VIDERE ARBEID	8
5.7 FRAMDRIFTSPLAN – STYRING AV PROSJEKTET	8
5.7.1 <i>Hovedplan</i>	8
5.7.2 <i>Styringshjelpemidler</i>	9
5.7.3 <i>Utviklingshjelpemidler</i>	9
5.7.4 <i>Intern kontroll – evaluering</i>	9
5.8 BESLUTNINGER – BESLUTNINGSPROSESS	9
6 DOKUMENTASJON	9
6.1 RAPPORTER OG TEKNISKE DOKUMENTER.....	9
7 PLANLAGTE MØTER OG RAPPORTER	10
7.1 MØTER	10
7.1.1 <i>Møter med styringsgruppen</i>	10
7.1.2 <i>Prosjektmøter</i>	10
7.2 PERIODISKE RAPPORTER	10
7.2.1 <i>Framdriftsrapporter</i>	10
8 PLANLAGT AVVIKSBEHANDLING	11
9 UTSTYRSBEHOV/FORUTSETNINGER FOR GJENNOMFØRING	11
10 REFERANSER	11
VEDLEGG	11

1 INNLEDNING

I samarbeid med Skanska og NMK Eiendom 2 AS har vi fått muligheten til skrive vår bacheloroppgave om en kuleformet simulator ved den nye hovedinngangen til Norsk Maritimt Kompetansesenter (Heretter: NMK). Kula vil få en diameter på ca. 14m. Hensikten med denne studien er å undersøke mulig løsning for bærekonstruksjonen med hensyn på materiale, økonomi og miljø. Det står sentralt i oppgaven å forske på hvordan klimaskallet skal bygges opp, samt hvordan vi best mulig kan tilfredsstille de tekniske kravene som stilles til denne utradisjonelle konstruksjonen.

Vår oppdragsgiver Skanska er en godt etablert bedrift som har kontorer i mange ulike land. Våre kontaktpersoner og veiledere har sine kontorer ved Bingsa industriområde i Olsvika, Ålesund. De har sagt seg villige til å veilede og hjelpe oss i denne spennende prosessen. Vi får også god hjelp fra Vemund Årskog som er vår veileder fra NTNU i Ålesund og andre flinke forelesere som vi har god kommunikasjon med gjennom studiet.

Denne rapporten er et forprosjekt til hovedoppgaven. Rapporten beskriver våre arbeidsmetoder, mål og prosesser fra begynnelse til ønsket ferdigstilling. Denne rapporten skal være et hjelpemiddel til å skape en mer strukturert og oversiktlig prosess samt gi gruppen retningslinjer for et godt samhold.

2 BEGREPER OG TABELLOVERSIKT

Begrep	Betydning
Prosjekt	Organisert tiltak med avgrenset omfang og konkrete mål.
Oppdragsgiver	Den organisasjonen som prosjektet utføres for.
Forprosjekt	Et prosjekt hvor man avklarer hvilke gjennomføringsmetoder og utviklinger av planer før man setter i gang med hovedprosjekt.
Mål	Hva man ønsker å oppnå.
Prosjektgruppe	En gruppe personer som sammen utfører en gitt oppgave.
Framdriftsrapport	Handlingsplan over hvilke arbeidsoppgaver som er gjort over en gitt periode.
AUTODESK Revit	Tegneprogram.
AUTODESK Robot	Dimensjoneringsprogram.
Hovedprosjekt	Realisering av prosjektets hovedaktivitet. Oppgaven skal svare på problemstilling/ forskningsspørsmål/delspørsmål.
Milepæl	En milepæl er et referansepunkt som markeres som en viktig hendelse i et prosjekt. Milepæler blir ofte markert.
Microsoft Project	Som det står på deres hjemmesider ^[1] så er Microsoft Project et brukerverktøy hvor en organisasjon enkelt kan planlegge og styre prosjektet i en tidlig fase. Prosjektstyringsprogramvaren gjør det mulig for prosjektets arbeidsgruppemedlemmer å håndtere aktiviteter, samarbeide og ta opp problemer og risikoer.
NMK	Norsk Maritimt Kompetansesenter
NMK 2	Norsk Maritimt Kompetansesenter Byggetrinn 2.

Frittstående bærekonstruksjon	Konstruksjonen står for seg selv og er lite eller ikke avhengig av andre konstruksjoner.
Selvbærende bærekonstruksjon	Konstruksjon som bærer seg selv og påførte laster uten støttende element.
Geodetisk sfære	Glatt kule. Kuppelstruktur som baserer seg på en rekke buede sammenhengende trekanter.
Klimaskall	Det som beskytter konstruksjonen for ytre påkjenninger.
Leverandør	Person eller bedrift som leverer en vare eller tjeneste.
NMK Eiendom 2 AS	Fra deres hjemmesider: Er selskapet som står for utbyggingen av nybygget ved Norsk Maritimt Kompetansesenter. Dette selskapet er eid 100 prosent av NMK Eiendom. [2]
NMK Eiendom AS	Fra deres hjemmesider: NMK EIENDOM AS er selskapet som eier ferdigstilt eiendom ved NMK [2]
TEK 10	Byggeteknisk forskrift med veiledning 2010.

Tabell 1: Oversikt og forklaringer over begreper som er blitt brukt i denne forprosjektoppgaven.

Tabell nr.	Innhold
1	Oversikt og forklaringer over begreper som er blitt brukt i denne forprosjektoppgaven.
2	Tabelloversikt.
3	Studentnummer for alle i gruppen som leverer oppgaven for bedømmelse i faget.
4	Kontaktopplysninger for personer tilknyttet prosjektet.
5	Oversikt over kommende veiledningsmøter med Vemund Årskog.
6	Innleveringsdatoer for framdriftsrapport.

Tabell 2: Tabelloversikt.

3 PROSJEKTORGANISASJON

3.1 Prosjektgruppe

Studentnummer(e)	Studentnummer	TLF	E-Mail
Maiken Maria Solberg	130743	993 21 675	Maiken.Maria.Solberg@stud.hials.no
Martin Holmeset	130172	922 52 398	Martin.Holmeset@stud.hials.no
Stefan Birger Hansen Gestsson	130176	907 66 538	Stefan.Birger.Hansen.Gestsson@stud.hials.no

Tabell 3: Studentnummer for alle i gruppen som leverer oppgaven for bedømmelse i faget.

3.1.1 Oppgaver for prosjektgruppen - organisering

- Organisere slik at gruppen tar for seg ulike deler av prosjektet, men holder alle gruppemedlemmer oppdaterte underveis. Det er viktig at gruppen har oversikt over alt som skjer ang. prosjektet.
- Være bevisste på prosjektets rammer og påse at man opprettholder tidsbruken med tanke på framdriftsplanen.
- Gruppen må avtale og kalle inn til møter med veileder og samarbeidspartnere. Det er viktig at alle i gruppen stiller på disse møtene.
- Skrive rapporter fra veiledningsmøter, samt møter med Skanska. Holde orden i dokumenter, e-post dialoger og oppbevarer struktur gjennom prosjektet.
- Oppfølging av framdriftsplanen.
- Opprettholde god kommunikasjon mellom gruppens medlemmer og oppdragsgiver samt veileder.

3.2 Styringsgruppe (veileder og kontaktperson oppdragsgiver)

Navn	Oppgave i prosjektet	TLF	E-Mail
Vemund Årskog Birger Blindheim Vidar Johansen	Veileder Kontaktperson Skanska Norge AS Kontaktperson Skanska Norge AS	930 33 753 415 77 427 982 10 296	vaa@hials.no birger.blindheim@skanska.no vidar.johansen@skanska.no

Tabell 4: Kontaktopplysninger for personer tilknyttet prosjektet.

4 AVTALER

En avtale er en enighet mellom en eller flere parter.

4.1 Avtale med oppdragsgiver

Se vedlegg 1.

4.2 Arbeidssted og ressurser

Tilgang til arbeidsplass:

Arbeidet vil foregå på skolens arealer, på et grupperom i LAB-bygget. Gruppen har rigget seg til slik at vi har all informasjon, tavle og strømtilgang på samme sted i hele perioden som skaper en kontinuerlig og oversiktlig arbeidsprosess. Vi har spurt Skanska om plass på deres lokaler ved byggeplassen, men slik det ser ut til på dette tidspunktet vil det være for liten plass til oss der.

Tilgang til personer:

Vemund Årskog er vår veileder og har sagt seg villig til å hjelpe oss om det er noe vi lurer på. Vi håper også å kunne støtte oss på andre lærere innfor dette fagfeltet som Kristian Normann, Liv Møller-Christensen og Lacramioara (Lala) Nilsen. Kontaktpersonene på Skanska har også sagt seg villige til å svare på spørsmål om det trengs. Vi har vært i kontakt med representanter fra NMK Eiendom 2 AS slik at prosjektutførelsen stemmer overens med byggherrens visjoner.

Datasikkerhet/informasjon unndratt offentlighet

Vi får i denne perioden ikke tilgang til konfidensiell informasjon. Om de så skulle bli tilfelle må vi følge de retningslinjer som gjelder for disse dokumentene.

Avtalt rapportering:

Avtalt rapportering annen hver uke til veileder. (Kombineres med veiledermøte)

4.3 Gruppenormer – samarbeidsregler – holdninger

Gruppenormer er uskrevne regler og generelle retningslinjer for en utvalgt gruppe. Dette gir gruppen en representativ holdning til prosjektet og prosjektgruppen samt en respektabel oppførsel i prosjektets fase.

Gruppenormene forsterkes ved å:

- Være til hjelp for gruppens fremgang.
- Hjelp gruppen til å unngå kjedelig dødtid.
- Frembringe tilfredshet, økt produktivitet og tilhørighet hos alle i gruppen.
- Underbygge dyktighet, entusiasme, teambuilding, pågangsmot, forståelse og strategi under prosjektets fase.
- Skape trivsel i gruppen.

Dette kan gjennomføres ved å sammen fokusere på å:

- Respektere hverandres meninger og vise forståelse
- Være til hjelp for hverandre og underbygge hverandre til å gjøre en god jobb.
- Respektere hverandre.
- Møte til avtalt tid hver dag og på alle møter.

- Si ifra om man blir borte fra gruppearbeidet.

5 PROSJEKTBEKRIVELSE

Opgaven går ut på å prosjektere og dimensjonere en frittstående og selvberende kuleformet konstruksjon. Konstruksjonen er planlagt til å ligge utenfor den nye hovedinngangen til NMK i Ålesund. Det er et samarbeid med byggherren (NMK Eiendom 2 AS) og entreprenøren (Skanska) hvordan konstruksjonen vil bli utformet og dimensjonert. Byggherrens visjon til konstruksjonen er at den skal inneholde verdens mest avanserte simulator for maritime operasjoner.

Konstruksjonen vil få enutvendig diameter på ca. 14 meter og ha en mest mulig rund og slett overflate både inni og utenpå. Fra utsiden skal mest mulig av konstruksjonen være synlig over bakken slik at det blir seende ut som en frittstående kule ute på friområdet.

5.1 Problemstilling - målsetting - hensikt

Hensikt med oppgaven:

Hensikten med oppgaven er å finne best mulig løsning på hvordan en kuleformet konstruksjon kan dimensjoneres og prosjekteres. Det blir tatt hensyn til begrensninger i materialstyrke, miljøavtrykket til materialet, hva som er fordelaktig økonomisk og byggetekniske forskrifter med veileder 2010 (heretter: TEK 10).

Problemstillinger:

Problemstillingene i oppgaven omhandler utfordringer rundt dimensjoneringen av konstruksjonen samt ulemper og fordeler rundt forskjellige materialer og tekniske løsninger. Hovedproblemstillingen er:

Hensikten med denne oppgaven er å dimensjonere og prosjektere en kuleformet konstruksjon i samarbeid med Skanska og NMK.

Det vil legges vekt på disse delspørsmålene:

- Hva er en gunstig bærekonstruksjon med hensyn til materialvalg, økonomi og miljø?
- Hvordan kan klimaskallet bygges opp i forhold til naturpåkjenninger som fukt, snø og vind på en kuleformet konstruksjon?
- Hvordan tilfredsstill de tekniske kravene i samsvar med TEK10?

Effekt mål:

- Bidra til at NMK blir en mingleplass for nisjer av maritim kompetanse.
- Skape et positivt overraskende moment som bygger opp forventninger til NMK.

Resultat mål:

- Dimensjonere en stabil kuleformet konstruksjon.
- Velge rette løsninger med hensyn på material, økonomi og miljø.
- At arbeidet i oppgaven blir brukt av oppdragsgiver.
- Lære å bruke avanserte dataverktøy til tegninger og beregninger.
- Å øke kompetansen og forståelsen for en utradisjonell konstruksjon samt kunnskap om ulike materialer.

Suksess mål:

- Holde avtaler med oppdragsgiver, veileder og hverandre.
- Opprettholde tidsfrister.
- Jobbe jevnt og effektivt.
- Fornuftig arbeidsfordeling mellom gruppelemmer.
- God kommunikasjon og samarbeid.

5.2 Problemstilling eller prosjektresultat – spesifikasjon

Det vil bli stilt strengere krav til en slik konstruksjon. Det er en utradisjonell konstruksjon som vil kreve mye tid og god kompetanse både innenfor prosjektering/dimensjonering og praktisk utførelse. Krav som blir stilt for det ferdige resultatet er:

- God funksjonalitet og brukervennlighet.
- Selvbærende konstruksjon.
- Byggetekniske forskrifter blir tilfredsstilt.
- Bruke økonomiske løsninger som ikke går på kompromiss av kvalitet og estetikk.

5.3 Planlagt framgangsmåte for utviklingsarbeidet – metoder

For å få en jevn arbeidsflyt i prosjektet har vi delt prosjektet inn i delmål som vi hver uke vil oppnå eller strekke oss etter. Det er satt av faste tider hver dag som vi arbeider på, selv om det av og til blir justert litt underveis. Delegering av forskjellige arbeidsoppgaver til hvert gruppemedlem. Dette for at det ikke skal bli gjort unødvendig dobbeltarbeid som kan skape forvirring i gruppa og rundt oppgaven. Utgangspunktet for fremdriften blir i grove trekk styrt av en overordnet fremdriftsplan som hver uke blir delt i forskjellige delmål og milepæler. Viktige oppgaver underveis vil være å:

- Delegere oppgaver
- Konkretisere oppgaver
- Faste rutiner
- Milepæler og delmål
- God kommunikasjon
- Ukentlig fremdriftsplan

5.4 Informasjonsinnsamling – utført og planlagt

Innhenting av informasjon blir i startfasen en veldig viktig og stor del av arbeidet i forprosjektet. Gruppen har startet med å få en oversikt over utfordringer som vi kan støte på. Underveis i oppgaven vil vi få mer info fra veileder og oppdragsgiver. Mye informasjon blir innhentet fra pålitelige kilder på internettet og biblioteket, som vi senere kan bruke som referanser og inspirasjon.

Kontakt med eksterne leverandører og aktører som har løst lignende problemstillinger før kan gi oss relevant informasjon eller kunnskap om hvordan problemstillingene våre kan løses.

Informasjonsinnhenting fra kilder som er og vil bli brukt:

- Byggherre
- Arbeidsgiver/oppdragsgiver
- Veileder
- Eksterne leverandører
- Pensumbøker
- Internett
- Teori og litteratur

5.5 Vurdering – analyse av risiko

Prosjektet har faste rammer der tid og kunnskapsnivå er i stor grad avgjørende for bestemmelsen og omfanget til oppgaven. Problemstillingene i prosjektet stiller store krav til gruppemedlemmenes evne til å samarbeide og tilegne seg informasjon som er relevant.

Underveis i prosjektet vil det være muligheter for justeringer, hvis gruppen ser det som hensiktsmessig for prosjektet.

Risikoer og trusler for prosjekts suksess:

- Manglende erfaring og kunnskap
- Dårlig kommunikasjon (feiltolkninger og misforståelser)

- Fokuserer for mye på en utfordring.

5.6 Hovedaktiviteter i videre arbeid

Beskrivelse av planlagte hovedaktiviteter og viktigste delaktiviteter for gjennomføring av prosjektet.

Nr	Hovedaktivitet	Ansvar	Kostnad	Tid/omfang
A	Forprosjekt	Alle		4 uker
A1	Møte oppdragsgiver			
A2	Møte veileder			
A3	Definere oppgave			
A4	Ferdigstillelse av forprosjekt			
B	Hovedrapport	Alle		12 uker
B1	Innsamling av prosjektdata			
B2	Love og regler			
B3	Revit og Robot			
B4	Bygningsfysikk			
B5	Materialer og metode			
B6	Beregninger av bærekonstruksjonen			
B7	Resultater			
B8	Drøfting			
B9	Konklusjon			
C	Ferdigstillelse av rapport	Alle		2 uker
C1	Sette sammen til et fullverdig arbeid			
C2	Skrive sammendrag			
C3	Møte med veileder og se igjennom- arbeidet sammen			
C4	Endringer			
D	Avslutning	Alle		1,5 uke
D1	Leverer rapport			
D2	Presentere oppgaven			

5.7 Framdriftsplan – styring av prosjektet

En framdriftsplan er et hjelpemiddel for å holde oversikten i et prosjekt slik at man omtrent vet når prosjektet/deloppgavene skal være ferdig.

5.7.1 Hovedplan

Hovedtrekk i gjennomføringen

Se punkt 5.6

Beskrivelse av planlagte hovedaktiviteter

Se vedlegg 2 – Gantt-diagram

Milepæler

M	Definering av oppgave
M1	Innlevering av forprosjekt
M2	Valg av bæresystem
M3	Valg av klimaskall
M4	Fundament
M5	Tekniske krav
M6	Tegninger
M7	Innlevering av hovedprosjekt
M8	Presentasjon

Beslutningsprosess - viktige beslutningspunkter

Se vedlegg 2 – Gantt-diagram.

Gruppen blir enige om beslutninger.

5.7.2 Styringshjelpemidler

- Microsoft Project
- Lagringsenheter (Google disk, minnepenn etc.)
- Tegninger fra Skanska (tilgang til deres plattform)
- Word 2013
- Excel 2013

5.7.3 Utviklingshjelpemidler

- PC
- AUTODESK Revit
- AUTODESK Robot
- Litteratur (bibliotek)
- SINTEF Byggforsk
- Norsk standard

5.7.4 Intern kontroll – evaluering

Vi sjekker vårt arbeid med hensyn på kvalitet, fremgang og presisjon. Det er veldig viktig at vi faktisk svarer på problemstillingene som er stilt og ikke mister fokus på disse i besvarelsene og beslutningene. Problemstillingene som er stilt i oppgavene skal ha en rød tråd gjennom oppgaven og besvares på til slutt i konklusjonen.

Hver uke skriver vi opp forskjellige små delmål som vi vil oppnå. Delmålene blir delegert mellom grupped medlemmene og haket av når det er gjort og kvalitetskontrollert. Dette vil gi oss en god indikasjon på hvordan vi ligger an tidsmessig og sikre at viktige oppgaver ikke blir glemte eller ikke gjennomført.

5.8 *Beslutninger – beslutningsprosess*

Forprosjekt:

Alle overordnede beslutninger i oppgaven blir tatt i fellesskap. Det blir diskutert og vurdert med hensyn på krav som er stilt i oppgaven og krav som vi setter til oss selv. Hvis alle er enig i beslutningen blir dette en ramme som alle forholder seg til videre. I deloppgaver har hvert enkelt medlem frihet til å ta egne beslutninger, men innenfor de rammene som vi ble enig om i problemstillingene.

Hovedprosjektet:

Arbeidet og beslutningsprosessene vil utarte seg i samme stil som tidligere. Gruppen har hatt god erfaring med overordnede beslutninger i fellesskap og frihet til egne vurderinger i mindre deloppgaver. Underveis i tildelte deloppgaver vil vi diskutere og kvalitetskontrollere hverandres arbeid. Dette vil gi en samstemt beslutningsprosess og et språk som er helhetlig og oversiktlig.

6 DOKUMENTASJON

Dokumentasjon ses på som understøttelse av en oppfatning eller et bevis.

6.1 *Rapporter og tekniske dokumenter*

Dokumentasjon

Sakslistene

Møtereferat

Logg

Framdriftsrapport

Rutiner

Planleggingsmøte mandags morgen.

Veiledermøte hver 14 dag.

Loggføring

Kilder

Reservekopi av det arbeidet som vi har jobbet med

Godkjennelse

Avtaler, framdriftsrapport og møtereferat skal godkjennes.

Distribusjon

Hovedprosjekt og forprosjekt vil bli levert på minnepenn, Fronter og papirform.

Oppbevaring

Oppgaven vil bli lagret på PC men sikkerhetskopierte inn på en eksternharddisk og Google disk.

7 PLANLAGTE MØTER OG RAPPORTER

7.1 Møter

Veiledningsmøter, prosjekteringsmøter, møte med ulike aktører i prosjektet (Kaj Westre, Arkitekt, Ocean Simulation Center osv.) og internmøter i gruppen er ulike møter som oppstår underveis i prosjektet.

7.1.1 Møter med styringsgruppen

Møte	Uke	Dato
	4	28.01.16
	5	04.02.16
	7	18.02.16
	9	03.03.16
	11	17.03.16
	13	31.03.16
	15	14.04.16
	17	28.04.16
	19	13.05.16

Tabell 5: Oversikt over kommende veiledningsmøter med Vemund Årskog.

Før hvert møte skal det sendes inn møteinnkalling med saklister tre dager i forvegen. Dersom det ikke skulle være behov for et møte skal beskjeden sendes inn til samme frist.

Møter med oppdragsgiver vil bli etter avtale. Vi er invitert på prosjekteringsmøter som vil være hver onsdag. Vi vil dra på de møtene som er mest relevant for vårt prosjekt.

7.1.2 Prosjektmøter

Gruppen vil samles mandags morgen for å planlegge den kommende uken.

7.2 Periodiske rapporter

7.2.1 Framdriftsrapporter

Framdriftsrapporter leveres annen hver uke med start 1. januar.

Innleveringsdatoer for framdriftsrapport	Uke	Dato
	2	15.01.16
	4	29.01.16
	6	12.02.16
	8	26.02.16
	10	11.03.16
	12	25.03.16
	14	08.04.16
	16	22.04.16
	18	06.05.16
	(20)	(20.05.16)

Tabell 6: Innleveringsdatoer for framdriftsrapport.

8 PLANLAGT AVVIKSBEHANDLING

Om det skulle oppstå avvik på kvaliteten bør vi se nærmere på det aktuelle avviket. Er det mindre avvik i fremgangen vil vi utbedre umiddelbart eller sette opp det aktuelle avviket som delmål for arbeidsuka. Hvis avviket i fremgangen er uakseptabelt stort, må vi diskutere sammen i gruppen om hvorfor dette har skjedd. Grunnen til avvik kan være manglende planlegging, kunnskap eller at det er fokusert for mye på et problem i prosjektet. Avviket kan også være en kombinasjon av alle disse faktorene.

Omdefinere eller justere litt på våre problemstillinger kan være en løsning for å rette opp avvik. Når større avvik forekommer i prosjektet vil hele gruppen være ansvarlig for å rette opp avvik og hindre at nye avvik oppstår underveis.

9 UTSTYRSBEHOV/FORUTSETNINGER FOR GJENNOMFØRING

Se punkt 5.7.2 og 5.7.3

10 REFERANSER

- [1] <https://products.office.com/nb-no/project/project-and-portfolio-management-software>
- [2] <http://www.nmcc.com/om-nmk/styret-ledelse-og-eierskap/>
- [4] Nils Olsson. Praktisk rapportskrivning. 2 opplag 2015. Fagbokforlaget.
- [5] Visjonssamtale med Kaj Westre

VEDLEGG

- Vedlegg 1 Avtale med oppdragsgiver og NTNU Ålesund
- Vedlegg 2 Gantt diagram

VEDLEGG 2
SAKSLISTER

NTNU Ålesund

Dato: 28.01.16

Deltakere: Vemund Årskog, Martin Holmeset, Stefan Gestsson og Maiken Maria Solberg

Innkalling og saksliste til veiledermøte

Det innkalles til veiledermøte som omhandler Kulesimulatoren som skal stå utenfor NMK2.

28. Januar

Sted: Kontor til veileder Vemund Årskog. Rom B212.

kl: 10.00

SAK 1

Skrive under kontrakt.

SAK 2

Gjennomgang av forprosjektet.

SAK 3

Planlegge videre fremover.

MVH



Martin Holmeset
Student
NTNU ÅLESUND



Stefan Gestsson
Student
NTNU ÅLESUND

Maiken Maria Solberg
Student
NTNU ÅLESUND

NTNU Ålesund

Dato: 04.02.16

Deltakere: Maiken, Stefan, Martin og Vemund

Innkalling og sakliste til veiledermøte

Det innkalles til veiledermøte som omhandler Kulesimulatoren som skal stå utenfor NMK2.

28. Januar

Sted: Kontor til veileder Vemund Årskog. Rom B212.

kl: 10.00

SAK 1

Noen spørsmål om tidsplanlegging

NTNU Ålesund

Dato: 18. Februar 2016

Deltakere: Martin Holmeset, Stefan Gestsson, Vemund Årskog og Maiken Maria Solberg

Innkalling og sakliste til veiledermøte

Det innkalles til veiledermøte som omhandler Kulesimulatoren som skal stå utenfor NMK2.

18. Februar

Sted: Kontor til veileder Vemund Årskog. Rom B212.

KL: 10.00

SAK 1

Gjennomgang av fremgang til nå.

SAK 2

Praktiske spørsmål om hvor mye teoridelen skal dekke.

SAK 3

Beregning av snø og vindlast.

NTNU Ålesund

Dato: 03. Mars 2016

Deltakere: Martin, Stefan, Maiken og Vemund

Innkalling og sakliste til veiledermøte

Det innkalles til veiledermøte som omhandler Kulesimulatoren som skal stå utenfor NMK2.

03. Mars

Sted: Kontor til veileder Vemund Årskog. Rom B212.

kl: 10.00

SAK 1

Spørsmål ang. vindlast.

SAK 2

Spørsmål angående vurderingen som skal gjøres i oppgaven.

SAK 3

Generelt

NTNU Ålesund

Dato: 13.04.16

Deltakere: Maiken Maria Solberg, Martin Holmeset, Stefan Gestsson og Vemund Årskog

Innkalling og sakliste til veiledermøte

Det innkalles til veiledermøte som omhandler Kulesimulatoren som skal stå utenfor NMK2.

28. Januar

Sted: Kontor til veileder Vemund Årskog. Rom B212.

kl: 10.00

SAK 1

Tverrsnitts-kapasitet

SAK 2

Bytte fra Robot til SAP2000

SAK 3

Generelt

NTNU Ålesund

Dato: 27.04.16

Deltakere: Martin, Maiken, Stefan og Vemund

Innkalling og sakliste til veiledermøte

Det innkalles til veiledermøte som omhandler Kulesimulatoren som skal stå utenfor NMK2.

27. April

Sted: Kontor til veileder Vemund Årskog. Rom B212.

kl: 10.00

SAK 1

Se igjennom utregning for skjærkrefter, fornuftig?

SAK 2

Møte med Spenncon på fredag 29.04.16

SAK 3

Generelt spørsmål som oppstår i løpet av uka

VEDLEGG 3
MØTEREFERAT

Kulesimulator		MØTETYPE: MØTE NR.: DATO: STED: MØTELEDER: MØTEREFERENT:	Veiledermøte 3 04.02.16 NTNU ålesund Vemund Maiken	
MØTEREFERAT				
Til stede:	Vemund Årskog, Martin Holmeset og Maiken Maria Solberg			
SAK	BEHANDLET			ANSVARLIG/ FERDIG TIL
1	Diskutering av ulike bærekonstruksjoner			ALLE
2	Litt orientering om hvor vi kan hente informasjon <ul style="list-style-type: none"> - ISO standarder → Snow dome - Vindstandaren - Dokumeter fra USA og Canda → dome - Science Direct 			ALLE
3	Undersøke grundigere hvordan transporten av ulike elementer vil forekomme (betong, står og tre)			ALLE

Kulesimulator		MØTETYPE: MØTE NR.: DATO: STED: MØTELEDER: MØTEREFERENT:	Veiledermøte 4 04.02.16 NTNU ålesund Vemund Maiken	
MØTEREFERAT				
Til stede:	Vemund Årskog, Martin Holmeset og Maiken Maria Solberg			
SAK	BEHANDLET			ANSVARLIG/ FERDIG TIL
1	Gjennomgang av oppgaven og hva vi har produsert frem til nå.			ALLE
2	Ta for oss tre ulike bærekonstruksjoner, tre, betong og stål. Vurdere disse mhp miljø, konstanter og materiale.			ALLE
3	Gjennomgang av snø og vindlast, hvilke standarder vi skal innhente informasjon om snø og vindlast fra. Se på standarder fra USA og Canada.			ALLE

Kulesimulator		MØTETYPE: MØTE NR.: DATO: STED: MØTELEDER: MØTEREFERENT:	Veiledermøte 5 03.03.16 NTNU Ålesund Vemund Maiken	
MØTEREFERAT				
Til stede:	Vemund Årskog, Martin Holmeset, Stefan Gestsson og Maiken Maria Solberg			
SAK	BEHANDLET			ANSVARLIG/ FERDIG TIL
1	Vindlast ble nøyere gjennomgått. Vi kom frem til å velge konservativ verdi.			ALLE
2	Vi bestemte oss for å enkelt beskrive de tre ulike bærekonstruksjonene i enkle steg i metodedelen, og vurdere hvilket alternativ som kommer best ut både mhp. Tid, kostnad, material og miljø i drøftingsdelen.			ALLE

Kulesimulator		MØTETYPE: MØTE NR.: DATO: STED: MØTELEDER: MØTEREFERENT:	Veiledermøte 4 13.04.16 NTNU ålesund Vemund Maiken	
MØTEREFERAT				
Til stede:	Vemund Årskog, Martin Holmeset, Stefan Gestsson og Maiken Maria Solberg			
SAK	BEHANDLET			ANSVARLIG/ FERDIG TIL
1	Endringer i forhold til sakliste			ALLE
2	Forklaringer rundt tverrsnittskapasitet. Bruker moment og skjærkraft fra dataprogram(SAP2000).			ALLE
3	Hvordan strukturen i oppgaven skal være. Altså, det går fint å bruke «vi» - formen, men prøve å unngå det så langt det ikke blir unaturlig.			ALLE

Kulesimulator		MØTETYPE: MØTE NR.: DATO: STED: MØTELEDER: MØTEREFERENT:	Rådgivende 1 29.04.16 Spenncon Hjørundavåg Maiken	
MØTEREFERAT				
Til stede:	Hans Røyset, Martin Holmeset, Stefan Gestsson og Maiken Maria Solberg			
SAK	BEHANDLET	ANSVARLIG/ FERDIG TIL		
1	<p><i>Spørsmål ang. anbefalt utførelsesmodell (utgangspunkt i tre ulike forslag, se vedlegg) mhp. Kostnad og arbeidsomfang.</i></p> <p>Vi vurderte alle tre forslagene nøye, men kom fram til at forslag 2 og forslag 3 var de mest relevante for oppgaven. Forslag 2 var et godt forslag fordi elementene her hadde mindre egenvekt enn elementene på forslag 1. Forslag 2 var også svært positivt for et samarbeid med Spenncon fordi her var det flere elementer. Forslag 3 har færre elementer og stedstøpt nedre del av kula, men et godt forslag men lengre byggetid enn forslag 2. Vi kom frem til at prefabrikkerte elementer har kortest byggetid og det er svært positivt for prosjektet.</p> <p>Kapasitet pr. bil som skal frakte elementene er 28 tonn.</p>	ALLE		
2	<p><i>Spørsmål ang. innfesting til ringmuren, overgang stedstøpt/ indre element og element til element.</i></p> <p>Vi kom frem til to ulike måter å løse dette på. Enten en ringmur eller å feste kula ned i en plate som igjen er festet ned i fjellet. Vi fikk undersøkt mer om hvordan man kunne feste et elementet i ringmuren. Her fikk vi mye ny informasjon om å bruke Gjengestang (M24) og Gjengehylse(M24) som limes i hverandre. Viktig å bruke fuge mellom betongelementene. Denne metoden vil også brukes mellom overgang mellom element til element sammen med sveiseplater.</p>	ALLE		
3	<p><i>Spørsmål ang. størrelse på elementer (tykkelser, bredde, osv.)</i></p> <p>Her kom vi frem til at 200mm er nok. 4 festepunkt.</p>			
4	<p><i>Bruk av SB produksjon AS, Åndalsnes til innfesting av element.</i></p> <p>Spenncon har gode kontakter med SB produksjon AS. En eventuell forespørsel om så mange sveiseplater vil nok kun være positivt for SB produksjon AS da de har roboter som produserer mange like sveiseplater.</p>	ALLE		

	Da dette prosjektet vil kreve om lag 500 sveiseplater vil dette være raskt levert på denne måten.	ALLE
5	<p><i>Betongkvalitet? Hvilken betongkvalitet anbefales for en slik konstruksjon.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - D_{max}? - C_{nom}? <p>B45 er trolig for mye for konstruksjonen, det vil holde med B35 selvkompreserende.</p>	ALLE
6	<p><i>Kostnader?</i></p> <p>Ikke så enkelt å kostnads-estimere et slikt prosjekt. Det som koster for dette prosjektet er formene som brukes. Ellers vil det koste for et snekkerteam på to mann i en uke og en form holder for ti elementer.</p>	
7	<i>Dimensjonering</i>	ALLE

VEDLEGG 4

EPOST

Spørsmål i forbindelse med bacheloroppgave ved NTNU i Ålesund

Lierhagen, Tor-Olav [Tor-Olav.Lierhagen@moelven.no]

Handlinger

Til:

[Holmeset Martin](#)

11. januar 2016 15:17

Hei !

Her kommer svar på dine spørsmål fra oss. Se i rødt under.

Med vennlig hilsen
Tor-Olav Lierhagen
Markedsdirektør

Moelven Limtre AS

Telefon: +4741525515

moelven.com
gode-rom.no

Fra: Limtre, Post

Sendt: 11. januar 2016 08:10

Til: Lierhagen, Tor-Olav

Emne: VS: Spørsmål i forbindelse med bacheloroppgave ved NTNU i Ålesund

Fra: Martin Holmeset [mailto:Martin.Holmeset@stud.hials.no]

Sendt: 8. januar 2016 18:11

Til: Limtre, Post

Emne: Spørsmål i forbindelse med bacheloroppgave ved NTNU i Ålesund

Hei

Mitt navn er Martin Holmeset og er student ved NTNU i Ålesund. Jeg og to medstudenter har akkurat startet med vår bacheloroppgave der hovedoppgaven vår er å prosjektere en kule med en diameter på maks 14m.

Til dette arbeidet vil vi vurdere forskjellige bærekonstruksjoner og materialertype opp mot hverandre for å komme frem til den beste løsningen. I forbindelse med en mulig utførelse i limtre er det da naturlig å kontakte Moelven som landets ledende produsent av konstruksjoner og produkter av limtre. Denne kula med $d=14\text{m}$ vil få en omkrets på nesten 44m . Om en da ser for seg et vertikalt bæresystem lignende en appelsin med sitt appelsinbåtsystem, vil hver bjelke få en maks buet lengde på omtrent 22m . Vi har da sett bort ifra sammenfestningssystem i topp og bunn. Det er påtenkt horisontal avstivning både innvendig og utvendig. Vi ser på dette stadiet bort ifra snølast og tenker hovedsaklig først og fremst på egenvekt.

Vi hadde satt stor pris på tilbakebakemelding på noen spørsmål vi har nå i startfasen ang. limtre. Det er ikke meningen at dere i Moelven skal bruke lang tid på å besvare våre spørsmål, vi er bare ute etter en mening om dette er noe som kan være gjennomførbart.

Våre spørsmål er som følgende.

1. Er dette en gunstig konstruksjon for limtre?

Dette er absolutt en konstruksjon hvor limtre er riktig materiale. Det finnes ikke noe bygningsmateriale som er gunstigere enn limtre når det skal lages krumme konstruksjonselementer. Limtre lar seg enkelt forme og derfor blir kostnadsøkningen for krumt i forhold til rett mindre enn for andre materialer.

2. Hvilke dimensjoner kan det være snakk om her?

Dette må selvfølgelig dimensjoneres ut fra opptreden laster, men med bare egenvekt vil nok dimensjonene bli veldig små. (Bjelkehøyde $300 - 400\text{ mm}$?)

3. Er dette noe som er mulig å produsere?

Det er mulig å produsere, men må deles opp.

4. Er det mulig å transportere såpass store halvbuer til Ålesund eller må de eventuelt produseres i mindre elementer som da blir sammensatt på byggeplass.

På grunn av transportbegrensinger ser det ut som at hver sirkelbue må deles i fire deler (90 grader av sirkelen på hver del)

Mvh
Martin Holmeset
Byggingeniørstudent
NTNU i Ålesund

VS: Spørsmål i forbindelse med bacheloroppgave ved NTNU i Ålesund

Lierhagen, Tor-Olav [Tor-Olav.Lierhagen@moelven.no]

Handlinger

Til:

[Holmeset Martin](#)

25. januar 2016 11:16

Hei !

Se info under.

Med vennlig hilsen
Tor-Olav Lierhagen
Markedsdirektør

Moelven Limtre AS

Telefon: +4741525515

moelven.com
gode-rom.no

Fra: Holmestad, Åge

Sendt: 25. januar 2016 10:58

Til: Lierhagen, Tor-Olav

Emne: SV: VS: Spørsmål i forbindelse med bacheloroppgave ved NTNU i Ålesund

Hei,

Jeg tror nok alt 1 er mest økonomisk.

Med vennlig hilsen
Åge Holmestad

Mobiltelefon +47 958 64 620
Moelven Limtre AS
Postboks 143, 2391 MOELV

Fra: Lierhagen, Tor-Olav
Sendt: 15. januar 2016 15:58
Til: Holmestad, Åge
Emne: VS: VS: Spørsmål i forbindelse med bacheloroppgave ved NTNU i Ålesund

Hei !

Her kommer flere spørsmål fra studenten.

Tor-Olav

Fra: Martin Holmeset [mailto:Martin.Holmeset@stud.hials.no]
Sendt: 14. januar 2016 13:31
Til: Lierhagen, Tor-Olav
Emne: Re: VS: Spørsmål i forbindelse med bacheloroppgave ved NTNU i Ålesund

Hei og takk for rask tilbakemelding.

Jeg har nå sett litt på forskjellige typer bæresystemer i tre. Har vel i grunn funnet frem til tre alternativer som jeg vil undersøke nærmere.

Jeg har lagt merke til to danske arkitektene Kristoffer Tejlgaard og Benny Jepsen som har vært involvert i Dome of Visions i København og rockedomen i Roskilde. Når det gjelder rockedomen så har jeg forstått det sånn at her var også Moelven involvert?

Alternativene som kanskje er mest relevant er

Alternativ 1

Et bæresystem bestående av vertikale bjelker med horisontal avstivning (se vedlegg "veros consult sphere")

Alternativ 2

Et bæresystem med inspirasjon fra rockedomen i Roskilde. (se vedlegg "dome roskilde")

Alternativ 3

Et bæresystem med inspirasjon fra Dome of Visions i København. (se vedlegg "dome of visions")

Hva tror dere kan være den beste løsningen for vårt prosjekt med tanke på beregning av krefter og økonomi. Kula som med en maksimal utvendig diameter på 14m får en utvendig kledning for beskyttelse mot vær og vind. Bruksområdet er en simulator for maritime operasjoner. Noe som innebærer at vi ikke kan ha noen søyler eller andre støttende element inne i selve kula (se AutoCAD skisse). Variable laster som snø og vindlast er under utregning og skal ikke tas hensyn til på nåværende stadie.

Mvh

Martin Holmeset

Bygging.student

NTNU i Ålesund

"Lierhagen, Tor-Olav" <Tor-Olav.Lierhagen@moelven.no> skrev:

>

>

>Hei !

>

>Her kommer svar på dine spørsmål fra oss. Se i rødt under.

>

>

>moelven.com

>
> (moelven.com)gode-rom.no (<http://www.gode-rom.no>)
>
>
>
>
>
>
>
>
>
>
>
>Fra: Limtre, Post
>
>
>Sendt: 11. januar 2016 08:10
>
>Til: Lierhagen, Tor-Olav
>
>Emne: VS: Spørsmål i forbindelse med bacheloroppgave ved NTNU i Ålesund
>
>
>
>
>
>Fra: Martin Holmeset [<mailto:Martin.Holmeset@stud.hials.no>]
>
>
>Sendt: 8. januar 2016 18:11
>
>Til: Limtre, Post
>
>Emne: Spørsmål i forbindelse med bacheloroppgave ved NTNU i Ålesund
>
>
>
>Hei
>
>Mitt navn er Martin Holmeset og er student ved NTNU i Ålesund. Jeg og to
>medstudenter har akkurat startet med vår bacheloroppgave der hovedoppgaven
>vår er å prosjektere en kule med en diameter på maks 14m.
>
>Til dette arbeidet vil vi vurdere forskjellige bærekonstruksjoner og
>materialertypen opp mot hverandre for å komme frem til den beste løsningen.
>I forbindelse med en mulig utførelse i limtre er det da naturlig å kontakte
>Moelven som landets ledende produsent
>av konstruksjoner og produkter av limtre. Denne kula med $d=14m$ vil få en
>omkrets på nesten 44m. Om en da ser for seg et vertikalt bæresystem
>lignende en appelsin med sitt appelsinbåtsystem, vil hver bjelke få en maks
>buet lengde på omtrent 22m. Vi har da sett bort
>ifra sammenfestningssystem i topp og bunn. Det er påtenkt horisontal

>avstivning både innvendig og utvendig. Vi ser på dette stadiet bort ifra
>snølast og tenker hovedsaklig først og fremst på egenvekt.
>
>Vi hadde satt stor pris på tilbakebakemelding på noen spørsmål vi har nå i
>startfasen ang. limtre. Det er ikke meningen at dere i Moelven skal bruke
>lang tid på å besvare våre spørsmål, vi er bare ute etter en mening om
>dette er noe som kan være gjennomførbart.
>
>Våre spørsmål er som følgende.
>
>1. Er dette en gunstig konstruksjon for limtre?
>
>Dette er absolutt en konstruksjon hvor limtre er riktig materiale. Det
>finnes ikke noe bygningsmateriale som er gunstigere enn limtre når det skal
>lages krumme konstruksjonselementer. Limtre lar seg enkelt forme og derfor
>blir kostnadsøkningen
> for krumt i forhold til rett mindre enn for andre materialer.
>
>2. Hvilke dimensjoner kan det være snakk om her?
>
>Dette må selvfølgelig dimensjoneres ut fra opptreden laster, men med bare
>egenvekt vil nok dimensjonene bli veldig små. (Bjelkehøyde 300 – 400
>mm ?)
>
>
>
>3. Er dette noe som er mulig å produsere?
>
>Det er mulig å produsere, men må deles opp.
>
>4. Er det mulig å transportere såpass store halvbuer til Ålesund eller må
>de eventuelt produseres i mindre elementer som da blir sammensatt på
>byggeplass.
>
> På grunn av transportbegrensinger ser det ut som at hver sirkelbue må
>deles i fire deler (90 grader av sirkelen på hver del)
>
>
>
>Mvh
>
>Martin Holmeset
>
>Byggingeniørstudent
>
>NTNU i Ålesund

Holmeset Martin

Sendte elementer

6. april 2016 10:00

Hei

Det var Tor-Olav Lierhagen som videresendte spørsmåla vi hadde til Åge Holmestad. Prøvde å sende mail til begge, men den mailen kom ikkje fram.

Mvh
Martin Holmeset

Sveen, Kato [Kato.Sveen@moelven.no]

4. april 2016 19:22

Hei

Hvem hadde du kontakt med hos oss sist?

Med vennlig hilsen
Moelven Limtre AS

Kato Sveen
Prosjektsjef
Tel.: +47 90 85 94 68

Moelven Limtre AS, Box 143, 2391 Moelv, Telefon: , Fax: +4762334001
E-post: post.limtre@moelven.no, www.limtre.no, Reg.nr/F-skatt: NO 913 711 300 MVA

Fra: Limtre, Post

Sendt: 1. april 2016 07:46

Til: Sveen, Kato

Emne: VS: Spørsmål i forbindelse med bacheloroppgave ved NTNU i Ålesund

Holmeset Martin

Handlinger

Til:

post.limtre@moelven.no

Sendte elementer

31. mars 2016 18:52

Hei

Mitt navn er Martin Holmeset og jeg er student ved NTNU i Ålesund. Jeg var tidligere i år i kontakt med dere i Moelven ang. vår bacheloroppgave, der hovedoppgaven vår er å prosjektere en kule med en diameter på maks 14m.

Vi har nå kommet en del lengre i arbeidet og har nå kommet frem til vurderingen av de ulike materialvalgene som vi kan utføre bærekonstruksjonen i. Til dette arbeidet hadde vi satt stor pris på en rask kostnadsvurdering av en utførelse i limtre, da kostnadsregning ikke har hatt noe fokus under vår utdanning.

Bæresystemet for limtre er fortsatt det samme som ved tidligere kontakt. Bygget opp av vertikale buede bjelker som er montert sammen i toppunktet og festet nede i betongfundament. Utreignet snølast er 6kN/m² som gir tot snølast på $A < 60^* = 710$ kN. Vindkasthastighetstrykket er utregnet til 271,8 N/m², som gir 41,9 kN totalt på kulas areal (uten påvirkning av lastfaktorene).

Hadde det vært mulig å fått et raskt og totalt uforpliktende overslag på dimensjon og pris på dette?

Mvh

Martin Holmeset

NTNU i Ålesund

[kontakt] Student ved NTNU i Ålesund, spørsmål ang bacheloroppgave

Kirsten Sagmyr Rønning [kirsten.ronning@ntnu.no]

Handlinger

Til:

Holmeset Martin

25. januar 2016 12:39

Hei Martin.

Vi foreslår at du kontakter institutt for konstruksjonsteknikk <https://www.ntnu.no/kt> eller teknisk hovedbibliotek som kanskje kan være behjelpelige med å finne litteratur <http://www.ntnu.no/ub/bibliotek/teknologi>

Mvh

NTNU Kommunikasjonsavdelingen

From: Martin Holmeset [mailto:martin.holmeset@stud.ntnu.no]

Sent: Monday, January 25, 2016 11:46 AM

To: KOMM Liste Henvendelser til Komm.avd. <kontakt@komm.ntnu.no>

Subject: [kontakt] Student ved NTNU i Ålesund, spørsmål ang bacheloroppgave

Hei

Mitt navn er Martin Holmeset og jeg er student ved NTNU i Ålesund. Jeg og to medstudenter har akkurat startet med vår bacheloroppgave der hovedoppgaven vår er å prosjektere en kule med en utvendig diameter på 14m som skal stå på et fundament.

Dette er et tema og konstruksjonstype som vi ikke har fått noen erfaring med fra skolearbeidet. Vi er derfor på utkikk etter litteratur som omhandler utregning og prosjektering av forskjellige typer bæresystem som vi kan bruke til denne kula. Om dere har noen erfaring med slik litteratur vil vi svært gjerne få tips om dette da det ville være til stor hjelp i det kommende arbeidet.

Vi hadde satt stor pris på tilbakemelding.

Mvh

Martin Holmeset

[ikt-admin] Student ved NTNU i Ålesund, spørsmål ang bacheloroppgave

Arild Holm Clausen [arild.clausen@ntnu.no]

Handlinger

Til:

martin.holmeset@stud.ntnu.no

Kopi:

[Toril Aune Rørvik \[toril.a.rorvik@ntnu.no\]](mailto:toril.a.rorvik@ntnu.no)

25. januar 2016 15:16

Hei

På stående fot har jeg ikke kjennskap til noe litteratur som går direkte på problemstillingen deres.

Det jeg ser for meg, er at dere må designe en ramme som holder kula. Det mest nærliggende materialet i rammen er kanskje stål? Design av stålkonstruksjoner i hht. NS-EN 1993 har dere vel hatt i løpet av studiet?

Hilsen

Arild H Clausen

From: Toril Aune Rørvik

Sent: 25. januar 2016 15:08

To: Arild Holm Clausen

Subject: FW: [ikt-admin] Student ved NTNU i Ålesund, spørsmål ang bacheloroppgave

Hei Arild,

Har du greie på dette?

Toril

From: Martin Holmeset [<mailto:martin.holmeset@stud.ntnu.no>]

Sent: 25. januar 2016 14:35

To: IVT Liste ikt-admin

Subject: [ikt-admin] Student ved NTNU i Ålesund, spørsmål ang bacheloroppgave

Hei

Mitt navn er Martin Holmeset og jeg er student ved NTNU i Ålesund. Jeg og to medstudenter har akkurat startet med vår bacheloroppgave der hovedoppgaven vår er å prosjektere en kule med en utvendig diameter på 14m som skal stå på et fundament.

Dette er et tema og konstruksjonstype som vi ikke har fått noen erfaring med fra skolearbeidet. Vi er derfor på utkikk etter litteratur som omhandler utregning og prosjektering av forskjellige typer bæresystem som vi kan bruke til denne kula. Om dere har noen erfaring med slik litteratur vil vi svært gjerne få tips om dette da det ville være til stor hjelp i det kommende arbeidet.

Vi hadde satt stor pris på tilbakemelding.

Mvh
Martin Holmeset

Fra: Marcel Trenado

Til: Maiken Maria Solberg

Tittel: SV: SV: SV: 593-NMK2 bygnings modell med kula simulator

Dato: 18-04-2016 07:59

Hei!

Beklager for å svar så sent. Her du har Revit modell av NMK1.

https://www.dropbox.com/s/kmu9yewuga6umh4/NMK1_ARK.rvt?dl=0

Med vennlig hilsen

Marcel Trenado

Teknisk Arkitekt

Sandbakk & Pettersen Arkitekter AS

Tlf.: 45 00 74 15 – 45 90 97 44

Webside: <http://www.byark.no/>

Fra: Maiken Maria Solberg [mailto:Maiken.Maria.Solberg@stud.hials.no]

Sendt: 6. april 2016 15:36

Til: Marcel Trenado

Emne: Re: SV: SV: 593-NMK2 bygnings modell med kula simulator

Hei igjen!

Lurte på om jeg kunne fått Revit filen for NMK1 også?

MVH Maiken

Marcel Trenado <trenado@sp-arkitekter.no> skrev:

Her du har. Det er stor.

Med vennlig hilsen

Marcel Trenado

Teknisk Arkitekt

Her du har. Det er stor.

<https://www.dropbox.com/s/29qqz7bca4uheaq/593-Central%20File%20med%20RIB%20modell%20-%2008012016.rvt?dl=0>

Med vennlig hilsen

Marcel Trenado

Teknisk Arkitekt

Sandbakk & Pettersen Arkitekter AS

Tlf.: 45 00 74 15 – 45 90 97 44

Webside: <http://www.byark.no/>

Fra: Maiken Maria Solberg [mailto:Maiken.Maria.Solberg@stud.hials.no]

Sendt: 11. februar 2016 09:25

Til: Marcel Trenado

Emne: Re: SV: 593-NMK2 bygnings modell med kula simulator

Revit :)

Marcel Trenado <trenado@sp-arkitekter.no> skrev:

Hei!

Hvis du trenger å spørre mest sannsynlig du har ikke programmet

Hvilken program eller fil format bruker du?

Med vennlig hilsen

Marcel Trenado

Teknisk Arkitekt

Sandbakk & Pettersen Arkitekter AS

Tlf.: 45 00 74 15 – 45 90 97 44

Webside:

<http://www.byark.no/> (<http://www.byark.no/>)

Fra: Maiken Maria Solberg [mailto:Maiken.Maria.Solberg@stud.hials.no]

Sendt: 11. februar 2016 08:58

Til: Marcel Trenado

Emne: Re: 593-NMK2 bygnings modell med kula simulator

Hei!

Takk for filen. Har bare litt problemer med å åpne den.

Hvilket program trengs for å åpne den?

MVH Maiken

Marcel Trenado <trenado@sp-arkitekter.no (mailto:trenado@sp-arkitekter.no)>

skrev:

Med vennlig hilsen

Marcel Trenado

Teknisk Arkitekt

Sandbakk & Pettersen Arkitekter AS

Tlf.: 45 00 74 15 – 45 90 97 44

Webside:

<http://www.byark.no/> (<http://www.byark.no/>) (<http://www.byark.no/>

(<http://www.byark.no/>))

Norwegian engineeringstudent. Questions planetarium FMOS

Holmeset Martin

Til:

aperez@gateprecast.com

20. april 2016 15:00

Hi.

My name is Martin Holmeset, and I am a engineeringstudent at NTNU (Norwegian University of Science and Technology) Aalesund, Norway. I am currently working on my bachelor thesis with two fellow students. The thesis is on assignment from Skanska Norway. We are set to construct a sphere with a diameter of 15m (45feet), and in our research we came across the planetarium at The Patricia and Phillip Frost Museum of Science (FMOS).

After some time on Google I found out that Gate Precast Company was the manufacturer of the elements in the planetarium sphere. Reading on your homepage informed me that you did the assembly as well.

In that context I would like to ask a couple of questions about the engineering and productions of the elements.

- Did you do the engineering? What type of program did you use to design/sizing the force/elements?
- Did you do any calculations of the welding that holds the element together? How?
- How thick where the elements?
- Is it possible to know what the cost of the precast elements and the assembly of the precast elements was?
- What do you think it will cost for the same type of elements and the assembly for our sphere with d=45feet?

Do not need an exact cost, just an approximately estimation. This so we can compare the cost of a concrete construction to a geodesic construction of steel or wood. Then are no similiar spheres ever built in Norway, so we would be extremely thankful if Gate could help us by answering these questions.

Sincerely yours
Martin Holmeset
Engineeringstudent

Alex Perez [aperez@gateprecast.com]

19. april 2016 22:15

Thank you Jose. Great hearing from you as always.

Martin, please feel free to contact me to further discuss.

Thank you.

Alexander Perez, CGC, LEED AP, Associate AIA
810 Sawdust Trail

Kissimmee, FL 34744
P: 305.510.7414
F: 407.847.3430

www.gateprecast.com

MONROEVILLE, AL | JACKSONVILLE, FL | **KISSIMMEE, FL**
WINCHESTER, KY | OXFORD, NC | NASHVILLE, TN
HILLSBORO, TX | PEARLAND, TX |

Cortes, Jose [Jose.Cortes@skanska.com]

19. april 2016 22:06

Sorry for my late response. I was really tied up with some proposals. By way of this e-mail I am copying Alex Perez from Gate pre-cast to see if he can help you in any way.

Regards,

Jose Cortes, LEED® AP
Vice President

Skanska USA Building Inc.
Business Development
www.skanska.com
1815 Griffin Road Suite 204
Dania Beach, FL 33004
Phone +1 954 378 2049
Mobile +1 954 240 7996
Fax +1 866 212 9243

Check out Skanska's Sustainability Efforts at <http://skanska.com/en/Sustainability/>

Find out more about Skanska at <http://www.skanska.com/About-us/We-are-Skanska/>

Think twice before you "print." This message, including any attachments hereto, may contain privileged or confidential information and is sent solely for the attention and use of the intended addressee(s). If you are not an intended addressee, you may neither use this message nor copy or deliver it to anyone. In such case, you should immediately destroy this message and kindly notify the sender by reply email. Thank you.

Holmeset Martin

Sendte elementer

7. april 2016 13:02

Hi and thanks for the quick response.
I have tried to contact Gate Precast who made the elements. But there is some kind of mixup at their homepage.

Could you please help me to obtain the emailaddress to someone at the Gate plant in Kissimmee, Florida?

Sincerely yours
Martin Holmeset

Cortes, Jose [Jose.Cortes@skanska.com]

Handlinger

Til:

[Holmeset Martin](#)

Kopi:

[Heran, Nicole \[Nicole.Heran@skanska.com\]](#)

5. april 2016 20:52

Du svarte 07.04.2016 13:02.

Martin,

I have copied Nicole Heran who is our contact person at the museum to see if she can help with you question.

Good luck with your research and please let me know if there is anything else I can do to help you.

Jose Cortes, LEED® AP
Vice President

Skanska USA Building Inc.

Business Development

www.skanska.com

1815 Griffin Road Suite 204

Dania Beach, FL 33004

Phone +1 954 378 2049

Mobile +1 954 240 7996

Fax +1 866 212 9243

Check out Skanska's Sustainability Efforts at <http://skanska.com/en/Sustainability/>

Find out more about Skanska at <http://www.skanska.com/About-us/We-are-Skanska/>

Think twice before you "print." This message, including any attachments hereto, may contain privileged or confidential information and is sent solely for the attention and use of the intended addressee(s). If you are not an intended addressee, you may neither use this message nor copy or deliver it to anyone. In such case, you should immediately destroy this message and kindly notify the sender by reply email. Thank you.

From: noreply@skanska.com [mailto:noreply@skanska.com]

Sent: Monday, April 04, 2016 5:38 AM

To: Cortes, Jose

Subject: Email for contact : Contact Jose Cortes

Contact Jose Cortes

Name: Martin Holmeset

E-mail: Martin.Holmeset@stud.hials.no

Company: NTNU Norwegian University of Science and Technology

Country: Norway

Telephone:

Message:

Hello Mr. Cortes

I'm a engineeringstudent at NTNU i Aalesund, Norway. I'm currently working on my bachelor thesis with two fellow students on assignment from Skanska Norway. We are set to construct a sphere with a diameter of 15m (45feet), and in our research we came across the planetarium at The Patricia and Phillip Frost Museum of Science (FMOS). Is it possible to get the contact info of the Project Manager of The Patricia and Phillip Frost Museum of Science project? We would like to ask the person a couple of questions. I have tried to contact Pamela Monastra - Senior Director SE Communications but she don't reply.

Sincerely yours
Martin Holmeset

[Display profile](#)

Fra Hans.

Hei igjen.

Skal prøve å svare på spørsmåla dine.

Det er absolutt mulig å produsere ja, og det er noke som vi kan få til her på Hjørungavåg.

Du kan regne ut omkrinsen av kula på midten(breia) og så kan vi seie at maks bredde på eitt appelsinskal ikkje må overstige 2 meter + - 500mm. Dette fordi skallet må støypast på eit formbord med begrensninger på bredde. Når vi løfter elementet vekk, så bør kvart skall ikkje være tyngre enn 15 tonn. Krankapasitet i hallen vår er i underkant av 20 tonn.

Element må støypast med utsida ned mot forskaling.

Tipper at ein kjem ikkje utenom konvensjonell slakkarmering her, men en kombinasjon mellom fiber og vanlig armering kunne muligens ha fungert.

Vi bruker ikkje fiberarmering i betongen vår her, men har hatt noken NTH elevlar i Trondheim som har kika på dette uten å nådd Nirvana av den grunn.

Transporten er grei. Kvart skall legges på bil, semi, med utsiden ned og kjøres til byggeplass. Det er klart at det påløper en del kostnader her.

Først snakker vi om formbygging, form til eitt skall (alle må være formlike) bunn tallerken og topp tallerken. Dvs at 3 relativt kostbare former må byggast opp i tre.

Lat vi seie to mann treng ein dag på å bygge ei slik form, så kan dokke sikkert finne ut en pris sjølve.

Så må elementa beregnes, finnast dimensjoner, armeres og beregne pris på armering og mengde betong som går med.

Så kjem transport av elementer og montasje på byggeplass.

Vedr. kostnadsestimering, så må dokke finne ut litt vekter på skalla, bunnplate topp plate, kvar skal dette monteres.

Har dokke dette litt meir detaljert, så kan vi enkelt gi dokke en budsjett pris på dette som dokke kan jobbe vidare med.

Håper dette kan være til hjelp.

Hans RØYSET

Konstruksjonssjef

SPENNCON

Hans.Royset@spenncon.no

Tel.: +4799271761

Fra: Maiken Maria Solberg [mailto:Maiken.Maria.Solberg@stud.hials.no]

Sendt: 18. februar 2016 12:20

Til: Royset Hans

Emne: Re: SV: Spørsmål vedrørende Bacheloroppgave om betongelementer

Hei igjen!

Vi har sett på forslagene deres, veldig mye bra.

Trekant metoden (Buckminster Fuller) har vist seg å fungere best med stål, så det er et alternativ vi vil vurdere der.

Vi er veldig enig i det du skrev under her at det må bli et slags lokk nederst og lukkede "Appelsinskall" rundt et lokk øverst.

Legger ved et mer forklarende bilde. Dette er et prosjekt Skanska har hatt i USA, Miami, som er veldig likt det vi ser for oss, bare noe større.

Vi ser for oss en diameter på 14m. Så hvert "Appelsinskall" element vil være på 7m.

Kunne dette vært noe dere kunne ha produsert?

Hvor mange appelsinskall tror du en måtte trenge?

Kunne det tenkes at det gikk an å bruke fiberarmering, så man kunne redusert tykkelsen og vekten?

Hvordan ville transporten foregått, med tanke på fremkomst?

Går det an å kostnadsestimere et slikt prosjekt? Dette er et av vurderingskriteriene vi har stilt oss, og har noe å si for hvilket materiale vil ende opp med å gå for.

Kunne vært aktuelt med et besøk hos dere, vi må bare se an tiden.

Maiken Maria Solberg

Student NTNU Ålesund

Royset Hans <Hans.Royset@spenncon.no> skrev:

Hei.

Spennande oppgave det der.

Om eg skal tenke betong element først, så tenker eg å dele kula inn i T-bjelker som ein til slutt kobler sammen på byggeplass.

For element, så er det viktig at alle T-bjelker då blir like. Viktig for oss, at vi slepp med å bygge ei form til å støpe dette.

Bjelken blir då frå bann til topp, på en slik måte at alle er like. Bjelken i T-en må ta egenlasten då.

Så kan ein spørre seg om ein ikkje må lage en slags tallerken i bann og eit lokk på topp som ein låser heile saken sammen med.

Koblings metoden kan kanskje være å sveise dette sammen fra innsiden, legge lokket på til slutt. Alternativt lage en slags fortanning i bjelke sider og verikalstøypeette til slutt før en legg på lokket.

Mange muligheter. Men bruker man element, vil ein nok frå utsida sjå fugene mellom elementa. Kanskje betyr det lite, og får en ekstra fin effekt?

Bjelkane kan malast f.eks, og danne flotte farger.

På bygge plassen blir det då å montere tallerkenen i bønn først, sette alle kulebjelkane (7?) opp med midlertidig drengestøtte, sveise dei sammen fra innsida, demontere midlertidige støtter og legge på topplokket.

1.

Stedstøpt genererer masse byggetekniske utfordringer. Mykje forskaling i støpeprosessen. Sammenligning med element, blir nok forskalingsprosessen billigere med element. Den statiske situasjonen, med armeringsmetode er nok lettere med plassstøp, og du vil slippe fuger og koblingsarbeidet.

2.

Vil nok tru at elementa måtte armerast på vanlig slakkarmert måte, og det blir valgt av høyde på bjelken som går inn i kula som vil ha størst betydning.

3.

Vanskelig å seie, men det blir nok å dimensjonere dette med strekk i ytterkant bjelke og trykk innvendig. Tenke litt enkelt. Bjelken kan for eksempel være høyere på midten enn i bønn og topp.

4.

Ja.

5.

Ja.

Eller må Dokke gjerne ta kontakt med meg, om Dokke vil ha en tur hit, så kan vi tenke sammen, evt. sjå litt på muligheter i produksjon.

Mvh.

Hans RØYSET

Konstruksjonssjef

SPENNCON

Hans.Royset@spenncon.no (mailto:Hans.Royset@spenncon.no)

Tel.: +4799271761

Fra: Bigset Aage

Sendt: 13. januar 2016 18:57

Til: SPC Ledergruppe Hjørungavåg

Emne: VS: Spørsmål vedrørende Bacheloroppgave om betongelementer

Til info og gjerne refleksjon. Bør vi utnevne noen til å svare opp disse spørsmålene?

Åge

Sendt fra min Sony Xperia™-smarttelefon

---- Opprinnelig melding ----

Emne: VS: Spørsmål vedrørende Bacheloroppgave om betongelementer

Sendt: 13. jan. 2016 1.12 p.m.

Fra: Fellespost <fellespost@spenncon.no (mailto:fellespost@spenncon.no)>

Til: Bigset Aage <Age.Bigset@spenncon.no (mailto:Age.Bigset@spenncon.no)>

Kopi:

Med vennlig hilsen

Anne Lise Dølerud

Spenncon AS

Tlf.dir. 928 60 057

Epost :

oald@spenncon.no (mailto:oald@spenncon.no)

Fra: Maiken Maria Solberg [mailto:Maiken.Maria.Solberg@stud.hials.no

(mailto:Maiken.Maria.Solberg@stud.hials.no)]

Sendt: 13. januar 2016 11:42

Til: SPC Firmapost Sandvika

Emne: Spørsmål vedrørende Bacheloroppgave om betongelementer

Hei

Mitt navn er Maiken Maria Solberg og er student ved NTNU i Ålesund. Jeg og to medstudenter har akkurat startet med vår bacheloroppgave der hovedoppgaven vår er å prosjektere en kule med en diameter på maks 14m.

Til dette arbeidet vil vi vurdere forskjellige bærekonstruksjoner og materialtyper opp mot hverandre for å komme frem til den beste løsningen. I forbindelse med en mulig utførelse i betong er det da naturlig å kontakte Spenncon. Denne kula med $d=14m$ vil få en omkrets på nesten 44m. Vi vet ikke helt hva som er den beste løsningen ennå men kan se for oss buede bjelker som settes sammen til en sirkel, trekanter eller andre mindre deler som kan fraktes fra fabrikk, noen forslag på dette punktet? Har dere vært borti liknende prosjekt med runde objekter?

Vi ser på dette stadiet bort ifra snølast og tenker hovedsakelig først og fremst på egenvekt.

Vi hadde satt stor pris på tilbakemelding på noen spørsmål vi har nå i startfasen ang. Betong. Det er ikke meningen at dere skal bruke lang tid på å besvare våre spørsmål, vi er bare ute etter en mening om dette er noe som kan være gjennomførbart.

Våre spørsmål er som følgende.

Er det best med Stedstøpt betong eller kunne betongelementer vært brukt her?

Er dette en gunstig konstruksjon for forspent betong/ betongelementer?

Hvilke dimensjoner kan det være snakk om her?Er dette noe som er mulig å produsere?

Er det mulig å transportere slike elementer til Ålesund?

Legger ved et bildeeksempel på et liknende prosjekt.

Mvh

Maiken Maria Solberg

Byggingeniørstudent

NTNU i Ålesund

OK

c_web

Hans RØYSET

Konstruksjonssjef

SPENNCON

Hans.Royset@spenncon.no

Tel.: +4799271761

Fra: Maiken Maria Solberg [mailto:Maiken.Maria.Solberg@stud.hials.no]

Sendt: 25. april 2016 10:10

Til: Royset Hans

Emne: Re: SV: Bedriftsbesøk

Supert!

Da ses vi kl. 0900 på fredag!

MVH Maiken, Martin og Stefan

Royset Hans <Hans.Royset@spenncon.no> skrev:

Hei.

Beklager lite tilbakemeldinger frå meg.

Kan vi prøve på fredag no, sånn, så tidlig som mulig for dokka sin del. ? 9-10 ?

Mvh.

Hans RØYSET

Konstruksjonssjef

SPENNCON

Hans.Royset@spenncon.no (mailto:Hans.Royset@spenncon.no)

Tel.: +4799271761

Fra: Solberg Maiken Maria [mailto:maiken.maria.solberg@stud.ntnu.no]

Sendt: 25. april 2016 8:30

Til: Royset Hans

Emne: SV: Bedriftsbesøk

Hei!

Vet dere har mye å gjøre fortiden, men tenkte jeg skulle sende en ny melding siden vi ikke hhar hørt noe :)

Noen mulighet denne uken?

MVH Maiken, Marrtin og Stefan

Fra: Royset Hans [Hans.Royset@spenncon.no]

Sendt: 13. april 2016 11:37

Til: 'Solberg Maiken Maria'

Emne: SV: Bedriftsbesøk

Hei, har ikkje gått glipp av den nei, men har vore mykje ute av kontoret den siste tida.

Eg skal sjå på det i slutten av vika og kome opp med eit tidspunkt der vi kan ha eit slags møte her på bruket.

Mvh

Hans RØYSET

Konstruksjonssjef

SPENNCON

Hans.Royset@spenncon.no (mailto:Hans.Royset@spenncon.no)

Tel.: +4799271761

Fra: Solberg Maiken Maria [,

mailto:maiken.maria.solberg@stud.ntnu.no

(mailto:maiken.maria.solberg@stud.ntnu.no)]

Sendt: 13. april 2016 11:35

Til: Royset Hans

Emne: Bedriftsbesøk

Hei!

Beklager maset, men i tilfelle du har gått glipp av den tidligere mailen min sender jeg den på nytt :)

Hører fra deg!

Hilsen Maiken

Fra: Maiken Maria Solberg [Maiken.Maria.Solberg@stud.hials.no]

Sendt: 4. april 2016 11:28

Til: Royset Hans

Emne: Bedriftsbesøk

Hei Hans!

Vi vil veldig gjerne komme en tur til dere på Spenncon, om dere har tid og mulighet kan vi gjerne avtale et tidspunkt.

Jeg og mine to medstudenter har vurdert ulike materialer, og har vurdert oss frem til at vi vil gå dypere inn på en kule i betong fordi det virket mest spennende å gå forske på.

Vi fant et eksempel på en kuleformet konstruksjon SKANSKA har utført i

Miami, Florida og dette vil være vår utgangspunkt. Ref:

(<http://blog.usa.skanska.com/in-miami-successfully-assembly-an-orange/>)

(<http://blog.usa.skanska.com/in-miami-successfully-assembly-an-orange/>)

For å få mest mulig ut av møtet så har vi noen spørsmål vi gjerne skulle gått igjennom, nevner de her slik at du kan forberede deg om du ønsker det.

Vi ønsker å få hjelp til å vurdere mulige konstruksjonsmåter som gir lavest kostnad og arbeidsomfang.

Anbefalt størrelse på elementer (tykkelse, bredde, osv.)

Anbefalt diameter på toppelament

Veiledning til dimensjonering

Generelt

Med vennlig hilsen

Maiken Maria Solberg, Martin Holmeset og Stefan Gestsson

Royset Hans <Hans.Royset@spenncon.no (mailto:Hans.Royset@spenncon.no)>skrev:

Hei igjen.

Skal prøve å svare på spørsmåla dine.

Det er absolutt mulig å produsere ja, og det er noke som vi kan få til herå Hjørungavåg.

Du kan regne ut omkrinsen av kula på midten(breia) og så kan vi seie at maks bredde på eitt appelsinskal ikkje må overstige 2 meter + - 500mm.

Dette fordi skallet må støypast på eit formbord med begrensninger på bredde. Når vi løfter elementet vekk, så bør kvart skall ikkje være tyngre enn 15 tonn.

Krankapasitet i hallen vår er i underkant av 20 tonn.

Element må støypast med utsida ned mot forskaling.

Tipper at ein kjem ikkje utenom konvensjonell slakkarmering her, men enkombinasjon mellom fiber og vanlig armering kunne muligens ha fungert. Vi bruker ikkje fiberarmering i betongen vår her, men har hatt noken NTH elevlar i Trondheim som har kika på dette uten å nådd Nirvana av den grunn.

Transporten er grei. Kuart skall legges på bil, semi, med utsiden ned og kjøres til byggeplass. Det er klart at det påløper en del kostnader her. Først snakker vi om formbygging, form til eitt skall (alle må være formlike) bunn tallerken og topp tallerken. Dvs at 3 relativt kostbare former må byggast opp i tre. Lat vi seie to mann treng ein dag på å bygge ei slik form, så kan dokke sikkert finne ut en pris sjølve. Så må elementa beregnes, finnast dimensjoner, armeres og beregne pris på armering og mengde betong som går med. Så kjem transport av elementer og montasje på byggeplass.

Vedr. kostnadsestimering, så må dokke finne ut litt vekter på skalla, bunnplate topp plate, kvar skal dette monteres. Har dokke dette litt meir detaljert, så kan vi enkelt gi dokke en budsjett pris på dette som dokke kan jobbe vidare med.

Håper dette kan være til hjelp.

Hans RØYSET

Konstruksjonssjef

SPENNCON

Hans.Royset@spenncon.no (<mailto:Hans.Royset@spenncon.no>)

(<mailto:Hans.Royset@spenncon.no> (<mailto:Hans.Royset@spenncon.no>))

Tel.: +4799271761

Fra: Maiken Maria Solberg [<mailto:Maiken.Maria.Solberg@stud.hials.no>

<mailto:Maiken.Maria.Solberg@stud.hials.no>

Sendt: 18. februar 2016 12:20

Til: Royset Hans

Emne: Re: SV: Spørsmål vedrørende Bacheloroppgave om betongelementer

Hei igjen!

Vi har sett på forslagene deres, veldig mye bra. Trekant metoden (Buckminister Fuller) har vist seg å fungere best med stål, så det er et alternativ vi vil vurdere der. Vi er veldig enig i det du skrev under her at det må bli et slags lokk nederst og lukkede "Appelsinskall" rundt et lokk øverst. Legger ved et mer forklarende bilde. Dette er et prosjekt Skanska har hatt i USA, Miami, som er veldig likt det vi ser for oss, bare noe større. Link til prosjektet og Vi ser for oss en diameter på 14m. Så hvert "Appelsinskall" element vil være på 7m.

Kunne dette vært noe dere kunne ha produsert?

Hvor mange appelsinskall tror du en måtte trenge?

Kunne det tenkes at det gikk an å bruke fiberarmering, så man kunne redusert tykkelsen og vekten?

Hvordan ville transporten foregått, med tanke på fremkomst?

Går det an å kostnadsestimere et slikt prosjekt? Dette er et av vurderingskriteriene vi har stilt oss, og har noe å si for hvilket materiale vil ende opp med å gå for.

Kunne vært aktuelt med et besøk hos dere, vi må bare se an tiden.

Maiken Maria Solberg

Student NTNU Ålesund

Royset Hans <Hans.Royset@spenncon.no (mailto:Hans.Royset@spenncon.no)

(mailto:Hans.Royset@spenncon.no%20(mailto:Hans.Royset@spenncon.no))>

skrev:

Hei.

Spennande oppgave det der. Om eg skal tenke betong element først, så tenker eg å dele kula inn i T-bjelker som ein til slutt kobler sammen på byggeplass. For element, så er det viktig at alle T-bjelker då blir like. Viktig for oss, at vi slepp med å bygge ei form til å støpe dette. Bjelken blir då frå bann til topp, på en slik måte at alle er like. Bjelken i T-en må ta egenlasten då. Så kan ein spørre seg om ein ikkje må lage en slags tallerken i bann og eit lokk på topp som ein låser heile saken sammen med. Koblings metoden kan kanskje være å sveise dette sammen fra innsiden legge lokket på til slutt. Alternativt lage en slags fortanning i bjelke sider og verikalstøype dette til slutt før en legg på lokket. Mange muligheter. Men bruker man element, vil ein nok frå utsida sjå fugene mellom elementa. Kanskje betyr det lite, og får en ekstra fin effekt? Bjelkane kan malast f.eks, og danne flotte farger. På bygge plassen blir det då å montere tallerkenen i bann først, sette alle kulebjelkane (7?) opp med midlertidig drengestøtte, sveise dei sammen fra innsida, demontere midlertidige støtter og legge på topplokket.

1.

Stedstøpt genererer masse bygge teknisk utfordringer. Mykje forskaling i støpeprosessen. Sammen ligna med element, blir nok forskalings prosessen billigere med element. Den statiske situasjonen, med armeringsmetode er nok lettare med plass- støp, og du vil sleppe fuge og koblings arbeidet.

2.

Vil nok tru at elementa måtte armerast på vanlig slakkarmert måte, og det blir valget av høgde på bjelken som går inn i kula som vil ha størst betydning.

3.

Vanskelig å seie, men det blir nok å dimensjonere dette med strekk i ytterkant bjelke og trykk innvendig. Tenke litt enkelt. Bjelken kan no for eksempel være høgre på midten en i bann og topp.

4.

Ja.

5.

Ja.

Elles må Dokke gjerne ta kontakt med meg, om Dokke vil ha en tur hit, så kan vi tenke sammen, evt. sjå litt på muligheter i produksjon.

Mvh.

Hans RØYSET

Konstruksjonssjef

SPENNCON

Hans.Royset@spenncon.no (mailto:Hans.Royset@spenncon.no)

(mailto:Hans.Royset@spenncon.no (mailto:Hans.Royset@spenncon.no))

(mailto:Hans.Royset@spenncon.no (mailto:Hans.Royset@spenncon.no))

(mailto:Hans.Royset@spenncon.no (mailto:Hans.Royset@spenncon.no)))

Tel.: +4799271761

Fra: Bigset Aage

Sendt: 13. januar 2016 18:57

Til: SPC Ledergruppe Hjørungavåg

Emne: VS: Spørsmål vedrørende Bacheloroppgave om betongelementer

Til info og gjerne refleksjon. Bør vi utnevne noen til å svare opp disse spørsmålene?

Åge

Sendt fra min Sony Xperia™-smarttelefon

---- Opprinnelig melding ----

Emne: VS: Spørsmål vedrørende Bacheloroppgave om betongelementer

Sendt: 13. jan. 2016 1.12 p.m.

Fra: Fellespost <fellespost@spenncon.no (mailto:fellespost@spenncon.no)

Til: Bigset Aage <Age.Bigset@spenncon.no (mailto:Age.Bigset@spenncon.no)

Kopi:

Med vennlig hilsen

Anne Lise Dølerud

Spenncon AS

Tlf.dir. 928 60 057

Epost : oald@spenncon.no (mailto:oald@spenncon.no) (mailto:oald@spenncon.no

(mailto:oald@spenncon.no)) (mailto:oald@spenncon.no

(mailto:oald@spenncon.no)

(mailto:oald@spenncon.no (mailto:oald@spenncon.no)))

Fra: Maiken Maria Solberg [mailto:Maiken.Maria.Solberg@stud.hials.no

(mailto:Maiken.Maria.Solberg@stud.hials.no)

Sendt: 13. januar 2016 11:42

Til: SPC Firmapost Sandvika

Emne: Spørsmål vedrørende Bacheloroppgave om betongelementer

Hei!

Mitt navn er Maiken Maria Solberg og er student ved NTNU i Ålesund. Jeg og to medstudenter har akkurat startet med vår bacheloroppgave der hovedoppgaven vår er å prosjektere en kule med en diameter på maks 14m. Til dette arbeidet vil vi vurdere forskjellige bærekonstruksjoner og materialtyper opp mot hverandre for å komme frem til den beste løsningen. forbindelse med en mulig utførelse i betong er det da naturlig å kontakte Spenncon. Denne kula med $d=14m$ vil få en omkrets på nesten 44m. Vi vet ikke helt hva som er den beste løsningen ennå men kan se for oss buede bjelker som settes sammen til en sirkel, trekanten eller andre mindre deler som kan fraktes fra fabrikk, noen forslag på dette punktet? Har dere vært borti liknende prosjekt med runde objekter? Vi ser på dette stadiet bort ifra snølast og tenker hovedsakelig først og fremst på egenvekt. Vi hadde satt stor pris på tilbakemelding på noen spørsmål vi har nå i startfasen ang. Betong. Det er ikke meningen at dere skal bruke lang tid på å besvare våre spørsmål, vi er bare ute etter en mening om dette er noe som kan være gjennomførbart. Våre spørsmål er som følgende. Er det best med Stedstøpt betong eller kunne betongelementer vært brukt her? Er dette en gunstig konstruksjon for forspent betong/ betongelementer?

Hvilke dimensjoner kan det være snakk om her? Er dette noe som er mulig å produsere? Er det mulig å transportere slike elementer til Ålesund?

Legger ved et bildeeksempel på et liknende prosjekt.

Mvh

Maiken Maria Solberg

Byggingeniørstudent

NTNU i Ålesund

SEAW Office [info@seaw.org]

Handler

Til:

martin.holmeset@stud.ntnu.no

23. april 2016 01:38

Hi Martin,

The SEAW Board of Directors has granted you permission to reproduce parts of Design Example No. 7.2 from Supplemental Design Examples using SEI/ASCE 7-05 for the purposes you described.

Best regards

Kristin Parker
Structural Engineers Association of Washington
2150 N 107th St, Suite 205
Seattle WA 98133
206-209-5283 office
206-367-8777 fax
info@seaw.org
www.seaw.org

This communication (including any attachments) may contain privileged or confidential information intended for a specific individual and purpose, and is protected by law. If you are not the intended recipient, you should delete this communication and any attachments and are hereby notified that any disclosure, copying, or distribution of this communication, or the taking of any action based on it, is strictly prohibited.
Ticket# 95301 /

Fri 4/22/2016/4:33 PM PDT/ Kristin Parker (time)-

Hi Martin,

The SEAW Board of Directors has granted you permission to reproduce parts of Design Example No. 7.2 from Supplemental Design Examples using SEI/ASCE 7-05 for the purposes you described.

Best regards

Wed 4/20/2016/11:39 AM PDT/ Kristin Parker (time)-

Martin,

I've forwarded your inquiry to our board and will let you know as soon as I have an answer.

Best regards,

Wed 4/20/2016/5:45 AM PDT/ ticketboard

TO:info@seaw.org
FROM:martin.holmeset@stud.ntnu.no
CC:

Hi

My name is Martin Holmeset and I'm a engineeringstudent at NTNU i Aalesund, Norway. I'm currently working on my bachelor thesis with two fellow students. I was wondering if I could reproduce parts of Design Example No. 7.2 from Supplemental Design Examples using SEI/ASCE 7-05. This to support my own calculations of the snowload on a dome that is our thesis.

Best regards
Martin Holmeset

VEDLEGG 5

JORDSKJELV

KONSTRUKSJONSDEL:

Sign: ebhen

NMK2

Dato: 2015-10-06

ENKEL KONTROLL ETTER EUROKODE 8 del 1

NS-EN 1998-1:2004

Seimiske laster kan utelates dersom 1 av 5 punkter er oppfylt:

NA:2014

- Seismisk klasse I
- Sjekk 1 < 0.49
- Sjekk 2 < 0.49 (Se betingelser i pkt. NA.3.2.1(5)P)
- Skjærkraft fra jordskjelv (ulykke) < Vindlast + skjevstilling ++ (brudd) pkt. 4.4.1.(2)

Konstruksjonsfaktor q:	1,2	NS-EN 1998-1 kap. 5-9 og NA:2014
Regularitet i plan:	NEI	NS-EN 1998-1 pkt. 4.2.3.2
Regularitet i oppriss:	NEI	NS-EN 1998-1 pkt. 4.2.3.3
Seismisk klasse γ_I :	II	NA:2014 Tabell NA.4(902)
Berggrunnens akselerasjon a_{g40Hz} :	0,85	NA:2014 Figur NA.3(901)
Forsterkningsfaktor S:	Type A	NA:2014 Tabell NA.3.1
Avstivningssystem:	Skiver og andre avstivnings	NS-EN 1998-1 pkt. 4.3.3.2.2 (3)

REGULÆR KONSTRUKSJON UNDER 40 METER

NS-EN 1998-1 pkt. 4.2.3.2 og 4.2.3.3

Byggets høyde i meter:	22	NS-EN 1998-1 pkt. 4.3.3.2.2(3)
Beregnet egensvingeperiode T:	0,51	

FOR ALLE KONSTRUKSJONER

Egensvingeperiode fra Modal analyse:	1	NS-EN 1998-1 pkt. 4.3.3.3
--------------------------------------	---	---------------------------

Sjekk 1: $a_g S =$ 0,6800 < 0.49

Sjekk 2: $S_d =$ 0,3542 < 0.49

Utelatelseskriteriet er oppfylt

Jordskjelv – Forutsetninger

Dette dokumentet gjennomgår forutsetningene for jordskjelvanalysen. Referanser er gjort til NS-EN 1998-1:2004/NA:2008 dersom ikke annet er angitt.

Seismisk klasse	Kontorbygg- Klasse II $\gamma_I = 1,0$	Tabell NA.4(902) Tabell NA.4(901)
Berggrunnens akselerasjon	Ålesund - $a_{g40Hz} = 0,9 \text{ m/s}^2$	Figur NA.3(901)
Dimensjonerende grunnakselerasjon	$a_{gR} = 0,8 \cdot a_{g40Hz}$ $a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}$ $a_g = \gamma_I \cdot 0,8 \cdot a_{g40Hz}$ $a_g = 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \text{ m/s}^2 = \underline{0,72 \text{ m/s}^2}$	NA.3.2.1 3.2.1 (3)
Grunntype	Grunntype A Parametre i følge RIG-Notat og RIF-veileder. Gjengitt nedenfor $S = 1,0$ $T_B = 0,10$ $T_C = 0,25$ $T_C = 0,25$ $T_D = 1,5$	Tabell NA 3.1 RIG-NOTAT RIF-veileder "Dimensjonering for jordskjelv" (2010), Tabell 1
Duktilitetsklasse	DCL	5.2.1
Konstruksjonsfaktor	$q = 1,5 \cdot 0,8$ (faktor 0,8 pga. regularitet i oppriss)	3.2.2.5 (7)
Regularitet i plan	Nei	4.2.3.2
Regularitet i oppriss	Nei	4.2.3.3
Verdier for ψ_2	Nyttelast: $\psi_2 = 0,6$ (Kategori C) Snølast: $\psi_2 = 0,2$	NS-EN 1990:2002/NA:2008, Tabell NA.A1.1

Erik Henriksen,

Norconsult AS, Reitovegen 4, 2015-10-06

VEDLEGG 6

BEREGNINGER

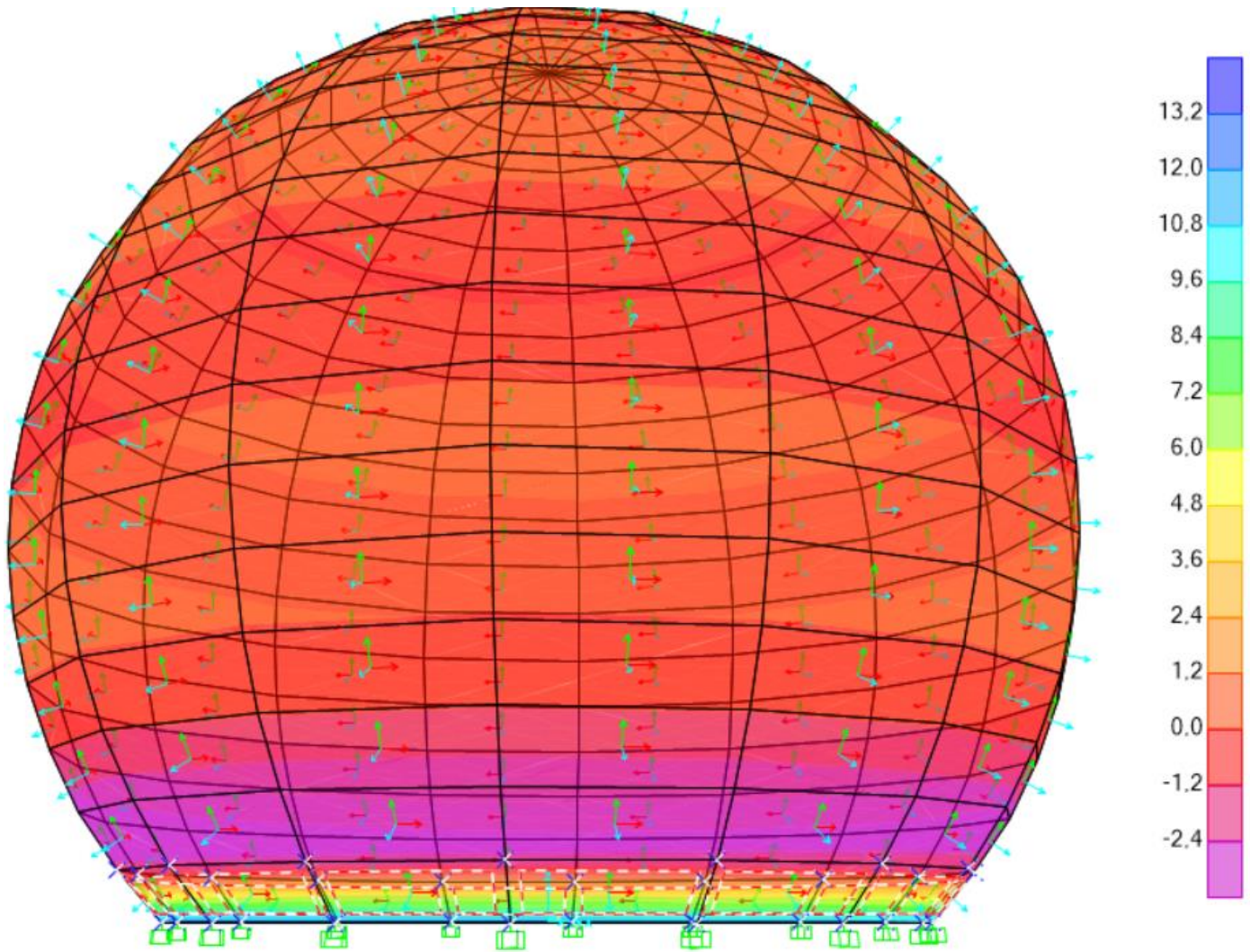


Table: Area Loads - Gravity

Table: Area Loads - Gravity

Area	LoadPat	CoordSys	MultiplierX	MultiplierY	MultiplierZ
1	DEADee	GLOBAL	0,000000	0,000000	1,000000
2	DEADee	GLOBAL	0,000000	0,000000	1,000000
3	DEADee	GLOBAL	0,000000	0,000000	1,000000
4	DEADee	GLOBAL	0,000000	0,000000	1,000000
5	DEADee	GLOBAL	0,000000	0,000000	1,000000
6	DEADee	GLOBAL	0,000000	0,000000	1,000000
7	DEADee	GLOBAL	0,000000	0,000000	1,000000
8	DEADee	GLOBAL	0,000000	0,000000	1,000000
9	DEADee	GLOBAL	0,000000	0,000000	1,000000
10	DEADee	GLOBAL	0,000000	0,000000	1,000000
11	DEADee	GLOBAL	0,000000	0,000000	1,000000
12	DEADee	GLOBAL	0,000000	0,000000	1,000000
13	DEADee	GLOBAL	0,000000	0,000000	1,000000
14	DEADee	GLOBAL	0,000000	0,000000	1,000000
15	DEADee	GLOBAL	0,000000	0,000000	1,000000

Table: Area Loads - Gravity

Area	LoadPat	CoordSys	MultiplierX	MultiplierY	MultiplierZ
16	DEADee	GLOBAL	0,000000	0,000000	1,000000

Table: Area Loads - Uniform

Table: Area Loads - Uniform

Area	LoadPat	CoordSys	Dir	UnifLoad KN/m2
1	vind trykk	GLOBAL	Y	-0,27
1	DEADee	GLOBAL	Gravity	0,30
2	vind trykk	GLOBAL	Y	-0,27
2	DEADee	GLOBAL	Gravity	0,30
3	vind trykk	GLOBAL	Y	-0,27
3	DEADee	GLOBAL	Gravity	0,30
4	vind trykk	GLOBAL	Y	-0,27
4	DEADee	GLOBAL	Gravity	0,30
5	vind trykk	GLOBAL	Y	-0,27
5	DEADee	GLOBAL	Gravity	0,30
6	vind trykk	GLOBAL	Y	-0,27
6	DEADee	GLOBAL	Gravity	0,30
7	vind trykk	GLOBAL	Y	-0,27
7	DEADee	GLOBAL	Gravity	0,30
8	vind trykk	GLOBAL	Y	-0,27
8	DEADee	GLOBAL	Gravity	0,30
9	Vindsug	GLOBAL	Y	-0,27
9	DEADee	GLOBAL	Gravity	0,30
10	Vindsug	GLOBAL	Y	-0,27
10	DEADee	GLOBAL	Gravity	0,30
11	Vindsug	GLOBAL	Y	-0,27
11	DEADee	GLOBAL	Gravity	0,30
12	Vindsug	GLOBAL	Y	-0,27
12	DEADee	GLOBAL	Gravity	0,30
13	Vindsug	GLOBAL	Y	-0,27
13	DEADee	GLOBAL	Gravity	0,30
14	Vindsug	GLOBAL	Y	-0,27
14	DEADee	GLOBAL	Gravity	0,30
15	Vindsug	GLOBAL	Y	-0,27
15	DEADee	GLOBAL	Gravity	0,30
16	Vindsug	GLOBAL	Y	-0,27
16	DEADee	GLOBAL	Gravity	0,30

Table: Area Section Properties, Part 1 of 3

Table: Area Section Properties, Part 1 of 3

Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness m	BendThick m	F11Mod
armering	Rebar	Shell	Shell-Thin	Yes	0,200000	0,200000	1,000000
betongskall	C30/37	Shell	Shell-Thin	Yes	0,200000	0,200000	1,000000

Table: Area Section Properties, Part 2 of 3

Table: Area Section Properties, Part 2 of 3

Section	F22Mod	F12Mod	M11Mod	M22Mod	M12Mod	V13Mod	V23Mod
armering	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
betongskall	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000

Table: Area Section Properties, Part 3 of 3

Table: Area Section Properties, Part 3 of 3

Section	MMod	WMod
armering	1,000000	1,000000
betongskall	1,000000	1,000000

Table: Area Section Property - Time Dependent

Table: Area Section Property - Time Dependent

Section	TypeSize	AutoSFSize	UserValSize m
armering	Auto	1,000000	
betongskall	Auto	1,000000	

Table: Area Section Property Design Parameters

Table: Area Section Property Design Parameters

Section	RebarMat	RebarOpt
armering	None	Default
betongskall	Rebar	Default

Table: Base Reactions

Table: Base Reactions

OutputCase	StepType	GlobalFX KN	GlobalFY KN	GlobalFZ KN	GlobalMX KN-m	GlobalMY KN-m	GlobalMZ KN-m
DEAD		-2,693E-12	-1,048E-13	2610,982	-13054,9076	13054,9076	-2,217E-12
vind uniform shell		-4,607E-14	70,517	1,088E-12	-71,0231	5,588E-12	-352,5869
Vindsug		-1,129E-13	70,779	9,159E-13	-71,2861	3,910E-12	-353,8927
sny top		-2,132E-13	1,708E-13	123,270	-616,3522	616,3522	-1,284E-12
sny bunn		-3,428E-13	3,819E-14	218,466	-1092,3290	1092,3290	-1,357E-12
DEADee		-1,572E-13	-7,550E-15	156,705	-783,5264	783,5264	-1,883E-13

Table: Case - Static 1 - Load Assignments

Table: Case - Static 1 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
DEAD	Load pattern	DEAD	1,000000
vind uniform shell	Load pattern	vind trykk	1,000000

Table: Case - Static 1 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Vindsug	Load pattern	Vindsug	1,000000
sny top	Load pattern	sny top	1,000000
sny bunn	Load pattern	sny bunn	1,000000
DEADee	Load pattern	DEADee	1,000000

Table: Combination Definitions**Table: Combination Definitions**

ComboName	ComboType	CaseName	ScaleFactor
Vindkombo	Linear Add	vind uniform shell	1,000000
Vindkombo		Vindsug	1,000000
snykombo	Linear Add	sny top	1,000000
snykombo		sny bunn	1,000000
B1vind dominerende	Linear Add	DEAD	1,350000
B1vind dominerende		snykombo	1,050000
B1vind dominerende		Vindkombo	1,050000
B2 vind dominerende	Linear Add	DEAD	1,200000
B2 vind dominerende		Vindkombo	1,500000
B2 vind dominerende		snykombo	1,050000
B2 snø dominerende	Linear Add	DEAD	1,200000
B2 snø dominerende		Vindkombo	1,050000
B2 snø dominerende		snykombo	1,500000
egenlastkombo	Linear Add	DEAD	1,000000
egenlastkombo		DEADee	1,000000
B1ny	Linear Add	egenlastkombo	1,350000
B1ny		snykombo	1,050000
B1ny		Vindkombo	1,050000

Table: Element Forces - Area Shells, Part 1 of 3**Table: Element Forces - Area Shells, Part 1 of 3**

Area	AreaElem	Joint	OutputCase	StepType	F11 KN/m	F22 KN/m	F12 KN/m
1	1	1	DEAD		-19,04	-98,08	-5,51
1	1	2	DEAD		-19,04	-98,08	5,51
1	1	3	DEAD		31,80	-96,78	2,79
1	1	4	DEAD		31,80	-96,78	-2,79
1	1	1	vind uniform shell		-0,24	-1,18	-4,89
1	1	2	vind uniform shell		0,82	4,13	-5,03
1	1	3	vind uniform shell		0,36	5,79	-10,01

Table: Element Forces - Area Shells, Part 1 of 3

Area	AreaElem	Joint	OutputCase	StepType	F11 KN/m	F22 KN/m	F12 KN/m
1	1	4	vind uniform shell		-1,37	-2,86	-9,95
1	1	1	Vindsug		-0,41	-2,08	-4,85
1	1	2	Vindsug		0,71	3,50	-4,30
1	1	3	Vindsug		1,29	5,12	-8,84
1	1	4	Vindsug		-0,43	-3,48	-9,36
1	1	1	sny top		-0,94	-4,80	-0,19
1	1	2	sny top		-0,94	-4,80	0,19
1	1	3	sny top		1,20	-4,76	7,845E-02
1	1	4	sny top		1,20	-4,76	-7,845E-02
1	1	1	sny bunn		-1,66	-8,50	-0,34
1	1	2	sny bunn		-1,66	-8,50	0,34
1	1	3	sny bunn		2,12	-8,44	0,14
1	1	4	sny bunn		2,12	-8,44	-0,14
1	1	1	DEADee		-1,14	-5,89	-0,33
1	1	2	DEADee		-1,14	-5,89	0,33
1	1	3	DEADee		1,91	-5,81	0,17
1	1	4	DEADee		1,91	-5,81	-0,17
2	2	2	DEAD		-19,04	-98,08	-5,51
2	2	5	DEAD		-19,04	-98,08	5,51
2	2	6	DEAD		31,80	-96,78	2,79
2	2	3	DEAD		31,80	-96,78	-2,79
2	2	2	vind uniform shell		0,17	0,89	-4,66
2	2	5	vind uniform shell		1,09	5,46	-4,18
2	2	6	vind uniform shell		0,40	7,06	-8,58
2	2	3	vind uniform shell		-1,11	-0,47	-9,16
2	2	2	Vindsug		0,15	0,73	-4,00
2	2	5	Vindsug		1,08	5,39	-3,32
2	2	6	Vindsug		0,84	6,76	-6,94
2	2	3	Vindsug		-0,58	-0,33	-7,66
2	2	2	sny top		-0,94	-4,80	-0,19
2	2	5	sny top		-0,94	-4,80	0,19
2	2	6	sny top		1,20	-4,76	7,845E-02
2	2	3	sny top		1,20	-4,76	-7,845E-02
2	2	2	sny bunn		-1,66	-8,50	-0,34
2	2	5	sny bunn		-1,66	-8,50	0,34
2	2	6	sny bunn		2,12	-8,44	0,14
2	2	3	sny bunn		2,12	-8,44	-0,14
2	2	2	DEADee		-1,14	-5,89	-0,33
2	2	5	DEADee		-1,14	-5,89	0,33
2	2	6	DEADee		1,91	-5,81	0,17
2	2	3	DEADee		1,91	-5,81	-0,17
3	3	5	DEAD		-19,04	-98,08	-5,51
3	3	7	DEAD		-19,04	-98,08	5,51
3	3	8	DEAD		31,80	-96,78	2,79
3	3	6	DEAD		31,80	-96,78	-2,79
3	3	5	vind uniform shell		0,57	2,89	-3,47
3	3	7	vind uniform shell		1,20	6,01	-2,56
3	3	8	vind uniform shell		0,22	7,24	-5,52

Table: Element Forces - Area Shells, Part 1 of 3

Area	AreaElem	Joint	OutputCase	StepType	F11 KN/m	F22 KN/m	F12 KN/m
3	3	6	vind uniform shell		-0,81	2,11	-6,56
3	3	5	Vindsug		0,67	3,35	-2,79
3	3	7	Vindsug		1,28	6,40	-1,98
3	3	8	Vindsug		0,43	7,39	-4,31
3	3	6	Vindsug		-0,50	2,75	-5,23
3	3	5	sny top		-0,94	-4,80	-0,19
3	3	7	sny top		-0,94	-4,80	0,19
3	3	8	sny top		1,20	-4,76	7,845E-02
3	3	6	sny top		1,20	-4,76	-7,845E-02
3	3	5	sny bunn		-1,66	-8,50	-0,34
3	3	7	sny bunn		-1,66	-8,50	0,34
3	3	8	sny bunn		2,12	-8,44	0,14
3	3	6	sny bunn		2,12	-8,44	-0,14
3	3	5	DEADee		-1,14	-5,89	-0,33
3	3	7	DEADee		-1,14	-5,89	0,33
3	3	8	DEADee		1,91	-5,81	0,17
3	3	6	DEADee		1,91	-5,81	-0,17
4	4	7	DEAD		-19,04	-98,08	-5,51
4	4	9	DEAD		-19,04	-98,08	5,51
4	4	10	DEAD		31,80	-96,78	2,79
4	4	8	DEAD		31,80	-96,78	-2,79
4	4	7	vind uniform shell		0,92	4,60	-1,63
4	4	9	vind uniform shell		1,14	5,71	-0,50
4	4	10	vind uniform shell		-9,187E-02	6,34	-1,50
4	4	8	vind uniform shell		-0,46	4,52	-2,78
4	4	7	Vindsug		1,06	5,32	-1,28
4	4	9	Vindsug		1,27	6,38	-0,38
4	4	10	Vindsug		4,580E-02	6,88	-1,14
4	4	8	Vindsug		-0,28	5,26	-2,18
4	4	7	sny top		-0,94	-4,80	-0,19
4	4	9	sny top		-0,94	-4,80	0,19
4	4	10	sny top		1,20	-4,76	7,845E-02
4	4	8	sny top		1,20	-4,76	-7,845E-02
4	4	7	sny bunn		-1,66	-8,50	-0,34
4	4	9	sny bunn		-1,66	-8,50	0,34
4	4	10	sny bunn		2,12	-8,44	0,14
4	4	8	sny bunn		2,12	-8,44	-0,14
4	4	7	DEADee		-1,14	-5,89	-0,33
4	4	9	DEADee		-1,14	-5,89	0,33
4	4	10	DEADee		1,91	-5,81	0,17
4	4	8	DEADee		1,91	-5,81	-0,17
5	5	9	DEAD		-19,04	-98,08	-5,51
5	5	11	DEAD		-19,04	-98,08	5,51
5	5	12	DEAD		31,80	-96,78	2,79
5	5	10	DEAD		31,80	-96,78	-2,79
5	5	9	vind uniform shell		1,14	5,71	0,50
5	5	11	vind uniform shell		0,92	4,60	1,63
5	5	12	vind uniform shell		-0,46	4,52	2,78

Table: Element Forces - Area Shells, Part 1 of 3

Area	AreaElem	Joint	OutputCase	StepType	F11 KN/m	F22 KN/m	F12 KN/m
5	5	10	vind uniform shell		-9,187E-02	6,34	1,50
5	5	9	Vindsug		1,27	6,38	0,38
5	5	11	Vindsug		1,06	5,32	1,28
5	5	12	Vindsug		-0,28	5,26	2,18
5	5	10	Vindsug		4,580E-02	6,88	1,14
5	5	9	sny top		-0,94	-4,80	-0,19
5	5	11	sny top		-0,94	-4,80	0,19
5	5	12	sny top		1,20	-4,76	7,845E-02
5	5	10	sny top		1,20	-4,76	-7,845E-02
5	5	9	sny bunn		-1,66	-8,50	-0,34
5	5	11	sny bunn		-1,66	-8,50	0,34
5	5	12	sny bunn		2,12	-8,44	0,14
5	5	10	sny bunn		2,12	-8,44	-0,14
5	5	9	DEADee		-1,14	-5,89	-0,33
5	5	11	DEADee		-1,14	-5,89	0,33
5	5	12	DEADee		1,91	-5,81	0,17
5	5	10	DEADee		1,91	-5,81	-0,17
6	6	11	DEAD		-19,04	-98,08	-5,51
6	6	13	DEAD		-19,04	-98,08	5,51
6	6	14	DEAD		31,80	-96,78	2,79
6	6	12	DEAD		31,80	-96,78	-2,79
6	6	11	vind uniform shell		1,20	6,01	2,56
6	6	13	vind uniform shell		0,57	2,89	3,47
6	6	14	vind uniform shell		-0,81	2,11	6,56
6	6	12	vind uniform shell		0,22	7,24	5,52
6	6	11	Vindsug		1,28	6,40	1,98
6	6	13	Vindsug		0,67	3,35	2,79
6	6	14	Vindsug		-0,50	2,75	5,23
6	6	12	Vindsug		0,43	7,39	4,31
6	6	11	sny top		-0,94	-4,80	-0,19
6	6	13	sny top		-0,94	-4,80	0,19
6	6	14	sny top		1,20	-4,76	7,845E-02
6	6	12	sny top		1,20	-4,76	-7,845E-02
6	6	11	sny bunn		-1,66	-8,50	-0,34
6	6	13	sny bunn		-1,66	-8,50	0,34
6	6	14	sny bunn		2,12	-8,44	0,14
6	6	12	sny bunn		2,12	-8,44	-0,14
6	6	11	DEADee		-1,14	-5,89	-0,33
6	6	13	DEADee		-1,14	-5,89	0,33
6	6	14	DEADee		1,91	-5,81	0,17
6	6	12	DEADee		1,91	-5,81	-0,17
7	7	13	DEAD		-19,04	-98,08	-5,51
7	7	15	DEAD		-19,04	-98,08	5,51
7	7	16	DEAD		31,80	-96,78	2,79
7	7	14	DEAD		31,80	-96,78	-2,79
7	7	13	vind uniform shell		1,09	5,46	4,18
7	7	15	vind uniform shell		0,17	0,89	4,66
7	7	16	vind uniform shell		-1,11	-0,47	9,16

Table: Element Forces - Area Shells, Part 1 of 3

Area	AreaElem	Joint	OutputCase	StepType	F11 KN/m	F22 KN/m	F12 KN/m
7	7	14	vind uniform shell		0,40	7,06	8,58
7	7	13	Vindsug		1,08	5,39	3,32
7	7	15	Vindsug		0,15	0,73	4,00
7	7	16	Vindsug		-0,58	-0,33	7,66
7	7	14	Vindsug		0,84	6,76	6,94
7	7	13	sny top		-0,94	-4,80	-0,19
7	7	15	sny top		-0,94	-4,80	0,19
7	7	16	sny top		1,20	-4,76	7,845E-02
7	7	14	sny top		1,20	-4,76	-7,845E-02
7	7	13	sny bunn		-1,66	-8,50	-0,34
7	7	15	sny bunn		-1,66	-8,50	0,34
7	7	16	sny bunn		2,12	-8,44	0,14
7	7	14	sny bunn		2,12	-8,44	-0,14
7	7	13	DEADee		-1,14	-5,89	-0,33
7	7	15	DEADee		-1,14	-5,89	0,33
7	7	16	DEADee		1,91	-5,81	0,17
7	7	14	DEADee		1,91	-5,81	-0,17
8	8	15	DEAD		-19,04	-98,08	-5,51
8	8	17	DEAD		-19,04	-98,08	5,51
8	8	18	DEAD		31,80	-96,78	2,79
8	8	16	DEAD		31,80	-96,78	-2,79
8	8	15	vind uniform shell		0,82	4,13	5,03
8	8	17	vind uniform shell		-0,24	-1,18	4,89
8	8	18	vind uniform shell		-1,37	-2,86	9,95
8	8	16	vind uniform shell		0,36	5,79	10,01
8	8	15	Vindsug		0,71	3,50	4,30
8	8	17	Vindsug		-0,41	-2,08	4,85
8	8	18	Vindsug		-0,43	-3,48	9,36
8	8	16	Vindsug		1,29	5,12	8,84
8	8	15	sny top		-0,94	-4,80	-0,19
8	8	17	sny top		-0,94	-4,80	0,19
8	8	18	sny top		1,20	-4,76	7,845E-02
8	8	16	sny top		1,20	-4,76	-7,845E-02
8	8	15	sny bunn		-1,66	-8,50	-0,34
8	8	17	sny bunn		-1,66	-8,50	0,34
8	8	18	sny bunn		2,12	-8,44	0,14
8	8	16	sny bunn		2,12	-8,44	-0,14
8	8	15	DEADee		-1,14	-5,89	-0,33
8	8	17	DEADee		-1,14	-5,89	0,33
8	8	18	DEADee		1,91	-5,81	0,17
8	8	16	DEADee		1,91	-5,81	-0,17
9	9	17	DEAD		-19,04	-98,08	-5,51
9	9	19	DEAD		-19,04	-98,08	5,51
9	9	20	DEAD		31,80	-96,78	2,79
9	9	18	DEAD		31,80	-96,78	-2,79
9	9	17	vind uniform shell		0,41	2,08	4,83
9	9	19	vind uniform shell		-0,71	-3,49	4,28
9	9	20	vind uniform shell		-1,29	-5,10	8,81

Table: Element Forces - Area Shells, Part 1 of 3

Area	AreaElem	Joint	OutputCase	StepType	F11 KN/m	F22 KN/m	F12 KN/m
9	9	18	vind uniform shell		0,43	3,47	9,32
9	9	17	Vindsug		0,25	1,18	4,91
9	9	19	Vindsug		-0,82	-4,15	5,04
9	9	20	Vindsug		-0,36	-5,81	10,04
9	9	18	Vindsug		1,38	2,87	9,99
9	9	17	sny top		-0,94	-4,80	-0,19
9	9	19	sny top		-0,94	-4,80	0,19
9	9	20	sny top		1,20	-4,76	7,845E-02
9	9	18	sny top		1,20	-4,76	-7,845E-02
9	9	17	sny bunn		-1,66	-8,50	-0,34
9	9	19	sny bunn		-1,66	-8,50	0,34
9	9	20	sny bunn		2,12	-8,44	0,14
9	9	18	sny bunn		2,12	-8,44	-0,14
9	9	17	DEADee		-1,14	-5,89	-0,33
9	9	19	DEADee		-1,14	-5,89	0,33
9	9	20	DEADee		1,91	-5,81	0,17
9	9	18	DEADee		1,91	-5,81	-0,17
10	10	19	DEAD		-19,04	-98,08	-5,51
10	10	21	DEAD		-19,04	-98,08	5,51
10	10	22	DEAD		31,80	-96,78	2,79
10	10	20	DEAD		31,80	-96,78	-2,79
10	10	19	vind uniform shell		-0,15	-0,73	3,98
10	10	21	vind uniform shell		-1,08	-5,37	3,31
10	10	22	vind uniform shell		-0,84	-6,74	6,91
10	10	20	vind uniform shell		0,58	0,33	7,64
10	10	19	Vindsug		-0,17	-0,89	4,67
10	10	21	Vindsug		-1,09	-5,48	4,19
10	10	22	Vindsug		-0,40	-7,09	8,61
10	10	20	Vindsug		1,11	0,48	9,20
10	10	19	sny top		-0,94	-4,80	-0,19
10	10	21	sny top		-0,94	-4,80	0,19
10	10	22	sny top		1,20	-4,76	7,845E-02
10	10	20	sny top		1,20	-4,76	-7,845E-02
10	10	19	sny bunn		-1,66	-8,50	-0,34
10	10	21	sny bunn		-1,66	-8,50	0,34
10	10	22	sny bunn		2,12	-8,44	0,14
10	10	20	sny bunn		2,12	-8,44	-0,14
10	10	19	DEADee		-1,14	-5,89	-0,33
10	10	21	DEADee		-1,14	-5,89	0,33
10	10	22	DEADee		1,91	-5,81	0,17
10	10	20	DEADee		1,91	-5,81	-0,17
11	11	21	DEAD		-19,04	-98,08	-5,51
11	11	23	DEAD		-19,04	-98,08	5,51
11	11	24	DEAD		31,80	-96,78	2,79
11	11	22	DEAD		31,80	-96,78	-2,79
11	11	21	vind uniform shell		-0,67	-3,34	2,78
11	11	23	vind uniform shell		-1,27	-6,38	1,97
11	11	24	vind uniform shell		-0,43	-7,37	4,29

Table: Element Forces - Area Shells, Part 1 of 3

Area	AreaElem	Joint	OutputCase	StepType	F11 KN/m	F22 KN/m	F12 KN/m
11	11	22	vind uniform shell		0,50	-2,74	5,21
11	11	21	Vindsug		-0,58	-2,90	3,49
11	11	23	Vindsug		-1,20	-6,03	2,57
11	11	24	Vindsug		-0,22	-7,27	5,54
11	11	22	Vindsug		0,81	-2,11	6,58
11	11	21	sny top		-0,94	-4,80	-0,19
11	11	23	sny top		-0,94	-4,80	0,19
11	11	24	sny top		1,20	-4,76	7,845E-02
11	11	22	sny top		1,20	-4,76	-7,845E-02
11	11	21	sny bunn		-1,66	-8,50	-0,34
11	11	23	sny bunn		-1,66	-8,50	0,34
11	11	24	sny bunn		2,12	-8,44	0,14
11	11	22	sny bunn		2,12	-8,44	-0,14
11	11	21	DEADee		-1,14	-5,89	-0,33
11	11	23	DEADee		-1,14	-5,89	0,33
11	11	24	DEADee		1,91	-5,81	0,17
11	11	22	DEADee		1,91	-5,81	-0,17
12	12	23	DEAD		-19,04	-98,08	-5,51
12	12	25	DEAD		-19,04	-98,08	5,51
12	12	26	DEAD		31,80	-96,78	2,79
12	12	24	DEAD		31,80	-96,78	-2,79
12	12	23	vind uniform shell		-1,06	-5,30	1,27
12	12	25	vind uniform shell		-1,27	-6,36	0,38
12	12	26	vind uniform shell		-4,563E-02	-6,85	1,13
12	12	24	vind uniform shell		0,28	-5,24	2,17
12	12	23	Vindsug		-0,92	-4,62	1,64
12	12	25	Vindsug		-1,14	-5,73	0,50
12	12	26	Vindsug		9,221E-02	-6,36	1,51
12	12	24	Vindsug		0,46	-4,54	2,79
12	12	23	sny top		-0,94	-4,80	-0,19
12	12	25	sny top		-0,94	-4,80	0,19
12	12	26	sny top		1,20	-4,76	7,845E-02
12	12	24	sny top		1,20	-4,76	-7,845E-02
12	12	23	sny bunn		-1,66	-8,50	-0,34
12	12	25	sny bunn		-1,66	-8,50	0,34
12	12	26	sny bunn		2,12	-8,44	0,14
12	12	24	sny bunn		2,12	-8,44	-0,14
12	12	23	DEADee		-1,14	-5,89	-0,33
12	12	25	DEADee		-1,14	-5,89	0,33
12	12	26	DEADee		1,91	-5,81	0,17
12	12	24	DEADee		1,91	-5,81	-0,17
13	13	25	DEAD		-19,04	-98,08	-5,51
13	13	27	DEAD		-19,04	-98,08	5,51
13	13	28	DEAD		31,80	-96,78	2,79
13	13	26	DEAD		31,80	-96,78	-2,79
13	13	25	vind uniform shell		-1,27	-6,36	-0,38
13	13	27	vind uniform shell		-1,06	-5,30	-1,27
13	13	28	vind uniform shell		0,28	-5,24	-2,17

Table: Element Forces - Area Shells, Part 1 of 3

Area	AreaElem	Joint	OutputCase	StepType	F11 KN/m	F22 KN/m	F12 KN/m
13	13	26	vind uniform shell		-4,563E-02	-6,85	-1,13
13	13	25	Vindsug		-1,14	-5,73	-0,50
13	13	27	Vindsug		-0,92	-4,62	-1,64
13	13	28	Vindsug		0,46	-4,54	-2,79
13	13	26	Vindsug		9,221E-02	-6,36	-1,51
13	13	25	sny top		-0,94	-4,80	-0,19
13	13	27	sny top		-0,94	-4,80	0,19
13	13	28	sny top		1,20	-4,76	7,845E-02
13	13	26	sny top		1,20	-4,76	-7,845E-02
13	13	25	sny bunn		-1,66	-8,50	-0,34
13	13	27	sny bunn		-1,66	-8,50	0,34
13	13	28	sny bunn		2,12	-8,44	0,14
13	13	26	sny bunn		2,12	-8,44	-0,14
13	13	25	DEADee		-1,14	-5,89	-0,33
13	13	27	DEADee		-1,14	-5,89	0,33
13	13	28	DEADee		1,91	-5,81	0,17
13	13	26	DEADee		1,91	-5,81	-0,17
14	14	27	DEAD		-19,04	-98,08	-5,51
14	14	29	DEAD		-19,04	-98,08	5,51
14	14	30	DEAD		31,80	-96,78	2,79
14	14	28	DEAD		31,80	-96,78	-2,79
14	14	27	vind uniform shell		-1,27	-6,38	-1,97
14	14	29	vind uniform shell		-0,67	-3,34	-2,78
14	14	30	vind uniform shell		0,50	-2,74	-5,21
14	14	28	vind uniform shell		-0,43	-7,37	-4,29
14	14	27	Vindsug		-1,20	-6,03	-2,57
14	14	29	Vindsug		-0,58	-2,90	-3,49
14	14	30	Vindsug		0,81	-2,11	-6,58
14	14	28	Vindsug		-0,22	-7,27	-5,54
14	14	27	sny top		-0,94	-4,80	-0,19
14	14	29	sny top		-0,94	-4,80	0,19
14	14	30	sny top		1,20	-4,76	7,845E-02
14	14	28	sny top		1,20	-4,76	-7,845E-02
14	14	27	sny bunn		-1,66	-8,50	-0,34
14	14	29	sny bunn		-1,66	-8,50	0,34
14	14	30	sny bunn		2,12	-8,44	0,14
14	14	28	sny bunn		2,12	-8,44	-0,14
14	14	27	DEADee		-1,14	-5,89	-0,33
14	14	29	DEADee		-1,14	-5,89	0,33
14	14	30	DEADee		1,91	-5,81	0,17
14	14	28	DEADee		1,91	-5,81	-0,17
15	15	29	DEAD		-19,04	-98,08	-5,51
15	15	31	DEAD		-19,04	-98,08	5,51
15	15	32	DEAD		31,80	-96,78	2,79
15	15	30	DEAD		31,80	-96,78	-2,79
15	15	29	vind uniform shell		-1,08	-5,37	-3,31
15	15	31	vind uniform shell		-0,15	-0,73	-3,98
15	15	32	vind uniform shell		0,58	0,33	-7,64

Table: Element Forces - Area Shells, Part 1 of 3

Area	AreaElem	Joint	OutputCase	StepType	F11 KN/m	F22 KN/m	F12 KN/m
15	15	30	vind uniform shell		-0,84	-6,74	-6,91
15	15	29	Vindsug		-1,09	-5,48	-4,19
15	15	31	Vindsug		-0,17	-0,89	-4,67
15	15	32	Vindsug		1,11	0,48	-9,20
15	15	30	Vindsug		-0,40	-7,09	-8,61
15	15	29	sny top		-0,94	-4,80	-0,19
15	15	31	sny top		-0,94	-4,80	0,19
15	15	32	sny top		1,20	-4,76	7,845E-02
15	15	30	sny top		1,20	-4,76	-7,845E-02
15	15	29	sny bunn		-1,66	-8,50	-0,34
15	15	31	sny bunn		-1,66	-8,50	0,34
15	15	32	sny bunn		2,12	-8,44	0,14
15	15	30	sny bunn		2,12	-8,44	-0,14
15	15	29	DEADee		-1,14	-5,89	-0,33
15	15	31	DEADee		-1,14	-5,89	0,33
15	15	32	DEADee		1,91	-5,81	0,17
15	15	30	DEADee		1,91	-5,81	-0,17
16	16	31	DEAD		-19,04	-98,08	-5,51
16	16	1	DEAD		-19,04	-98,08	5,51
16	16	4	DEAD		31,80	-96,78	2,79
16	16	32	DEAD		31,80	-96,78	-2,79
16	16	31	vind uniform shell		-0,71	-3,49	-4,28
16	16	1	vind uniform shell		0,41	2,08	-4,83
16	16	4	vind uniform shell		0,43	3,47	-9,32
16	16	32	vind uniform shell		-1,29	-5,10	-8,81
16	16	31	Vindsug		-0,82	-4,15	-5,04
16	16	1	Vindsug		0,25	1,18	-4,91
16	16	4	Vindsug		1,38	2,87	-9,99
16	16	32	Vindsug		-0,36	-5,81	-10,04
16	16	31	sny top		-0,94	-4,80	-0,19
16	16	1	sny top		-0,94	-4,80	0,19
16	16	4	sny top		1,20	-4,76	7,845E-02
16	16	32	sny top		1,20	-4,76	-7,845E-02
16	16	31	sny bunn		-1,66	-8,50	-0,34
16	16	1	sny bunn		-1,66	-8,50	0,34
16	16	4	sny bunn		2,12	-8,44	0,14
16	16	32	sny bunn		2,12	-8,44	-0,14
16	16	31	DEADee		-1,14	-5,89	-0,33
16	16	1	DEADee		-1,14	-5,89	0,33
16	16	4	DEADee		1,91	-5,81	0,17
16	16	32	DEADee		1,91	-5,81	-0,17

Table: Element Forces - Area Shells, Part 2 of 3

Table: Element Forces - Area Shells, Part 2 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	M11 KN-m/m	M22 KN-m/m	M12 KN-m/m
1	1	DEAD		1,5571	7,3451	-0,3855
1	2	DEAD		1,5571	7,3451	0,3855

Table: Element Forces - Area Shells, Part 2 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	M11 KN-m/m	M22 KN-m/m	M12 KN-m/m
1	3	DEAD		0,0522	-1,5511	-0,1068
1	4	DEAD		0,0522	-1,5511	0,1068
1	1	vind uniform shell		-0,0113	-0,0485	-0,0050
1	2	vind uniform shell		-0,0372	-0,1807	-0,0173
1	3	vind uniform shell		0,0102	0,0071	-0,0205
1	4	vind uniform shell		-0,0162	0,0252	-0,0227
1	1	Vindsug		-0,0130	-0,0582	-0,0028
1	2	Vindsug		-0,0315	-0,1527	-0,0131
1	3	Vindsug		0,0046	-1,445E-04	-0,0156
1	4	Vindsug		-0,0088	0,0277	-0,0184
1	1	sny top		0,0663	0,3129	-0,0164
1	2	sny top		0,0663	0,3129	0,0164
1	3	sny top		0,0039	-0,0590	-0,0042
1	4	sny top		0,0039	-0,0590	0,0042
1	1	sny bunn		0,1175	0,5547	-0,0291
1	2	sny bunn		0,1175	0,5547	0,0291
1	3	sny bunn		0,0069	-0,1048	-0,0074
1	4	sny bunn		0,0069	-0,1048	0,0074
1	1	DEADee		0,0935	0,4408	-0,0231
1	2	DEADee		0,0935	0,4408	0,0231
1	3	DEADee		0,0031	-0,0931	-0,0064
1	4	DEADee		0,0031	-0,0931	0,0064
2	2	DEAD		1,5571	7,3451	-0,3855
2	5	DEAD		1,5571	7,3451	0,3855
2	6	DEAD		0,0522	-1,5511	-0,1068
2	3	DEAD		0,0522	-1,5511	0,1068
2	2	vind uniform shell		-0,0614	-0,2869	0,0086
2	5	vind uniform shell		-0,0809	-0,3863	-0,0253
2	6	vind uniform shell		0,0014	0,0331	-0,0133
2	3	vind uniform shell		-0,0155	0,0592	-0,0219
2	2	Vindsug		-0,0522	-0,2435	0,0075
2	5	Vindsug		-0,0704	-0,3364	-0,0231
2	6	Vindsug		8,321E-04	0,0325	-0,0121
2	3	Vindsug		-0,0159	0,0454	-0,0182
2	2	sny top		0,0663	0,3129	-0,0164
2	5	sny top		0,0663	0,3129	0,0164
2	6	sny top		0,0039	-0,0590	-0,0042
2	3	sny top		0,0039	-0,0590	0,0042
2	2	sny bunn		0,1175	0,5547	-0,0291
2	5	sny bunn		0,1175	0,5547	0,0291
2	6	sny bunn		0,0069	-0,1048	-0,0074
2	3	sny bunn		0,0069	-0,1048	0,0074
2	2	DEADee		0,0935	0,4408	-0,0231
2	5	DEADee		0,0935	0,4408	0,0231
2	6	DEADee		0,0031	-0,0931	-0,0064
2	3	DEADee		0,0031	-0,0931	0,0064
3	5	DEAD		1,5571	7,3451	-0,3855
3	7	DEAD		1,5571	7,3451	0,3855

Table: Element Forces - Area Shells, Part 2 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	M11	M22	M12
				KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
3	8	DEAD		0,0522	-1,5511	-0,1068
3	6	DEAD		0,0522	-1,5511	0,1068
3	5	vind uniform shell		-0,0997	-0,4695	0,0206
3	7	vind uniform shell		-0,1121	-0,5328	-0,0312
3	8	vind uniform shell		-0,0059	0,0567	-0,0059
3	6	vind uniform shell		-0,0189	0,0753	-0,0172
3	5	Vindsug		-0,0859	-0,4040	0,0168
3	7	Vindsug		-0,0987	-0,4692	-0,0278
3	8	Vindsug		-0,0046	0,0578	-0,0051
3	6	Vindsug		-0,0142	0,0651	-0,0157
3	5	sny top		0,0663	0,3129	-0,0164
3	7	sny top		0,0663	0,3129	0,0164
3	8	sny top		0,0039	-0,0590	-0,0042
3	6	sny top		0,0039	-0,0590	0,0042
3	5	sny bunn		0,1175	0,5547	-0,0291
3	7	sny bunn		0,1175	0,5547	0,0291
3	8	sny bunn		0,0069	-0,1048	-0,0074
3	6	sny bunn		0,0069	-0,1048	0,0074
3	5	DEADee		0,0935	0,4408	-0,0231
3	7	DEADee		0,0935	0,4408	0,0231
3	8	DEADee		0,0031	-0,0931	-0,0064
3	6	DEADee		0,0031	-0,0931	0,0064
4	7	DEAD		1,5571	7,3451	-0,3855
4	9	DEAD		1,5571	7,3451	0,3855
4	10	DEAD		0,0522	-1,5511	-0,1068
4	8	DEAD		0,0522	-1,5511	0,1068
4	7	vind uniform shell		-0,1224	-0,5783	0,0286
4	9	vind uniform shell		-0,1268	-0,6009	-0,0323
4	10	vind uniform shell		-0,0125	0,0735	0,0026
4	8	vind uniform shell		-0,0171	0,0798	-0,0107
4	7	Vindsug		-0,1069	-0,5052	0,0246
4	9	Vindsug		-0,1114	-0,5278	-0,0284
4	10	Vindsug		-0,0093	0,0723	0,0027
4	8	Vindsug		-0,0126	0,0751	-0,0099
4	7	sny top		0,0663	0,3129	-0,0164
4	9	sny top		0,0663	0,3129	0,0164
4	10	sny top		0,0039	-0,0590	-0,0042
4	8	sny top		0,0039	-0,0590	0,0042
4	7	sny bunn		0,1175	0,5547	-0,0291
4	9	sny bunn		0,1175	0,5547	0,0291
4	10	sny bunn		0,0069	-0,1048	-0,0074
4	8	sny bunn		0,0069	-0,1048	0,0074
4	7	DEADee		0,0935	0,4408	-0,0231
4	9	DEADee		0,0935	0,4408	0,0231
4	10	DEADee		0,0031	-0,0931	-0,0064
4	8	DEADee		0,0031	-0,0931	0,0064
5	9	DEAD		1,5571	7,3451	-0,3855
5	11	DEAD		1,5571	7,3451	0,3855

Table: Element Forces - Area Shells, Part 2 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	M11	M22	M12
				KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
5	12	DEAD		0,0522	-1,5511	-0,1068
5	10	DEAD		0,0522	-1,5511	0,1068
5	9	vind uniform shell		-0,1268	-0,6009	0,0323
5	11	vind uniform shell		-0,1224	-0,5783	-0,0286
5	12	vind uniform shell		-0,0171	0,0798	0,0107
5	10	vind uniform shell		-0,0125	0,0735	-0,0026
5	9	Vindsug		-0,1114	-0,5278	0,0284
5	11	Vindsug		-0,1069	-0,5052	-0,0246
5	12	Vindsug		-0,0126	0,0751	0,0099
5	10	Vindsug		-0,0093	0,0723	-0,0027
5	9	sny top		0,0663	0,3129	-0,0164
5	11	sny top		0,0663	0,3129	0,0164
5	12	sny top		0,0039	-0,0590	-0,0042
5	10	sny top		0,0039	-0,0590	0,0042
5	9	sny bunn		0,1175	0,5547	-0,0291
5	11	sny bunn		0,1175	0,5547	0,0291
5	12	sny bunn		0,0069	-0,1048	-0,0074
5	10	sny bunn		0,0069	-0,1048	0,0074
5	9	DEADee		0,0935	0,4408	-0,0231
5	11	DEADee		0,0935	0,4408	0,0231
5	12	DEADee		0,0031	-0,0931	-0,0064
5	10	DEADee		0,0031	-0,0931	0,0064
6	11	DEAD		1,5571	7,3451	-0,3855
6	13	DEAD		1,5571	7,3451	0,3855
6	14	DEAD		0,0522	-1,5511	-0,1068
6	12	DEAD		0,0522	-1,5511	0,1068
6	11	vind uniform shell		-0,1121	-0,5328	0,0312
6	13	vind uniform shell		-0,0997	-0,4695	-0,0206
6	14	vind uniform shell		-0,0189	0,0753	0,0172
6	12	vind uniform shell		-0,0059	0,0567	0,0059
6	11	Vindsug		-0,0987	-0,4692	0,0278
6	13	Vindsug		-0,0859	-0,4040	-0,0168
6	14	Vindsug		-0,0142	0,0651	0,0157
6	12	Vindsug		-0,0046	0,0578	0,0051
6	11	sny top		0,0663	0,3129	-0,0164
6	13	sny top		0,0663	0,3129	0,0164
6	14	sny top		0,0039	-0,0590	-0,0042
6	12	sny top		0,0039	-0,0590	0,0042
6	11	sny bunn		0,1175	0,5547	-0,0291
6	13	sny bunn		0,1175	0,5547	0,0291
6	14	sny bunn		0,0069	-0,1048	-0,0074
6	12	sny bunn		0,0069	-0,1048	0,0074
6	11	DEADee		0,0935	0,4408	-0,0231
6	13	DEADee		0,0935	0,4408	0,0231
6	14	DEADee		0,0031	-0,0931	-0,0064
6	12	DEADee		0,0031	-0,0931	0,0064
7	13	DEAD		1,5571	7,3451	-0,3855
7	15	DEAD		1,5571	7,3451	0,3855

Table: Element Forces - Area Shells, Part 2 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	M11	M22	M12
				KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
7	16	DEAD		0,0522	-1,5511	-0,1068
7	14	DEAD		0,0522	-1,5511	0,1068
7	13	vind uniform shell		-0,0809	-0,3863	0,0253
7	15	vind uniform shell		-0,0614	-0,2869	-0,0086
7	16	vind uniform shell		-0,0155	0,0592	0,0219
7	14	vind uniform shell		0,0014	0,0331	0,0133
7	13	Vindsug		-0,0704	-0,3364	0,0231
7	15	Vindsug		-0,0522	-0,2435	-0,0075
7	16	Vindsug		-0,0159	0,0454	0,0182
7	14	Vindsug		8,321E-04	0,0325	0,0121
7	13	sny top		0,0663	0,3129	-0,0164
7	15	sny top		0,0663	0,3129	0,0164
7	16	sny top		0,0039	-0,0590	-0,0042
7	14	sny top		0,0039	-0,0590	0,0042
7	13	sny bunn		0,1175	0,5547	-0,0291
7	15	sny bunn		0,1175	0,5547	0,0291
7	16	sny bunn		0,0069	-0,1048	-0,0074
7	14	sny bunn		0,0069	-0,1048	0,0074
7	13	DEADee		0,0935	0,4408	-0,0231
7	15	DEADee		0,0935	0,4408	0,0231
7	16	DEADee		0,0031	-0,0931	-0,0064
7	14	DEADee		0,0031	-0,0931	0,0064
8	15	DEAD		1,5571	7,3451	-0,3855
8	17	DEAD		1,5571	7,3451	0,3855
8	18	DEAD		0,0522	-1,5511	-0,1068
8	16	DEAD		0,0522	-1,5511	0,1068
8	15	vind uniform shell		-0,0372	-0,1807	0,0173
8	17	vind uniform shell		-0,0113	-0,0485	0,0050
8	18	vind uniform shell		-0,0162	0,0252	0,0227
8	16	vind uniform shell		0,0102	0,0071	0,0205
8	15	Vindsug		-0,0315	-0,1527	0,0131
8	17	Vindsug		-0,0130	-0,0582	0,0028
8	18	Vindsug		-0,0088	0,0277	0,0184
8	16	Vindsug		0,0046	-1,445E-04	0,0156
8	15	sny top		0,0663	0,3129	-0,0164
8	17	sny top		0,0663	0,3129	0,0164
8	18	sny top		0,0039	-0,0590	-0,0042
8	16	sny top		0,0039	-0,0590	0,0042
8	15	sny bunn		0,1175	0,5547	-0,0291
8	17	sny bunn		0,1175	0,5547	0,0291
8	18	sny bunn		0,0069	-0,1048	-0,0074
8	16	sny bunn		0,0069	-0,1048	0,0074
8	15	DEADee		0,0935	0,4408	-0,0231
8	17	DEADee		0,0935	0,4408	0,0231
8	18	DEADee		0,0031	-0,0931	-0,0064
8	16	DEADee		0,0031	-0,0931	0,0064
9	17	DEAD		1,5571	7,3451	-0,3855
9	19	DEAD		1,5571	7,3451	0,3855

Table: Element Forces - Area Shells, Part 2 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	M11	M22	M12
				KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
9	20	DEAD		0,0522	-1,5511	-0,1068
9	18	DEAD		0,0522	-1,5511	0,1068
9	17	vind uniform shell		0,0129	0,0579	0,0028
9	19	vind uniform shell		0,0314	0,1521	0,0131
9	20	vind uniform shell		-0,0046	1,440E-04	0,0155
9	18	vind uniform shell		0,0088	-0,0276	0,0184
9	17	Vindsug		0,0113	0,0487	0,0050
9	19	Vindsug		0,0373	0,1814	0,0173
9	20	Vindsug		-0,0102	-0,0071	0,0205
9	18	Vindsug		0,0163	-0,0253	0,0228
9	17	sny top		0,0663	0,3129	-0,0164
9	19	sny top		0,0663	0,3129	0,0164
9	20	sny top		0,0039	-0,0590	-0,0042
9	18	sny top		0,0039	-0,0590	0,0042
9	17	sny bunn		0,1175	0,5547	-0,0291
9	19	sny bunn		0,1175	0,5547	0,0291
9	20	sny bunn		0,0069	-0,1048	-0,0074
9	18	sny bunn		0,0069	-0,1048	0,0074
9	17	DEADee		0,0935	0,4408	-0,0231
9	19	DEADee		0,0935	0,4408	0,0231
9	20	DEADee		0,0031	-0,0931	-0,0064
9	18	DEADee		0,0031	-0,0931	0,0064
10	19	DEAD		1,5571	7,3451	-0,3855
10	21	DEAD		1,5571	7,3451	0,3855
10	22	DEAD		0,0522	-1,5511	-0,1068
10	20	DEAD		0,0522	-1,5511	0,1068
10	19	vind uniform shell		0,0520	0,2426	-0,0074
10	21	vind uniform shell		0,0701	0,3352	0,0230
10	22	vind uniform shell		-8,291E-04	-0,0324	0,0121
10	20	vind uniform shell		0,0159	-0,0452	0,0181
10	19	Vindsug		0,0616	0,2880	-0,0086
10	21	Vindsug		0,0811	0,3877	0,0254
10	22	Vindsug		-0,0014	-0,0333	0,0134
10	20	Vindsug		0,0156	-0,0595	0,0220
10	19	sny top		0,0663	0,3129	-0,0164
10	21	sny top		0,0663	0,3129	0,0164
10	22	sny top		0,0039	-0,0590	-0,0042
10	20	sny top		0,0039	-0,0590	0,0042
10	19	sny bunn		0,1175	0,5547	-0,0291
10	21	sny bunn		0,1175	0,5547	0,0291
10	22	sny bunn		0,0069	-0,1048	-0,0074
10	20	sny bunn		0,0069	-0,1048	0,0074
10	19	DEADee		0,0935	0,4408	-0,0231
10	21	DEADee		0,0935	0,4408	0,0231
10	22	DEADee		0,0031	-0,0931	-0,0064
10	20	DEADee		0,0031	-0,0931	0,0064
11	21	DEAD		1,5571	7,3451	-0,3855
11	23	DEAD		1,5571	7,3451	0,3855

Table: Element Forces - Area Shells, Part 2 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	M11	M22	M12
				KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
11	24	DEAD		0,0522	-1,5511	-0,1068
11	22	DEAD		0,0522	-1,5511	0,1068
11	21	vind uniform shell		0,0855	0,4025	-0,0168
11	23	vind uniform shell		0,0983	0,4674	0,0277
11	24	vind uniform shell		0,0046	-0,0576	0,0050
11	22	vind uniform shell		0,0142	-0,0649	0,0156
11	21	Vindsug		0,1001	0,4712	-0,0207
11	23	Vindsug		0,1125	0,5347	0,0313
11	24	Vindsug		0,0060	-0,0569	0,0059
11	22	Vindsug		0,0189	-0,0756	0,0172
11	21	sny top		0,0663	0,3129	-0,0164
11	23	sny top		0,0663	0,3129	0,0164
11	24	sny top		0,0039	-0,0590	-0,0042
11	22	sny top		0,0039	-0,0590	0,0042
11	21	sny bunn		0,1175	0,5547	-0,0291
11	23	sny bunn		0,1175	0,5547	0,0291
11	24	sny bunn		0,0069	-0,1048	-0,0074
11	22	sny bunn		0,0069	-0,1048	0,0074
11	21	DEADee		0,0935	0,4408	-0,0231
11	23	DEADee		0,0935	0,4408	0,0231
11	24	DEADee		0,0031	-0,0931	-0,0064
11	22	DEADee		0,0031	-0,0931	0,0064
12	23	DEAD		1,5571	7,3451	-0,3855
12	25	DEAD		1,5571	7,3451	0,3855
12	26	DEAD		0,0522	-1,5511	-0,1068
12	24	DEAD		0,0522	-1,5511	0,1068
12	23	vind uniform shell		0,1066	0,5033	-0,0245
12	25	vind uniform shell		0,1110	0,5258	0,0283
12	26	vind uniform shell		0,0093	-0,0720	-0,0027
12	24	vind uniform shell		0,0126	-0,0748	0,0099
12	23	Vindsug		0,1228	0,5805	-0,0287
12	25	Vindsug		0,1272	0,6031	0,0325
12	26	Vindsug		0,0125	-0,0738	-0,0026
12	24	Vindsug		0,0171	-0,0801	0,0107
12	23	sny top		0,0663	0,3129	-0,0164
12	25	sny top		0,0663	0,3129	0,0164
12	26	sny top		0,0039	-0,0590	-0,0042
12	24	sny top		0,0039	-0,0590	0,0042
12	23	sny bunn		0,1175	0,5547	-0,0291
12	25	sny bunn		0,1175	0,5547	0,0291
12	26	sny bunn		0,0069	-0,1048	-0,0074
12	24	sny bunn		0,0069	-0,1048	0,0074
12	23	DEADee		0,0935	0,4408	-0,0231
12	25	DEADee		0,0935	0,4408	0,0231
12	26	DEADee		0,0031	-0,0931	-0,0064
12	24	DEADee		0,0031	-0,0931	0,0064
13	25	DEAD		1,5571	7,3451	-0,3855
13	27	DEAD		1,5571	7,3451	0,3855

Table: Element Forces - Area Shells, Part 2 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	M11	M22	M12
				KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
13	28	DEAD		0,0522	-1,5511	-0,1068
13	26	DEAD		0,0522	-1,5511	0,1068
13	25	vind uniform shell		0,1110	0,5258	-0,0283
13	27	vind uniform shell		0,1066	0,5033	0,0245
13	28	vind uniform shell		0,0126	-0,0748	-0,0099
13	26	vind uniform shell		0,0093	-0,0720	0,0027
13	25	Vindsug		0,1272	0,6031	-0,0325
13	27	Vindsug		0,1228	0,5805	0,0287
13	28	Vindsug		0,0171	-0,0801	-0,0107
13	26	Vindsug		0,0125	-0,0738	0,0026
13	25	sny top		0,0663	0,3129	-0,0164
13	27	sny top		0,0663	0,3129	0,0164
13	28	sny top		0,0039	-0,0590	-0,0042
13	26	sny top		0,0039	-0,0590	0,0042
13	25	sny bunn		0,1175	0,5547	-0,0291
13	27	sny bunn		0,1175	0,5547	0,0291
13	28	sny bunn		0,0069	-0,1048	-0,0074
13	26	sny bunn		0,0069	-0,1048	0,0074
13	25	DEADee		0,0935	0,4408	-0,0231
13	27	DEADee		0,0935	0,4408	0,0231
13	28	DEADee		0,0031	-0,0931	-0,0064
13	26	DEADee		0,0031	-0,0931	0,0064
14	27	DEAD		1,5571	7,3451	-0,3855
14	29	DEAD		1,5571	7,3451	0,3855
14	30	DEAD		0,0522	-1,5511	-0,1068
14	28	DEAD		0,0522	-1,5511	0,1068
14	27	vind uniform shell		0,0983	0,4674	-0,0277
14	29	vind uniform shell		0,0855	0,4025	0,0168
14	30	vind uniform shell		0,0142	-0,0649	-0,0156
14	28	vind uniform shell		0,0046	-0,0576	-0,0050
14	27	Vindsug		0,1125	0,5347	-0,0313
14	29	Vindsug		0,1001	0,4712	0,0207
14	30	Vindsug		0,0189	-0,0756	-0,0172
14	28	Vindsug		0,0060	-0,0569	-0,0059
14	27	sny top		0,0663	0,3129	-0,0164
14	29	sny top		0,0663	0,3129	0,0164
14	30	sny top		0,0039	-0,0590	-0,0042
14	28	sny top		0,0039	-0,0590	0,0042
14	27	sny bunn		0,1175	0,5547	-0,0291
14	29	sny bunn		0,1175	0,5547	0,0291
14	30	sny bunn		0,0069	-0,1048	-0,0074
14	28	sny bunn		0,0069	-0,1048	0,0074
14	27	DEADee		0,0935	0,4408	-0,0231
14	29	DEADee		0,0935	0,4408	0,0231
14	30	DEADee		0,0031	-0,0931	-0,0064
14	28	DEADee		0,0031	-0,0931	0,0064
15	29	DEAD		1,5571	7,3451	-0,3855
15	31	DEAD		1,5571	7,3451	0,3855

Table: Element Forces - Area Shells, Part 2 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	M11	M22	M12
				KN-m/m	KN-m/m	KN-m/m
15	32	DEAD		0,0522	-1,5511	-0,1068
15	30	DEAD		0,0522	-1,5511	0,1068
15	29	vind uniform shell		0,0701	0,3352	-0,0230
15	31	vind uniform shell		0,0520	0,2426	0,0074
15	32	vind uniform shell		0,0159	-0,0452	-0,0181
15	30	vind uniform shell		-8,291E-04	-0,0324	-0,0121
15	29	Vindsug		0,0811	0,3877	-0,0254
15	31	Vindsug		0,0616	0,2880	0,0086
15	32	Vindsug		0,0156	-0,0595	-0,0220
15	30	Vindsug		-0,0014	-0,0333	-0,0134
15	29	sny top		0,0663	0,3129	-0,0164
15	31	sny top		0,0663	0,3129	0,0164
15	32	sny top		0,0039	-0,0590	-0,0042
15	30	sny top		0,0039	-0,0590	0,0042
15	29	sny bunn		0,1175	0,5547	-0,0291
15	31	sny bunn		0,1175	0,5547	0,0291
15	32	sny bunn		0,0069	-0,1048	-0,0074
15	30	sny bunn		0,0069	-0,1048	0,0074
15	29	DEADee		0,0935	0,4408	-0,0231
15	31	DEADee		0,0935	0,4408	0,0231
15	32	DEADee		0,0031	-0,0931	-0,0064
15	30	DEADee		0,0031	-0,0931	0,0064
16	31	DEAD		1,5571	7,3451	-0,3855
16	1	DEAD		1,5571	7,3451	0,3855
16	4	DEAD		0,0522	-1,5511	-0,1068
16	32	DEAD		0,0522	-1,5511	0,1068
16	31	vind uniform shell		0,0314	0,1521	-0,0131
16	1	vind uniform shell		0,0129	0,0579	-0,0028
16	4	vind uniform shell		0,0088	-0,0276	-0,0184
16	32	vind uniform shell		-0,0046	1,440E-04	-0,0155
16	31	Vindsug		0,0373	0,1814	-0,0173
16	1	Vindsug		0,0113	0,0487	-0,0050
16	4	Vindsug		0,0163	-0,0253	-0,0228
16	32	Vindsug		-0,0102	-0,0071	-0,0205
16	31	sny top		0,0663	0,3129	-0,0164
16	1	sny top		0,0663	0,3129	0,0164
16	4	sny top		0,0039	-0,0590	-0,0042
16	32	sny top		0,0039	-0,0590	0,0042
16	31	sny bunn		0,1175	0,5547	-0,0291
16	1	sny bunn		0,1175	0,5547	0,0291
16	4	sny bunn		0,0069	-0,1048	-0,0074
16	32	sny bunn		0,0069	-0,1048	0,0074
16	31	DEADee		0,0935	0,4408	-0,0231
16	1	DEADee		0,0935	0,4408	0,0231
16	4	DEADee		0,0031	-0,0931	-0,0064
16	32	DEADee		0,0031	-0,0931	0,0064

Table: Element Forces - Area Shells, Part 3 of 3

Table: Element Forces - Area Shells, Part 3 of 3					
Area	Joint	OutputCase	StepType	V13 KN/m	V23 KN/m
1	1	DEAD		-0,65	10,41
1	2	DEAD		0,65	10,41
1	3	DEAD		0,58	10,92
1	4	DEAD		-0,58	10,92
1	1	vind uniform shell		3,558E-02	-7,402E-02
1	2	vind uniform shell		1,616E-02	-0,23
1	3	vind uniform shell		-8,875E-03	-0,23
1	4	vind uniform shell		8,530E-03	-8,970E-02
1	1	Vindsug		2,918E-02	-9,248E-02
1	2	Vindsug		1,174E-02	-0,19
1	3	Vindsug		-3,419E-03	-0,19
1	4	Vindsug		1,222E-02	-0,10
1	1	sny top		-2,731E-02	0,44
1	2	sny top		2,731E-02	0,44
1	3	sny top		2,448E-02	0,46
1	4	sny top		-2,448E-02	0,46
1	1	sny bunn		-4,842E-02	0,77
1	2	sny bunn		4,842E-02	0,77
1	3	sny bunn		4,340E-02	0,81
1	4	sny bunn		-4,340E-02	0,81
1	1	DEADee		-3,907E-02	0,62
1	2	DEADee		3,907E-02	0,62
1	3	DEADee		3,503E-02	0,66
1	4	DEADee		-3,503E-02	0,66
2	2	DEAD		-0,65	10,41
2	5	DEAD		0,65	10,41
2	6	DEAD		0,58	10,92
2	3	DEAD		-0,58	10,92
2	2	vind uniform shell		4,924E-02	-0,40
2	5	vind uniform shell		-6,996E-03	-0,50
2	6	vind uniform shell		-2,230E-02	-0,52
2	3	vind uniform shell		2,811E-02	-0,42
2	2	Vindsug		4,253E-02	-0,33
2	5	Vindsug		-6,207E-03	-0,44
2	6	Vindsug		-2,118E-02	-0,45
2	3	Vindsug		2,251E-02	-0,35
2	2	sny top		-2,731E-02	0,44
2	5	sny top		2,731E-02	0,44
2	6	sny top		2,448E-02	0,46
2	3	sny top		-2,448E-02	0,46
2	2	sny bunn		-4,842E-02	0,77
2	5	sny bunn		4,842E-02	0,77
2	6	sny bunn		4,340E-02	0,81
2	3	sny bunn		-4,340E-02	0,81
2	2	DEADee		-3,907E-02	0,62
2	5	DEADee		3,907E-02	0,62

Table: Element Forces - Area Shells, Part 3 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	V13 KN/m	V23 KN/m
2	6	DEADee		3,503E-02	0,66
2	3	DEADee		-3,503E-02	0,66
3	5	DEAD		-0,65	10,41
3	7	DEAD		0,65	10,41
3	8	DEAD		0,58	10,92
3	6	DEAD		-0,58	10,92
3	5	vind uniform shell		5,567E-02	-0,63
3	7	vind uniform shell		-2,810E-02	-0,69
3	8	vind uniform shell		-3,634E-02	-0,72
3	6	vind uniform shell		3,875E-02	-0,67
3	5	Vindsug		4,913E-02	-0,54
3	7	Vindsug		-2,421E-02	-0,62
3	8	Vindsug		-3,168E-02	-0,65
3	6	Vindsug		3,406E-02	-0,58
3	5	sny top		-2,731E-02	0,44
3	7	sny top		2,731E-02	0,44
3	8	sny top		2,448E-02	0,46
3	6	sny top		-2,448E-02	0,46
3	5	sny bunn		-4,842E-02	0,77
3	7	sny bunn		4,842E-02	0,77
3	8	sny bunn		4,340E-02	0,81
3	6	sny bunn		-4,340E-02	0,81
3	5	DEADee		-3,907E-02	0,62
3	7	DEADee		3,907E-02	0,62
3	8	DEADee		3,503E-02	0,66
3	6	DEADee		-3,503E-02	0,66
4	7	DEAD		-0,65	10,41
4	9	DEAD		0,65	10,41
4	10	DEAD		0,58	10,92
4	8	DEAD		-0,58	10,92
4	7	vind uniform shell		5,408E-02	-0,77
4	9	vind uniform shell		-4,435E-02	-0,79
4	10	vind uniform shell		-4,374E-02	-0,83
4	8	vind uniform shell		4,449E-02	-0,81
4	7	Vindsug		4,780E-02	-0,68
4	9	Vindsug		-3,909E-02	-0,70
4	10	Vindsug		-3,848E-02	-0,74
4	8	Vindsug		3,941E-02	-0,71
4	7	sny top		-2,731E-02	0,44
4	9	sny top		2,731E-02	0,44
4	10	sny top		2,448E-02	0,46
4	8	sny top		-2,448E-02	0,46
4	7	sny bunn		-4,842E-02	0,77
4	9	sny bunn		4,842E-02	0,77
4	10	sny bunn		4,340E-02	0,81
4	8	sny bunn		-4,340E-02	0,81
4	7	DEADee		-3,907E-02	0,62
4	9	DEADee		3,907E-02	0,62

Table: Element Forces - Area Shells, Part 3 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	V13 KN/m	V23 KN/m
4	10	DEADee		3,503E-02	0,66
4	8	DEADee		-3,503E-02	0,66
5	9	DEAD		-0,65	10,41
5	11	DEAD		0,65	10,41
5	12	DEAD		0,58	10,92
5	10	DEAD		-0,58	10,92
5	9	vind uniform shell		4,435E-02	-0,79
5	11	vind uniform shell		-5,408E-02	-0,77
5	12	vind uniform shell		-4,449E-02	-0,81
5	10	vind uniform shell		4,374E-02	-0,83
5	9	Vindsug		3,909E-02	-0,70
5	11	Vindsug		-4,780E-02	-0,68
5	12	Vindsug		-3,941E-02	-0,71
5	10	Vindsug		3,848E-02	-0,74
5	9	sny top		-2,731E-02	0,44
5	11	sny top		2,731E-02	0,44
5	12	sny top		2,448E-02	0,46
5	10	sny top		-2,448E-02	0,46
5	9	sny bunn		-4,842E-02	0,77
5	11	sny bunn		4,842E-02	0,77
5	12	sny bunn		4,340E-02	0,81
5	10	sny bunn		-4,340E-02	0,81
5	9	DEADee		-3,907E-02	0,62
5	11	DEADee		3,907E-02	0,62
5	12	DEADee		3,503E-02	0,66
5	10	DEADee		-3,503E-02	0,66
6	11	DEAD		-0,65	10,41
6	13	DEAD		0,65	10,41
6	14	DEAD		0,58	10,92
6	12	DEAD		-0,58	10,92
6	11	vind uniform shell		2,810E-02	-0,69
6	13	vind uniform shell		-5,567E-02	-0,63
6	14	vind uniform shell		-3,875E-02	-0,67
6	12	vind uniform shell		3,634E-02	-0,72
6	11	Vindsug		2,421E-02	-0,62
6	13	Vindsug		-4,913E-02	-0,54
6	14	Vindsug		-3,406E-02	-0,58
6	12	Vindsug		3,168E-02	-0,65
6	11	sny top		-2,731E-02	0,44
6	13	sny top		2,731E-02	0,44
6	14	sny top		2,448E-02	0,46
6	12	sny top		-2,448E-02	0,46
6	11	sny bunn		-4,842E-02	0,77
6	13	sny bunn		4,842E-02	0,77
6	14	sny bunn		4,340E-02	0,81
6	12	sny bunn		-4,340E-02	0,81
6	11	DEADee		-3,907E-02	0,62
6	13	DEADee		3,907E-02	0,62

Table: Element Forces - Area Shells, Part 3 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	V13 KN/m	V23 KN/m
6	14	DEADee		3,503E-02	0,66
6	12	DEADee		-3,503E-02	0,66
7	13	DEAD		-0,65	10,41
7	15	DEAD		0,65	10,41
7	16	DEAD		0,58	10,92
7	14	DEAD		-0,58	10,92
7	13	vind uniform shell		6,996E-03	-0,50
7	15	vind uniform shell		-4,924E-02	-0,40
7	16	vind uniform shell		-2,811E-02	-0,42
7	14	vind uniform shell		2,230E-02	-0,52
7	13	Vindsug		6,207E-03	-0,44
7	15	Vindsug		-4,253E-02	-0,33
7	16	Vindsug		-2,251E-02	-0,35
7	14	Vindsug		2,118E-02	-0,45
7	13	sny top		-2,731E-02	0,44
7	15	sny top		2,731E-02	0,44
7	16	sny top		2,448E-02	0,46
7	14	sny top		-2,448E-02	0,46
7	13	sny bunn		-4,842E-02	0,77
7	15	sny bunn		4,842E-02	0,77
7	16	sny bunn		4,340E-02	0,81
7	14	sny bunn		-4,340E-02	0,81
7	13	DEADee		-3,907E-02	0,62
7	15	DEADee		3,907E-02	0,62
7	16	DEADee		3,503E-02	0,66
7	14	DEADee		-3,503E-02	0,66
8	15	DEAD		-0,65	10,41
8	17	DEAD		0,65	10,41
8	18	DEAD		0,58	10,92
8	16	DEAD		-0,58	10,92
8	15	vind uniform shell		-1,616E-02	-0,23
8	17	vind uniform shell		-3,558E-02	-7,402E-02
8	18	vind uniform shell		-8,530E-03	-8,970E-02
8	16	vind uniform shell		8,875E-03	-0,23
8	15	Vindsug		-1,174E-02	-0,19
8	17	Vindsug		-2,918E-02	-9,248E-02
8	18	Vindsug		-1,222E-02	-0,10
8	16	Vindsug		3,419E-03	-0,19
8	15	sny top		-2,731E-02	0,44
8	17	sny top		2,731E-02	0,44
8	18	sny top		2,448E-02	0,46
8	16	sny top		-2,448E-02	0,46
8	15	sny bunn		-4,842E-02	0,77
8	17	sny bunn		4,842E-02	0,77
8	18	sny bunn		4,340E-02	0,81
8	16	sny bunn		-4,340E-02	0,81
8	15	DEADee		-3,907E-02	0,62
8	17	DEADee		3,907E-02	0,62

Table: Element Forces - Area Shells, Part 3 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	V13 KN/m	V23 KN/m
8	18	DEADee		3,503E-02	0,66
8	16	DEADee		-3,503E-02	0,66
9	17	DEAD		-0,65	10,41
9	19	DEAD		0,65	10,41
9	20	DEAD		0,58	10,92
9	18	DEAD		-0,58	10,92
9	17	vind uniform shell		-2,908E-02	9,214E-02
9	19	vind uniform shell		-1,170E-02	0,19
9	20	vind uniform shell		3,406E-03	0,19
9	18	vind uniform shell		-1,218E-02	0,10
9	17	Vindsug		-3,571E-02	7,429E-02
9	19	Vindsug		-1,622E-02	0,23
9	20	Vindsug		8,907E-03	0,23
9	18	Vindsug		-8,562E-03	9,003E-02
9	17	sny top		-2,731E-02	0,44
9	19	sny top		2,731E-02	0,44
9	20	sny top		2,448E-02	0,46
9	18	sny top		-2,448E-02	0,46
9	17	sny bunn		-4,842E-02	0,77
9	19	sny bunn		4,842E-02	0,77
9	20	sny bunn		4,340E-02	0,81
9	18	sny bunn		-4,340E-02	0,81
9	17	DEADee		-3,907E-02	0,62
9	19	DEADee		3,907E-02	0,62
9	20	DEADee		3,503E-02	0,66
9	18	DEADee		-3,503E-02	0,66
10	19	DEAD		-0,65	10,41
10	21	DEAD		0,65	10,41
10	22	DEAD		0,58	10,92
10	20	DEAD		-0,58	10,92
10	19	vind uniform shell		-4,237E-02	0,33
10	21	vind uniform shell		6,184E-03	0,44
10	22	vind uniform shell		2,110E-02	0,45
10	20	vind uniform shell		-2,242E-02	0,35
10	19	Vindsug		-4,942E-02	0,40
10	21	Vindsug		7,022E-03	0,50
10	22	Vindsug		2,238E-02	0,52
10	20	Vindsug		-2,822E-02	0,43
10	19	sny top		-2,731E-02	0,44
10	21	sny top		2,731E-02	0,44
10	22	sny top		2,448E-02	0,46
10	20	sny top		-2,448E-02	0,46
10	19	sny bunn		-4,842E-02	0,77
10	21	sny bunn		4,842E-02	0,77
10	22	sny bunn		4,340E-02	0,81
10	20	sny bunn		-4,340E-02	0,81
10	19	DEADee		-3,907E-02	0,62
10	21	DEADee		3,907E-02	0,62

Table: Element Forces - Area Shells, Part 3 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	V13 KN/m	V23 KN/m
10	22	DEADee		3,503E-02	0,66
10	20	DEADee		-3,503E-02	0,66
11	21	DEAD		-0,65	10,41
11	23	DEAD		0,65	10,41
11	24	DEAD		0,58	10,92
11	22	DEAD		-0,58	10,92
11	21	vind uniform shell		-4,895E-02	0,54
11	23	vind uniform shell		2,412E-02	0,62
11	24	vind uniform shell		3,156E-02	0,64
11	22	vind uniform shell		-3,393E-02	0,57
11	21	Vindsug		-5,588E-02	0,63
11	23	Vindsug		2,820E-02	0,70
11	24	Vindsug		3,648E-02	0,73
11	22	Vindsug		-3,889E-02	0,67
11	21	sny top		-2,731E-02	0,44
11	23	sny top		2,731E-02	0,44
11	24	sny top		2,448E-02	0,46
11	22	sny top		-2,448E-02	0,46
11	21	sny bunn		-4,842E-02	0,77
11	23	sny bunn		4,842E-02	0,77
11	24	sny bunn		4,340E-02	0,81
11	22	sny bunn		-4,340E-02	0,81
11	21	DEADee		-3,907E-02	0,62
11	23	DEADee		3,907E-02	0,62
11	24	DEADee		3,503E-02	0,66
11	22	DEADee		-3,503E-02	0,66
12	23	DEAD		-0,65	10,41
12	25	DEAD		0,65	10,41
12	26	DEAD		0,58	10,92
12	24	DEAD		-0,58	10,92
12	23	vind uniform shell		-4,762E-02	0,67
12	25	vind uniform shell		3,895E-02	0,70
12	26	vind uniform shell		3,834E-02	0,73
12	24	vind uniform shell		-3,926E-02	0,71
12	23	Vindsug		-5,428E-02	0,77
12	25	Vindsug		4,452E-02	0,79
12	26	Vindsug		4,390E-02	0,83
12	24	Vindsug		-4,466E-02	0,81
12	23	sny top		-2,731E-02	0,44
12	25	sny top		2,731E-02	0,44
12	26	sny top		2,448E-02	0,46
12	24	sny top		-2,448E-02	0,46
12	23	sny bunn		-4,842E-02	0,77
12	25	sny bunn		4,842E-02	0,77
12	26	sny bunn		4,340E-02	0,81
12	24	sny bunn		-4,340E-02	0,81
12	23	DEADee		-3,907E-02	0,62
12	25	DEADee		3,907E-02	0,62

Table: Element Forces - Area Shells, Part 3 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	V13 KN/m	V23 KN/m
12	26	DEADee		3,503E-02	0,66
12	24	DEADee		-3,503E-02	0,66
13	25	DEAD		-0,65	10,41
13	27	DEAD		0,65	10,41
13	28	DEAD		0,58	10,92
13	26	DEAD		-0,58	10,92
13	25	vind uniform shell		-3,895E-02	0,70
13	27	vind uniform shell		4,762E-02	0,67
13	28	vind uniform shell		3,926E-02	0,71
13	26	vind uniform shell		-3,834E-02	0,73
13	25	Vindsug		-4,452E-02	0,79
13	27	Vindsug		5,428E-02	0,77
13	28	Vindsug		4,466E-02	0,81
13	26	Vindsug		-4,390E-02	0,83
13	25	sny top		-2,731E-02	0,44
13	27	sny top		2,731E-02	0,44
13	28	sny top		2,448E-02	0,46
13	26	sny top		-2,448E-02	0,46
13	25	sny bunn		-4,842E-02	0,77
13	27	sny bunn		4,842E-02	0,77
13	28	sny bunn		4,340E-02	0,81
13	26	sny bunn		-4,340E-02	0,81
13	25	DEADee		-3,907E-02	0,62
13	27	DEADee		3,907E-02	0,62
13	28	DEADee		3,503E-02	0,66
13	26	DEADee		-3,503E-02	0,66
14	27	DEAD		-0,65	10,41
14	29	DEAD		0,65	10,41
14	30	DEAD		0,58	10,92
14	28	DEAD		-0,58	10,92
14	27	vind uniform shell		-2,412E-02	0,62
14	29	vind uniform shell		4,895E-02	0,54
14	30	vind uniform shell		3,393E-02	0,57
14	28	vind uniform shell		-3,156E-02	0,64
14	27	Vindsug		-2,820E-02	0,70
14	29	Vindsug		5,588E-02	0,63
14	30	Vindsug		3,889E-02	0,67
14	28	Vindsug		-3,648E-02	0,73
14	27	sny top		-2,731E-02	0,44
14	29	sny top		2,731E-02	0,44
14	30	sny top		2,448E-02	0,46
14	28	sny top		-2,448E-02	0,46
14	27	sny bunn		-4,842E-02	0,77
14	29	sny bunn		4,842E-02	0,77
14	30	sny bunn		4,340E-02	0,81
14	28	sny bunn		-4,340E-02	0,81
14	27	DEADee		-3,907E-02	0,62
14	29	DEADee		3,907E-02	0,62

Table: Element Forces - Area Shells, Part 3 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	V13 KN/m	V23 KN/m
14	30	DEADee		3,503E-02	0,66
14	28	DEADee		-3,503E-02	0,66
15	29	DEAD		-0,65	10,41
15	31	DEAD		0,65	10,41
15	32	DEAD		0,58	10,92
15	30	DEAD		-0,58	10,92
15	29	vind uniform shell		-6,184E-03	0,44
15	31	vind uniform shell		4,237E-02	0,33
15	32	vind uniform shell		2,242E-02	0,35
15	30	vind uniform shell		-2,110E-02	0,45
15	29	Vindsug		-7,022E-03	0,50
15	31	Vindsug		4,942E-02	0,40
15	32	Vindsug		2,822E-02	0,43
15	30	Vindsug		-2,238E-02	0,52
15	29	sny top		-2,731E-02	0,44
15	31	sny top		2,731E-02	0,44
15	32	sny top		2,448E-02	0,46
15	30	sny top		-2,448E-02	0,46
15	29	sny bunn		-4,842E-02	0,77
15	31	sny bunn		4,842E-02	0,77
15	32	sny bunn		4,340E-02	0,81
15	30	sny bunn		-4,340E-02	0,81
15	29	DEADee		-3,907E-02	0,62
15	31	DEADee		3,907E-02	0,62
15	32	DEADee		3,503E-02	0,66
15	30	DEADee		-3,503E-02	0,66
16	31	DEAD		-0,65	10,41
16	1	DEAD		0,65	10,41
16	4	DEAD		0,58	10,92
16	32	DEAD		-0,58	10,92
16	31	vind uniform shell		1,170E-02	0,19
16	1	vind uniform shell		2,908E-02	9,214E-02
16	4	vind uniform shell		1,218E-02	0,10
16	32	vind uniform shell		-3,406E-03	0,19
16	31	Vindsug		1,622E-02	0,23
16	1	Vindsug		3,571E-02	7,429E-02
16	4	Vindsug		8,562E-03	9,003E-02
16	32	Vindsug		-8,907E-03	0,23
16	31	sny top		-2,731E-02	0,44
16	1	sny top		2,731E-02	0,44
16	4	sny top		2,448E-02	0,46
16	32	sny top		-2,448E-02	0,46
16	31	sny bunn		-4,842E-02	0,77
16	1	sny bunn		4,842E-02	0,77
16	4	sny bunn		4,340E-02	0,81
16	32	sny bunn		-4,340E-02	0,81
16	31	DEADee		-3,907E-02	0,62
16	1	DEADee		3,907E-02	0,62

Table: Element Forces - Area Shells, Part 3 of 3

Area	Joint	OutputCase	StepType	V13 KN/m	V23 KN/m
16	4	DEADee		3,503E-02	0,66
16	32	DEADee		-3,503E-02	0,66

Table: Load Case Definitions, Part 1 of 2**Table: Load Case Definitions, Part 1 of 2**

Case	Type	InitialCond	ModalCase	BaseCase	MassSource	DesActOpt
DEAD	LinStatic	Zero				Prog Det
MODAL	LinModal	Zero				Prog Det
vind uniform shell	LinStatic	Zero				Prog Det
Vindsug	LinStatic	Zero				Prog Det
sny top	LinStatic	Zero				Prog Det
sny bunn	LinStatic	Zero				Prog Det
DEADee	LinStatic	Zero				Prog Det

Table: Load Case Definitions, Part 2 of 2**Table: Load Case Definitions,
Part 2 of 2**

Case	DesignAct
DEAD	Non-Compos ite
MODAL	Other
vind uniform shell	Short-Term Composite
Vindsug	Short-Term Composite
sny top	Short-Term Composite
sny bunn	Short-Term Composite
DEADee	Non-Compos ite

Table: Load Pattern Definitions**Table: Load Pattern Definitions**

LoadPat	DesignType	SelfWtMult	AutoLoad
DEAD	DEAD	1,000000	
vind trykk	WIND	0,000000	EUROCODE1 2005
Vindsug	WIND	0,000000	EUROCODE1 2005
sny top	SNOW	0,000000	
sny bunn	SNOW	0,000000	
DEADee	DEAD	1,000000	

Table: Material Properties 01 - General, Part 1 of 2

Table: Material Properties 01 - General, Part 1 of 2

Material	Type	SymType	TempDepen d	Color	GUID
4000Psi	Concrete	Isotropic	No	Red	
A992Fy50	Steel	Isotropic	No	Cyan	
C30/37	Concrete	Isotropic	No	Green	
Rebar	Rebar	Uniaxial	No	Green	
S355	Steel	Isotropic	No	Green	

Table: Material Properties 01 - General, Part 2 of 2Table: Material Properties 01 - General, Part 2 of
2

Material	Notes
4000Psi	Customary f'c 4000 psi 01.05.2016 15:40:00
A992Fy50	ASTM A992 Grade 50 01.05.2016 15:40:00
C30/37	Europe EN 1992-1-1 per EN 206-1 C30/37 added 01.05.2016 15:41:16
Rebar	Rebar added 02.05.2016 10:27:05
S355	Europe EN 1993-1-1 per EN 10025-2 S355 added 01.05.2016 15:42:43

Table: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties

Table: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties

Material	UnitWeight KN/m3	UnitMass KN-s2/m4	E1 KN/m2	G12 KN/m2	U12	A1 1/C
4000Psi	2,3563E+01	2,4028E+00	24855578, 06	10356490, 86	0,200000	9,9000E-06
A992Fy50	7,6973E+01	7,8490E+00	199947978 ,8	76903068, 77	0,300000	1,1700E-05
C30/37	2,4993E+01	2,5485E+00	33000000, 00	13750000, 00	0,200000	1,0000E-05
Rebar	7,6973E+01	7,8490E+00	199947978 ,8			1,1700E-05
S355	7,6973E+01	7,8490E+00	210000000 ,0	80769230, 77	0,300000	1,1700E-05

Table: Material Properties 03a - Steel Data

Table: Material Properties 03a - Steel Data

Material	Fy KN/m2	Fu KN/m2	FinalSlope
A992Fy50	344737,89	448159,26	-0,100000
S355	355000,00	510000,00	-0,100000

Table: Material Properties 03b - Concrete Data

Table: Material Properties 03b - Concrete Data

Material	Fc KN/m2	FinalSlope
4000Psi	27579,03	-0,100000
C30/37	30000,00	-0,100000

Table: Material Properties 03e - Rebar Data

Table: Material Properties 03e - Rebar Data

Material	Fy KN/m2	Fu KN/m2	FinalSlope
Rebar	413685,47	620528,21	-0,100000

Table: Material Properties 06 - Damping Parameters

Table: Material Properties 06 - Damping Parameters

Material	ModalRatio	VisMass 1/Sec	VisStiff Sec	HysMass 1/Sec2	HysStiff
4000Psi	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000000
A992Fy50	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000000
C30/37	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000000
Rebar	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000000
S355	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000000

Table: Preferences - Aluminum Design - AA-ASD 2000

Table: Preferences - Aluminum Design - AA-ASD 2000

FrameType	SRatioLimit	LatFact	UseLatFact
Moment Frame	1,000000	1,333333	No

Table: Preferences - Cold Formed Design - AISI-ASD96

Table: Preferences - Cold Formed Design - AISI-ASD96

FrameType	SRatioLimit	OmegaBS	OmegaBUS	OmegaBLTB	OmegaVS	OmegaVNS	OmegaT	OmegaC
Braced Frame	1,000000	1,670000	1,670000	1,670000	1,670000	1,500000	1,670000	1,800000

Table: Preferences - Concrete Design - ACI 318-14, Part 1 of 2

Table: Preferences - Concrete Design - ACI 318-14, Part 1 of 2

THDesign	NumCurves	NumPoints	MinEccen	PatLLF	UFLimit	SeisCat	PhiT	PhiCTied
Envelopes	24	11	Yes	0,750000	0,950000	D	0,900000	0,650000

Table: Preferences - Concrete Design - ACI 318-14, Part 2 of 2Table: Preferences - Concrete Design - ACI 318-14, Part
2 of 2

PhiCSpiral	PhiV	PhiVSeismic	PhiVJoint
0,750000	0,750000	0,600000	0,850000

Table: Preferences - Steel Design - AISC 360-10, Part 1 of 4

Table: Preferences - Steel Design - AISC 360-10, Part 1 of 4

THDesign	FrameType	PatLLF	SRatioLimit	MaxIter	SDC	SeisCode	SeisLoad	ImpFactor
Envelopes	SMF	0,750000	0,950000	1	D	Yes	Yes	1,000000

Table: Preferences - Steel Design - AISC 360-10, Part 2 of 4

Table: Preferences - Steel Design - AISC 360-10, Part 2 of 4

SystemRho	SystemSds	SystemR	SystemCd	Omega0	Provision	AMethod	SOMethod	SRMethod
1,000000	0,500000	8,000000	5,500000	3,000000	LRFD	Direct Analysis	General 2nd Order	Tau-b Fixed

Table: Preferences - Steel Design - AISC 360-10, Part 3 of 4

Table: Preferences - Steel Design - AISC 360-10, Part 3 of 4

NLCoeff	PhiB	PhiC	PhiTY	PhiTF	PhiV	PhiVRolledI	PhiVT	PlugWeld
0,002000	0,900000	0,900000	0,900000	0,750000	0,900000	1,000000	0,900000	Yes

Table: Preferences - Steel Design - AISC 360-10, Part 4 of 4

Table: Preferences - Steel Design - AISC 360-10, Part 4 of 4

HSSWelding	HSSReduce T	CheckDefl	DLRat	SDLAndLLR at	LLRat	TotalRat	NetRat
ERW	No	No	120,000000	120,000000	360,000000	240,000000	240,000000

Etterklangstid Vedlegg

Etterklangstid i rom for sang og musikk bør være kortere enn 1,0 sek når det hovedsakelig benyttes akustiske instrumenter. Dersom det hovedsakelig benyttes forsterket lyd, er det en fordel med så kort etterklangstid som mulig, fortrinnsvis under 0,6 sek.

I skolekjøkken, rom for formingsaktiviteter, kantiner, biblioteker og lesesaler må etterklangstiden ikke overskride 0,6 sek. (

<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=426>

Sabines formel er en enkel, tilnærmet sammenheng mellom volum V (m³), ekvivalent absorpsjonsareal A (m²) og etterklangstid T (s).

$$T = 0,16 V/A \text{ (s)}$$

Formelen er bare gyldig hvis det er diffust lydfelt i rommet. I realiteten er ikke lydfeltet diffust i alminnelige rom, og beregningsusikkerheten ved å bruke formelen blir 10 – 20 %. Målte etterklangstider er ofte lavere enn de beregnede, men lengre etterklangstider kan også forekomme

(<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=2595>)

Overflate	S, m ²	Frekvens, Hz											
		125		250		500		1 000		2 000		4 000	
		α	A, m ²	α	A, m ²	α	A, m ²	α	A, m ²	α	A, m ²	α	A, m ²
Himling m/gipsplate	570	0,20	114,0	0,16	91,2	0,09	51,3	0,07	39,9	0,05	28,5	0,05	28,5
Golv m/vinyl på betong	285	0,02	5,7	0,02	5,7	0,02	5,7	0,02	5,7	0,02	5,7	0,02	5,7
Golv m/maskiner og utstyr	285	0,30	85,5	0,30	85,5	0,30	85,5	0,30	85,5	0,30	85,5	0,30	85,5
Veggflate m/gipsplate	400	0,20	80,0	0,16	64,0	0,09	36,0	0,07	28,0	0,05	20,0	0,05	20,0
Veggflate m/betong	113	0,02	2,3	0,02	2,3	0,03	3,4	0,03	3,4	0,04	4,5	0,05	5,7
Veggflate m/50 mm mineralull mot betong	232	0,20	46,4	0,70	162,4	1,00	232,0	1,00	232,0	1,00	232,0	1,00	232,0
Veggflate m/åpninger, 50 % absorpsjon	50	0,50	25,0	0,50	25,0	0,50	25,0	0,50	25,0	0,50	25,0	0,50	25,0

Tabell 23 b

Lydabsorpsjonsfaktorer for tynn, finperforert metallplate, montert som i fig. 13 f

Frekvens Hz	Konstruksjon				
	Perforeringsgrad, %	12,5*	19,3	19,3	20*
	Hulrom, mm	200	200	200	200
	Min.ull, mm	25	20	50	15
125		0,42	0,20	0,43	0,20
250		0,85 L	0,52	0,95 L	0,35
500		0,98	0,67	1,00	0,80
1 000		0,84	0,50	0,95	0,91 M
2 000		0,83	0,65	1,00	0,70
4 000		0,64	0,54	0,63	0,55
α_w		0,80	0,60	0,80	0,65

* 0,02 mm plastfolie bak plate

Tabell 22 c

Lydabsorpsjonsfaktorer for overgolv på tilfære montert som i fig. 13 c eller 13 d

Frekvens Hz	Konstruksjon			
	Tregolv	Parkett	Sponplate, 22 mm	
	Hulrom, mm	50	Oppfôret	50
	Min.ull, mm	0	–	50
125		0,15	0,20	0,12
250		0,11	0,15 L	0,04
500		0,09	0,10	0,06
1 000		0,08	0,10	0,05
2 000		0,07	0,05	0,05
4 000		0,06	0,10	0,05
α_w		0,10	0,10	0,05

(<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=492>)

(<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=2595>)

Dempingsfaktoren, m (m^{-1}), for lydabsorpsjon i luft ved 20 °C og med forskjellig relativ luftfuktighet (%)

Relativ luftfuktighet %	Frekvens (Hz)			
	1 000	2 000	4 000	8 000
40	0,0011	0,0026	0,0072	0,0237
50	0,0010	0,0024	0,0061	0,0192
60	0,0009	0,0023	0,0056	0,0162
70	0,0009	0,0021	0,0053	0,0143
80	0,0008	0,0020	0,0051	0,0133

(<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=2595>)

27 Kuppelrom:

Et rom med form som en halvkule har de samme akustiske problemene som sirkelrommet, bare i sterkere grad, se [fig. 27 a](#). Hvis konstruksjonen er av betong eller et annet tungt materiale, kan det bli et stort problem å regulere etterklangstiden ved lave frekvenser. Det krever en svært effektiv lydabsorbent på en stor del av kuppelens areal. Uten lydregulering kan etterklangstiden være opp til 20 s ved lave frekvenser (125 Hz) og omkring 10 s ved middels frekvenser (500 – 1 000 Hz).

Lydrefleksjonene fra det kuppelformede taket gir svært dårlig fordeling av lyden. Utenfor området med fokusering når ingen lydrefleksjoner fram. Hvis rommet skal brukes til konserter eller foredrag, kan ikke kuppelen gjøres totalt lydabsorberende. Det er derfor nødvendig å regulere lydrefleksjonene med lydreflektorer nedhengt fra taket, se [fig. 27 b](#) og [c](#).

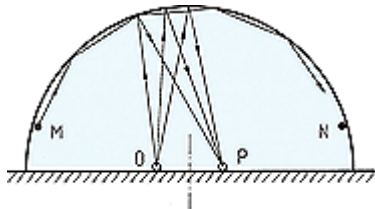


Fig. 27 a

Akustiske problemer i kuppelrom

Fokusering fra punkt O til P og krypebølge fra M til N

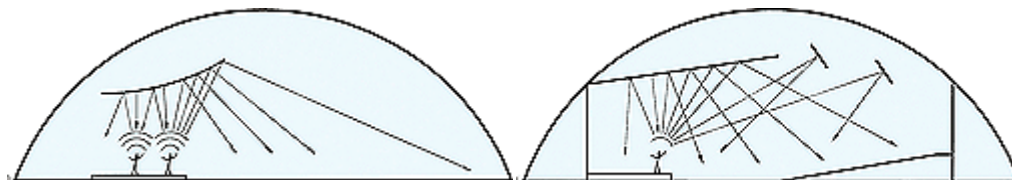


Fig. 27 b og c

Eksempler på regulering av lydrefleksjoner i en kuppelhall.

- b. Buett lydreflektor over scenen
- c. Skråstilte lydreflektorer i taket

(<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=2595>)

Krav til etterklangstid - NS 8175:2008

Skoler, C klasse:

Undervisningsrom	0,6 sek.
Rom med støyende aktiviteter	0,6 sek.
Fellesarealer og korridor	0,9 sek.
Trapperom	1,3 sek.
Auditorium	*
Gymnastikksal med volum $\leq 6000 \text{ m}^3$	1,5 sek.
Svømmehall med volum $< 2000 \text{ m}^3$	2,0 sek.
Barnehager	0,4 sek.

Barnehager og SFO, C klasse:

Oppholdsrom	0,6 sek.
Trapperom/fellesgang	0,9 sek.

Kontorer, C klasse:

Trapperom	1,3 sek.
Fellesarealer / fellesgang	1,0 sek.
Kontorer, møtelokaler	0,8 sek.

Sykehus og pleieinstitusjoner, C klasse:

Trapperom	1,3 sek.
Fellesarealer/korridor	1,0 sek.

Annet, C klasse:

Boliger (trapperom / fellesarealer / fellesgang)	1,3 sek.
Overnattingssteder (trapperom / fellesarealer / fellesgang)	1,3 sek.

Snølast

Snølast er den lasten som snø påfører en konstruksjon. Bidraget denne lasten har kan variere. Det er store forskjeller på snømengder i de ulike delene av landet. Det vil kunne være store variasjoner lokalt innad i en kommune samtidig som høyden over havet også vil ha noe å si.

Det er benyttet Eurokode 1: Laster på konstruksjoner, Del 1-3: Allmenne laster, Snølaster.

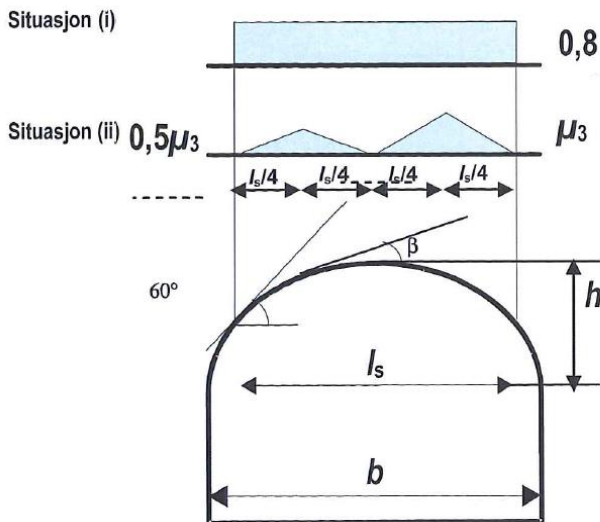
Snølast på mark

Karakteristisk snølast på mark for Ålesund kommune over en 50 års returperiode er $s_{k,0} = 3,0 \text{ kN/m}^2$. $H_g = 150$. $\Delta s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$.

Kommune	$s_{k,0}$ kN/m ²	H_g m	Δs_k kN/m ²	$s_{k,max}$ kN/m ²
Stranda	4,5	150	1,0	—
Sula	3,0	150	1,0	—
Sunnadal	4,5	150	1,0	—
Surnadal	4,5	150	1,0	—
Sykkylven	4,5	150	1,0	—
Tingvoll	4,5	150	1,0	—
Tustna	3,5	150	1,0	—
Ulstein	3,0	150	1,0	—
Vanylven	3,0	150	1,0	—
Vestnes	3,5	150	1,0	—
Volda	4,0	150	1,0	—
Ørskog	4,0	150	1,0	—
Ørsta	4,5	150	1,0	—
Ålesund	3,0	150	1,0	—

Figur 1 Henta fra tabell NA.4.1 (901)

Formfaktor



Figur 2 Formfaktor for buetak

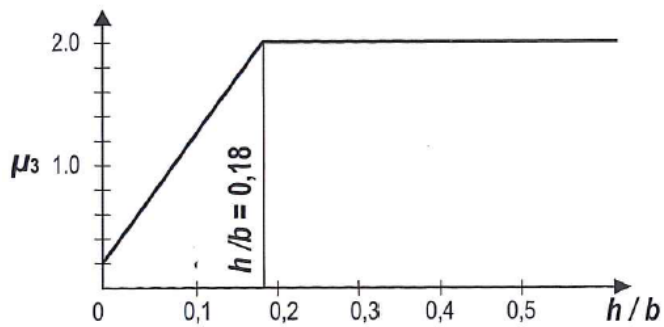
For buetak uten snøfangere er formfaktorene μ gitt med uttrykket

$$\beta > 60^\circ \quad \mu_3 = 0$$

$$\beta \leq 60^\circ \quad \mu_3 = 0,2 + 10 h/b$$

Formfaktor i dette tilfellet blir $\mu_3 = 0,2 + 10 h/b$
 $= 0,2 + 10 \cdot 7/14 = 0,2 + 5 = 5,2$

Men ifølge det nasjonale tillegget i Eurokode 1, del 1-3 er anbefalt øverste verdi av $\mu_3 = 2,0$



Figur 3 Anbefalt formfaktor for snølast på buetak for $\beta \leq 60^\circ$

Snølast på buetak

Vedvarende snølaster på tak kan bestemmes på følgende måte $s = \mu_i C_e C_t S_k$ (NS-EN 5.2 3a s.12)

Formfaktor = $\mu = 2.0$

Topografi = $C_e = 1.0$

Termisk faktor = $C_t = 1.0$

Karakteristisk snølast Ålesund = $S_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$

Dette gir:

$2,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 3,0 = 6 \text{ kN/m}^2$

(Verdier for C_e og C_t er hentet fra Per kr. Larsen, Konstruksjonsteknikk, Laster og Bæresystemer, s 44)

Fra internett, ubekrefta seriøsitet av kilde

Dette er en kalkulator for snølast som er funnet på internett. Da denne kalkulasjonen ikke viser hvordan den har kommet frem til resultatet og ikke har andre kilder på utregningen er det vanskelig å bedømme hvor reell denne utregningen er. Det står nevnt at den kun er veiledende.

Dome snow load calculation tool



Enter the radius of dome in meters and depth of snow in cm to get the total snow load on the dome structure.

Dome Radius Snow depth

Snow depth cm : 200.00
Radius : 7.00
Diameter : 14.00
Snow wieght : 160 kg per cubic meter
snow cap area : 76.97 Sqm
Snow cap volume : 153.93 Cubic meters
Total snow load : 24629.36 Kg

Assumptions

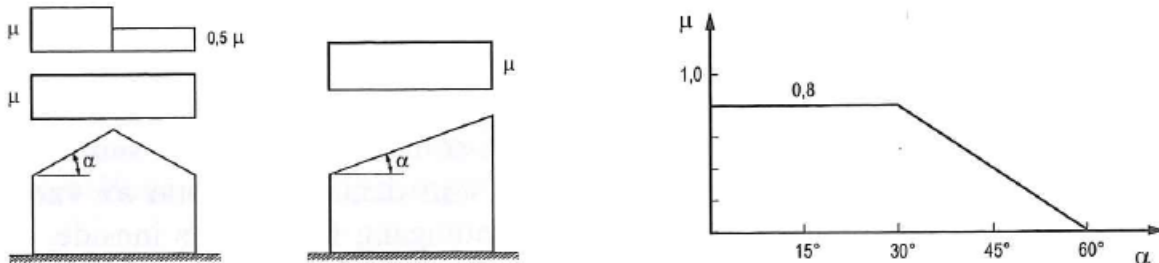
This tool calculates the snow load on all size geodesic dome structures I've assumed a cap of snow on the top of the dome tha applies wieght to the structure, the results should be taken as a guide only.

Tabell 3.6 Gjennomsnittlig tyngdetetthet for snø

Snøtype	γ_s [kN/m ³]
Nysnø	1,0
Fast snø (flere timer siden siste snøfall)	2,0
Gammel snø (flere uker/måneder siden siste snøfall)	2,5 – 3,5
Våt snø	4,0

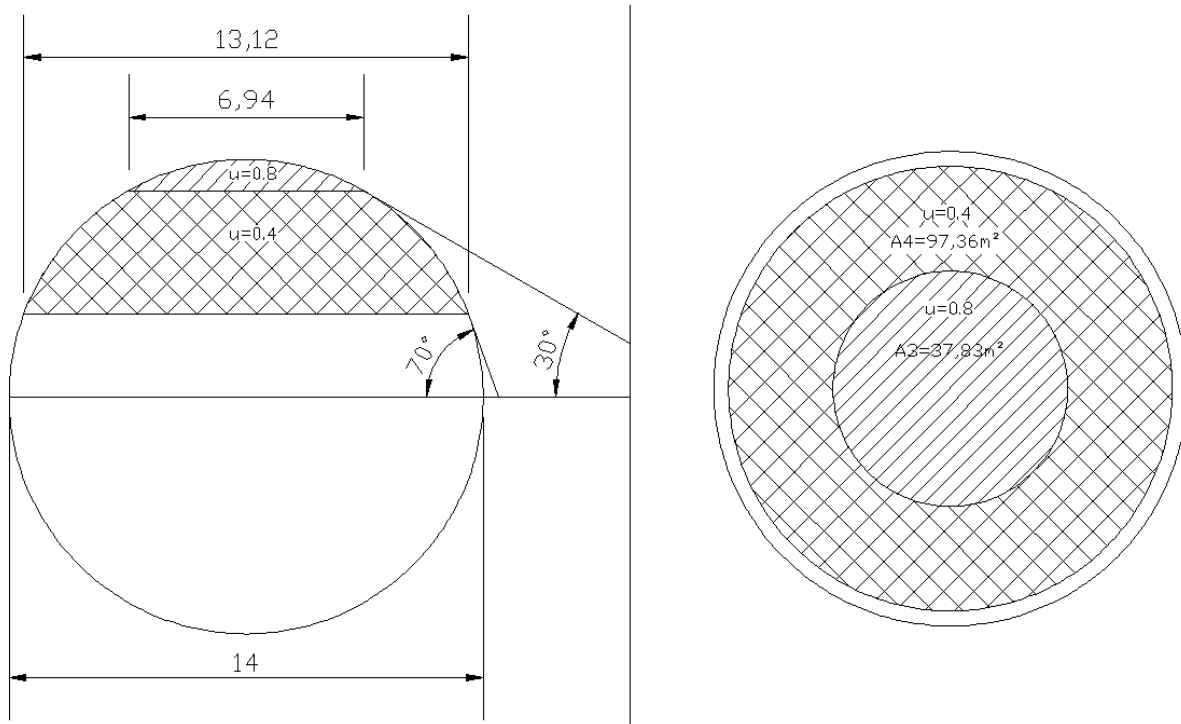
Fra det vi har lært om snølast på tak på skolen

Formfaktor for tak



Figur 3.9 Formfaktor for saltak og pulttak

Her er det betraktet at arealet A_3 som ligger der vinkelen er mindre enn 30° vil få formfaktor $\mu=0,8$. Arealet A_4 som ligger mellom 30° - 60° har vi antatt en gjennomsnittlig formfaktor på $\mu=0,4$.



$$A_1 = \pi 7^2 = 153,94 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \pi 6,56^2 = 135,19 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \pi 3,47^2 = 37,83 \text{ m}^2$$

$$A_4 = A_2 - A_3 = 135,19 - 37,83 = 97,36 \text{ m}^2$$

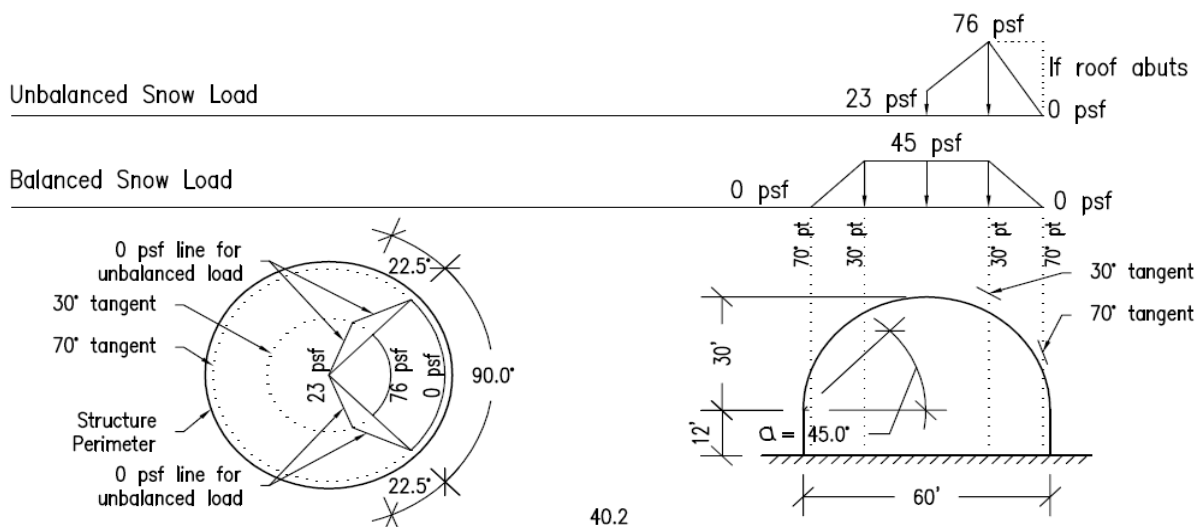
Dette vil gi en total snølast på $(A_3 \times 0,8 + A_4 \times 0,4) \times S_k$
 $(37,83 \text{ m}^2 \times 0,8 + 97,36 \text{ m}^2 \times 0,4) \times 3 \text{ kN/m}^2 = 207,624 \text{ kN}$

Det er i denne oppgaven ikke tatt hensyn til ubalansert snølast

Dette framgangsmetoden samsvarer til en metode benyttet i SNOW LOAD ANALYSIS FOR WASHINGTON som er utarbeidet av Structural Engineers Association of Washington. De har i denne metoden tatt utgangspunkt i at det kan forekomme snølast på arealet mindre enn 70°, i denne oppgaven er det gått ut i fra at det kan forekomme snølast på arealet som har mindre 60°.

<http://www.seaw.org/publications>

ikkje fått tillatelse til å bruke bilde per dags dato



U-verdi vedlegg

Korreksjoner for luftåpninger i henhold til NS-EN ISO 6946:

Nivå	$\square U^*$ W/(m ² K)	Beskrivelse av isolasjonssjiktet
0	0,00	<ul style="list-style-type: none"> – Det skal ikke være noen luftlommer på varm side av isolasjonen – Isolasjon i to eller flere sjikt med forskjøvede skjøter – Isolasjon i et sjikt med fals, not og fjær eller helt tette skjøter – Isolasjon i et sjikt med buttskjøter slik at ingen åpninger overskrider 5 mm – Isolasjon i et sjikt der konstruksjonens varmemotstand, unntatt varmemotstanden til isolasjonssjiktet, er minst 50 % av den samlede varmemotstanden (lettklinker/gassbetong)
1	0,01	<ul style="list-style-type: none"> – Det skal ikke være noen luftlommer på varm side av isolasjonen – Fullstendig utfyllende isolasjon mellom bjelker, stendere eller tilsvarende konstruksjonsdeler – Isolasjon i et sjikt med buttskjøter slik at åpningene overskrider 5 mm
2	0,04	<ul style="list-style-type: none"> – Konstruksjon med mulighet for luftlommer på varm side av isolasjonen – Konstruksjon med mulighet for luftlommer på varm side av isolasjonen og i isolasjon i et sjikt med buttskjøter slik at åpningene overskrider 5 mm

(<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=209>)

Varmemotstanden (m²K/W) til uventilerte luftsjikt¹⁾, emissivitetsverdi ϵ^3 0,8 (ikke reflekterende) i henhold til NS-EN ISO 6946:

Tykkelse på luftsjikt mm	Varmestrømsretning		
	Oppover	Horisontal ²⁾	Nedover
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

Typiske verdier for L" og treandel for sjikt med bindingsverk

L" ¹⁾ m/m ²	Eksempel på vegg/bygning ²⁾	Treandel per m ² vegg ved påføret isolasjon ²⁾	
		36 mm stender (%)	48 mm stender (%)
2,45	Vegg med høyde 2,4 m uten vinduer og dører	9	12
3,5	Enebolig, romhøyde 2,4 m	12	17
4,5	Boligblokk, rekkehus, barnehage, romhøyde 2,4 m	16	22
5,5	Stort næringsbygg, romhøyde 3,5 m	20	26
7,5	Stort næringsbygg, romhøyde 2,6 m	27	36

³⁾ L" angir lengden av bindingsverk per m² netto veggareal. Det er forutsatt stendere med senteravstand på 0,6 m og enkel bunn- og toppsvill.

²⁾ Det er lagt til grunn samme bygningskropp og geometri som kravene i forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK10) er basert på, totalt vindusareal 20 % av BRA og typisk vindusstørrelse

(<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=410>)

Korreksjoner for luftåpninger i henhold til NS-EN ISO 6946:

Nivå	$\Delta U''$ W/(m ² K)	Beskrivelse av isolasjonssjiktet
0	0,00	<ul style="list-style-type: none"> – Det skal ikke være noen luftlommer på varm side av isolasjonen – Isolasjon i to eller flere sjikt med forskjøvede skjøter – Isolasjon i et sjikt med fals, not og fjær eller helt tette skjøter – Isolasjon i et sjikt med buttskjøter slik at ingen åpninger overskrider 5 mm – Isolasjon i et sjikt der konstruksjonens varmemotstand, unntatt varmemotstanden til isolasjonssjiktet, er minst 50 % av den samlede varmemotstanden (lettklinker/gassbetong)
1	0,01	<ul style="list-style-type: none"> – Det skal ikke være noen luftlommer på varm side av isolasjonen – Fullstendig utfyllende isolasjon mellom bjelker, stendere eller tilsvarende konstruksjonsdeler – Isolasjon i et sjikt med buttskjøter slik at åpningene overskrider 5 mm
2	0,04	<ul style="list-style-type: none"> – Konstruksjon med mulighet for luftlommer på varm side av isolasjonen

		Konstruksjon med mulighet for luftlommer på varm side av isolasjonen og i isolasjon i et sjikt med buttskjøter slik at åpningene overskrider 5 mm
--	--	---

(<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=208>)

Vedlegg dimensjonering av tverrsnitt
prosjektert etter NS-EN 1992-1-1:2004+NA:2008

TABELL OVER STANDARDNETT

Nett-Betegnelsen	Avstand mellom		Tråddiameter		Antall		Endestück		Ståltverrsnitt		Masse pr. nett kg
	lengde tråder mm	tverr tråder mm	lengde tråder mm	tverr tråder mm	lengde tråder stk.	tverr tråder stk.	lengde tråder mm	tverr tråder mm	lengde tråder mm ² /m	tverr tråder mm ² /m	
FORMAT 2.00 X 5M											
K 131	150	150	5	5	14	33	76	25	131	131	21
K189	150	150	6	6	14	33	76	25	189	189	30,2
K 257	150	150	7	7	14	33	76	25	257	257	41,1
K335	150	150	8	8	14	33	76	25	335	335	53,7
K 402	125	125	8	8	17	40	62,5	25	402	402	63,2
K 503	100	100	8	8	20	50	50	50	503	503	79
P 091	100	100	3,4	3,4	20	50	50	50	91	91	14,2
FORMAT 2.35 X 5M											
K 131B	150	150	5	5	16	33	76	50	131	131	24,3
K 189B	150	150	6	6	16	33	76	50	189	189	35
K 257B	150	150	7	7	16	33	76	50	257	257	47,6
K 335B	150	150	8	8	16	33	76	50	335	335	62,2

* K402 har en bredde på 2050 mm. Avstanden mellom langtrådene i K 402 veksler mellom 100/150 mm.

<http://celsa-steelservice.no/wp-content/uploads/2012/06/standardnett.pdf>

Hållfasthetsklasse	f_{ck}	f_{ctm}	$f_{ctk,0,05}$	E_{cm}
C12/15	12	1,6	1,1	27
C16/20	16	1,9	1,3	29
C20/25	20	2,2	1,5	30
C25/30	25	2,6	1,8	31
C30/37	30	2,9	2,0	33
C35/45	35	3,2	2,2	34
C40/50	40	3,5	2,5	35
C45/55	45	3,8	2,7	36
C50/60	50	4,1	2,9	37
C55/67	55	4,2	3,0	38
C60/75	60	4,4	3,1	39
C70/85	70	4,6	3,2	41
C80/95	80	4,8	3,4	42
C90/105	90	5,0	3,5	44

http://www.eurocodesoftware.se/kurs/eurokod_revA/pdf/Eurokod_2_Betong.pdf

Tabell 4.4N – Krav til minste overdekning $c_{min,dur}$ av hensyn til bestandighet for armeringsstål i overensstemmelse med NS-EN 10080

Konstruksjons-klasse	Miljøkrav for $c_{min,dur}$ (mm)						
	Eksponeringsklasse etter tabell 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

Tabell 4.1 – Eksponeringsklasser knyttet til miljøforhold i overensstemmelse med NS-EN 206-1

Klasse- betegnelse	Beskrivelse av miljøet	Eksempler på hvor eksponeringsklasser kan forekomme
1. Ingen risiko for korrosjon eller angrep		
X0	For betong uten amering eller innstøpt metall: Alle miljøer, unntatt der det er frysing/tining, slitasje eller kjemiske angrep. For betong med amering eller innstøpt metall: Meget tørt	Betong inne i bygninger med meget lav luftfuktighet
2. Korrosjon framkalt av karbonatisering		
XC1	Tørt eller permanent vått	Betong inne i bygninger med lav luftfuktighet Betong som permanent er neddykket i vann
XC2	Vått, sjeldent tørt	Betongoverflater i kontakt med vann over lengre tid Fundamenter
XC3	Moderat fuktighet	Betong inne i bygninger med moderat eller høy luftfuktighet Utvendig betong som er beskyttet mot regn
XC4	Vekselvis vått og tørt	Betongflater i kontakt med vann, som ikke er i eksponeringsklasse XC2
3. Korrosjon framkalt av klorider som ikke stammer fra sjøvann		
XD1	Moderat fuktighet	Betongflater utsatt for luftbåre klorider
XD2	Vått, sjeldent tørt	Svømmebasseng Betong utsatt for industrivann som inneholder klorider
XD3	Vekselvis vått og tørt	Brudeler utsatt for sprut som inneholder klorider Vegdekker Parkeringsdekker (deler i kontakt med klorider)
4. Korrosjon framkalt av klorider fra sjøvann		
XS1	Utsatt for luftbåre klorider, men ikke i direkte kontakt med sjøvann	Konstruksjoner nær eller på kysten.
XS2	Permanent neddykket	Deler av marine konstruksjoner
XS3	Tidevannssoner, skvalpesoner og sprutsoner	Deler av marine konstruksjoner
5. Fryse-/tineangrep		
XF1	Moderat vannmetning, uten avisingsmiddel	Vertikale betongoverflater utsatt for regn og frost
XF2	Moderat vannmetning, med avisingsmiddel	Vertikale betongoverflater i vegkonstruksjoner utsatt for frost og luftbåre avisingsmidler
XF3	Høy vannmetning, uten avisingsmidler	Horisontale betongoverflater utsatt for regn og frost
XF4	Høy vannmetning, med avisingsmiddel eller sjøvann	Veg- og brudekker utsatt for avisingsmidler Betongoverflater utsatt for frost og direkte sprut som inneholder avisingsmidler Skvalpesonen i marine konstruksjoner utsatt for frost

<http://www.standard.no/en/PDF/FileDownload/?redir=true&filetype=Pdf&category=1>

Vedlegg ventilasjon:

Beregning av luftmengder i arbeids- og publikumsbygninger i henhold til
NS-EN 15251:2007 + NA:2014

Bygningstype	q_p Personfaktor m^3/h per person	q_t Person- tetthet $m^2/person$	Luftmengde m^3/h per m^2
Cellekontor	26	12,0	5,8
Kontorlandskap	26	15,0	5,3
Konferanserom	26	2,0	17,0
Auditorium	26	0,7	41,0
Kafe/restaurant	26	1,4	21,0
Klasserom	29	2,0	18,0
Barnehage	29	2,0	18,0
Butikk	33	7,0	8,3

Tabell 1 Beregning av luftmengder for ulike lokaler

13 TEK10s krav til luftmengder i arbeids- og publikumsbygninger

131 TEK10 stiller følgende minstekrav til ventilasjon i arbeids- og publikumsbygninger. (A) (B) og (C) refererer til punkter i TEK10 med veiledning:

(A) Forutsatt at personene i bygningen har «lett aktivitet», skal den gjennomsnittlige frisklufttilførselen på grunn av forurensninger fra personer være minst $26 m^3$ per time per person. Ved høyere aktivitet skal frisklufttilførselen økes slik at luftkvaliteten blir tilfredsstillende.

I tillegg til lufttilførsel per person i bygningen, skal

(B) gjennomsnittlig frisklufttilførsel være minst $2,5 m^3$ per time per m^2 golvareal når bygningen eller rommene er i bruk og minimum $0,7 m^3$ per time per m^2 golvareal når bygningen eller rommene ikke er i bruk. Kravet skal ivareta behov for å ventilere bort lukt og emisjoner fra bygningsmaterialer og inventar. Kravet forutsetter at det i hovedsak

benyttes kjente og godt utprøvde materialer, inventar og installasjoner som er bedømt å være lavemitterende.

Det er altså krav om å tilføre minst $26 \text{ m}^3/\text{h}$ per person *pluss* $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ friskluft per m^2 golvareal.

132 *Veiledningen til TEK10 angir som preakseptert ytelse:*

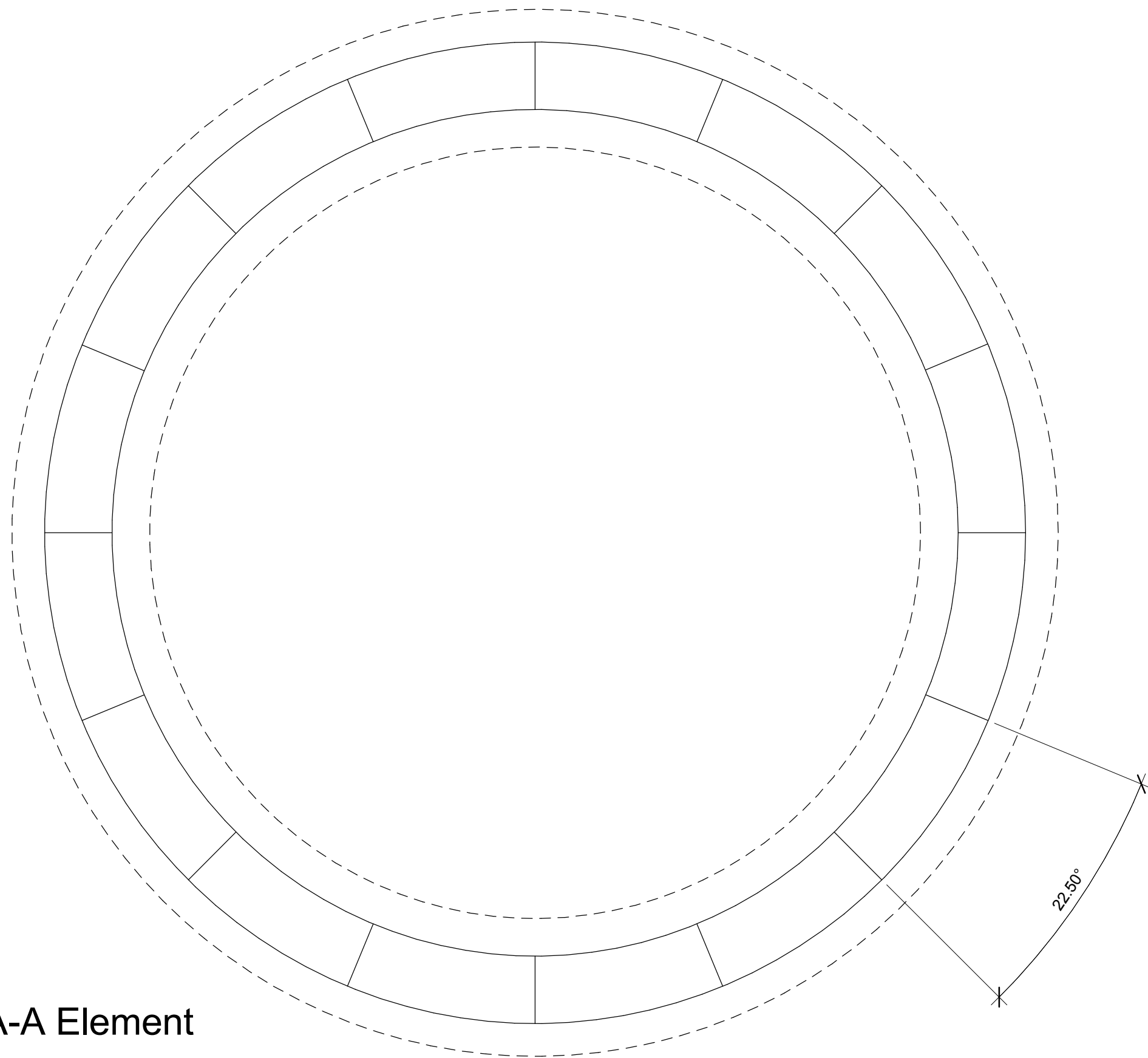
(B) at frisklufttilførsel på grunn av lukt og irritasjonseffekter fra stoffer som avgis fra udokumenterte eller høyemitterende materialer, inventar og installasjoner, må være minst $3,6 \text{ m}^3$ per time per m^2 golvareal når bygning eller rom er i bruk. Frisklufttilførselen må vurderes slik at tilfredsstillende luftkvalitet sikres. Ved behov må luftmengden økes utover $3,6 \text{ m}^3$ per time per m^2 golvareal.

(C) at det må tilføres tilstrekkelig luftmengde for å fjerne forurensing fra aktiviteter og prosesser

(<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&documentId=2753>)

VEDLEGG 7

TEGNINGER



1

Plantegning A-A Element
ringmur
1 : 50

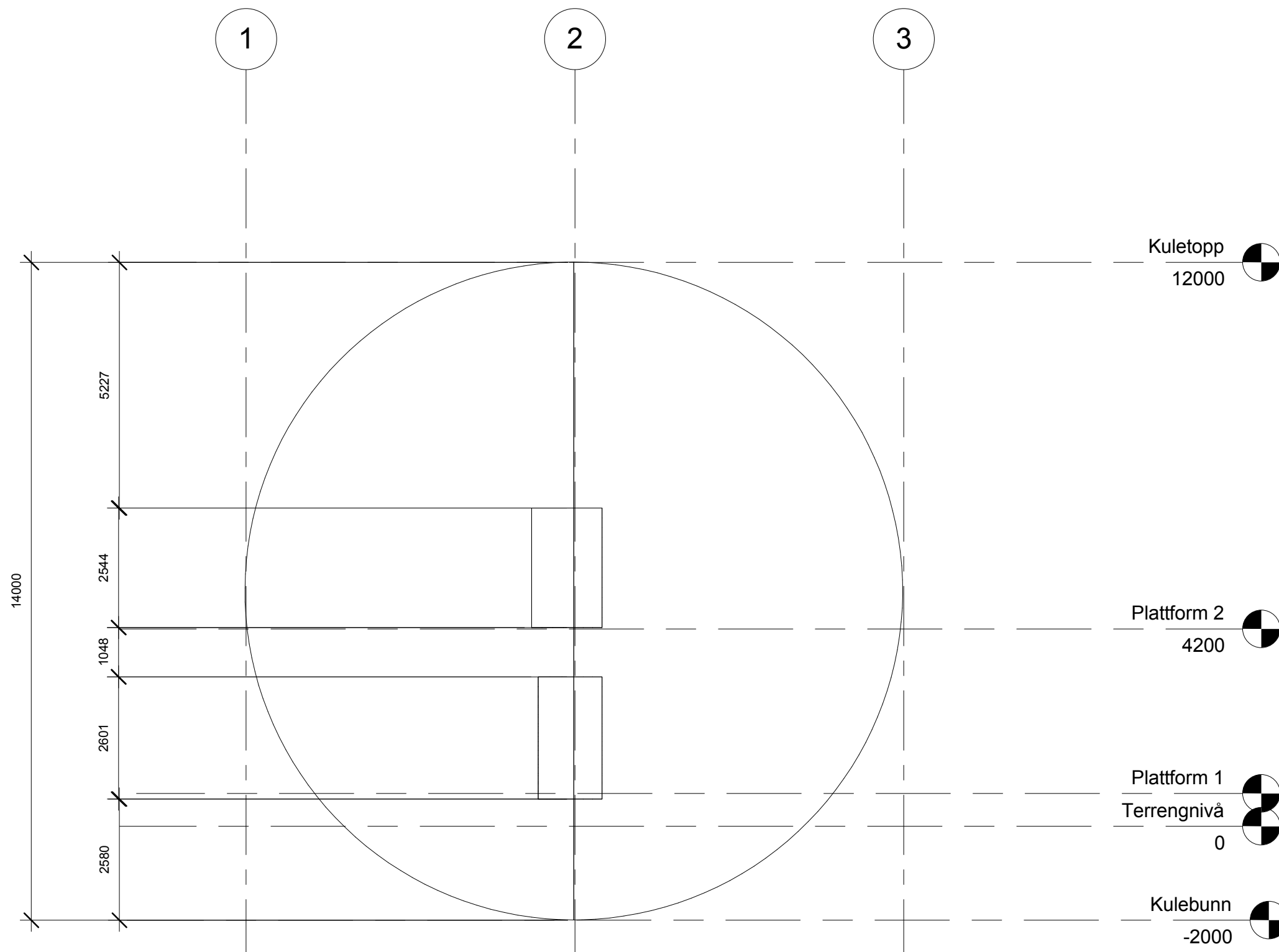


www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Revit
Kuleformet konstruksjon

Sitt A-A - Element ringmur	
Project number	0001
Date	13.04.16
Drawn by	Maiken
Checked by	Stefan og Martin
A102	
Scale	1 : 50



www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Revit
Kuleformet konstruksjon

Mål - Kule med døråpninger

Project number	0001
Date	13.04.16
Drawn by	Maiken
Checked by	Stefan og Martin

A103

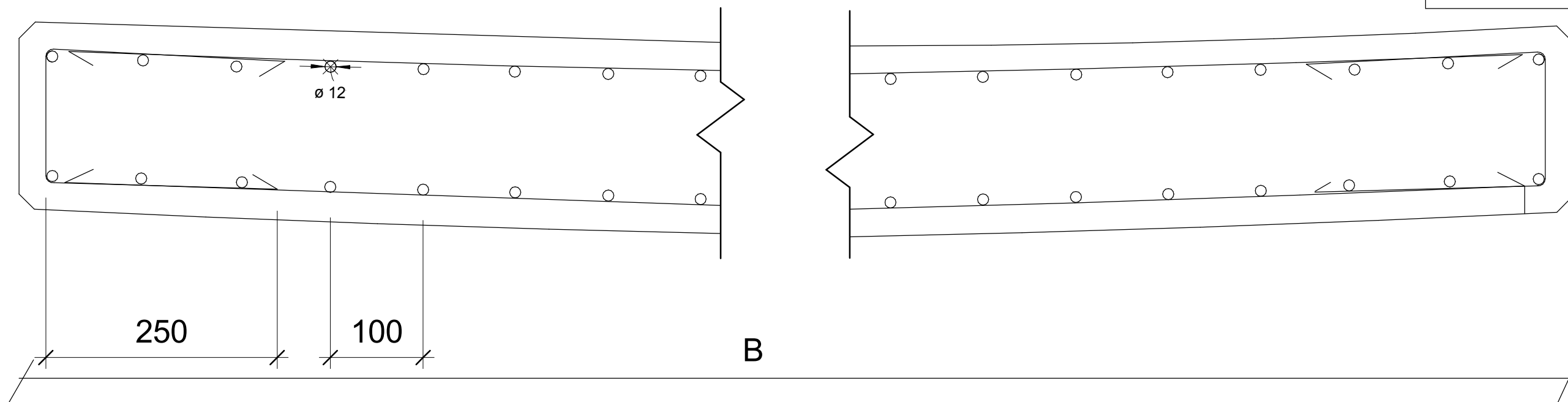
Scale 1 : 100

MERKNADER:

1. Tegninger viser plasseringen av armering i elementet.
2. (B) Bredde på elementene kan variere fra 2728mm ved "ekvator" til 569mm ved overgangen til topelement.
3. Velger å bruke Eksponeringsklasse XC2/XC3
Selvom det ikke er nødvendig for denne konstruksjonen.
4. Skjøtelengde 30xØ Bruksgrense/
sprekkarmering 30x8=250

ANNVISNINGER

1. Generelt
 - Utførelse i henhold til NS-EN 1992-1-1:2004 +NA2008.
2. Armering
 - B500C
 - Kamstål Ø12
 - Nett K503 Overdekning
3. Betong
 - Fasthetsklasse B35
 - Bestandighetsklasse M60
 - Eksponeringsklasse XC2/XC3
 - Cnom 30mm



1 Armeringstegning
1 : 5



AUTODESK
www.autodesk.com/revit

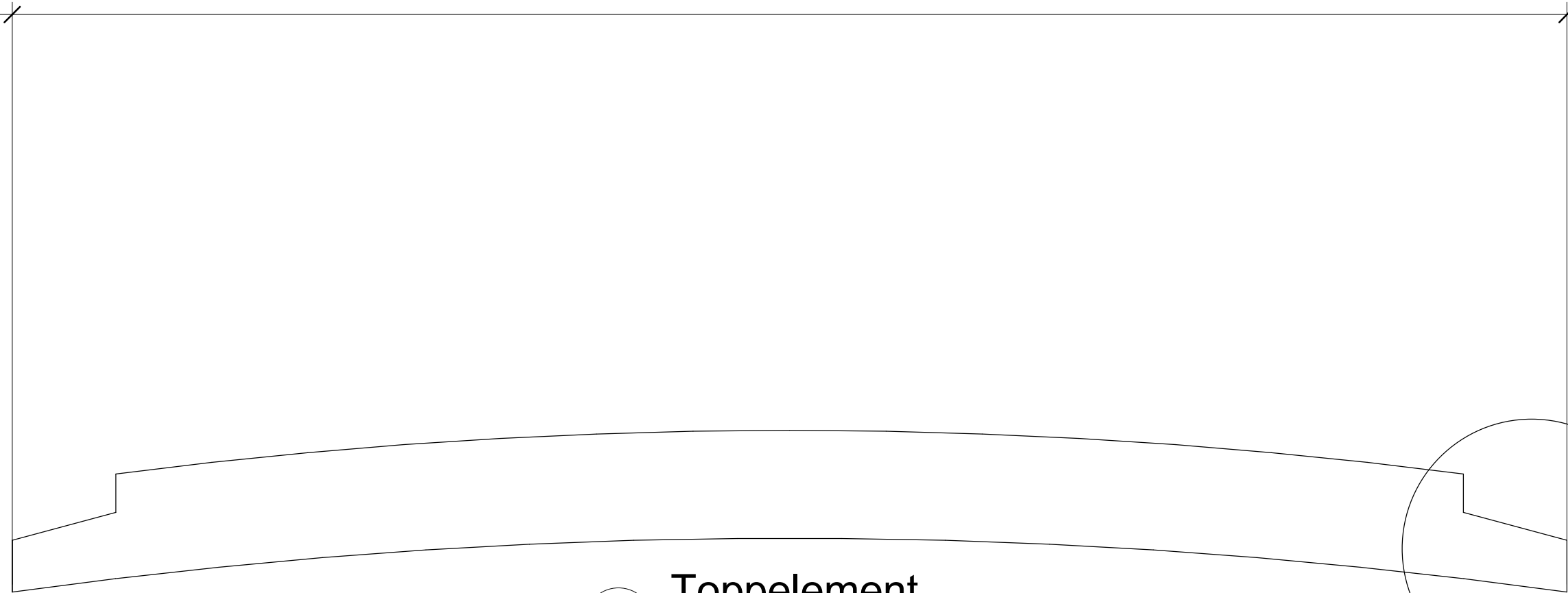
No.	Description	Date

Revit
Kuleformet konstruksjon

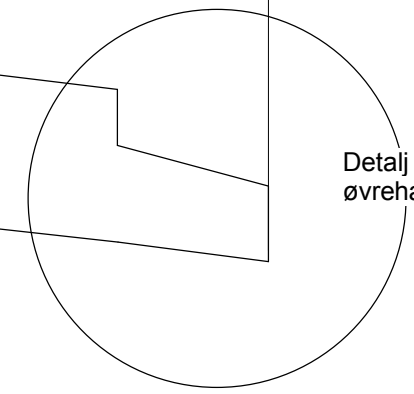
Armeringstegning

Project number	0001	A104
Date	13.04.16	
Drawn by	Maiken	
Checked by	Stefan og Martin	
Scale		1 : 5

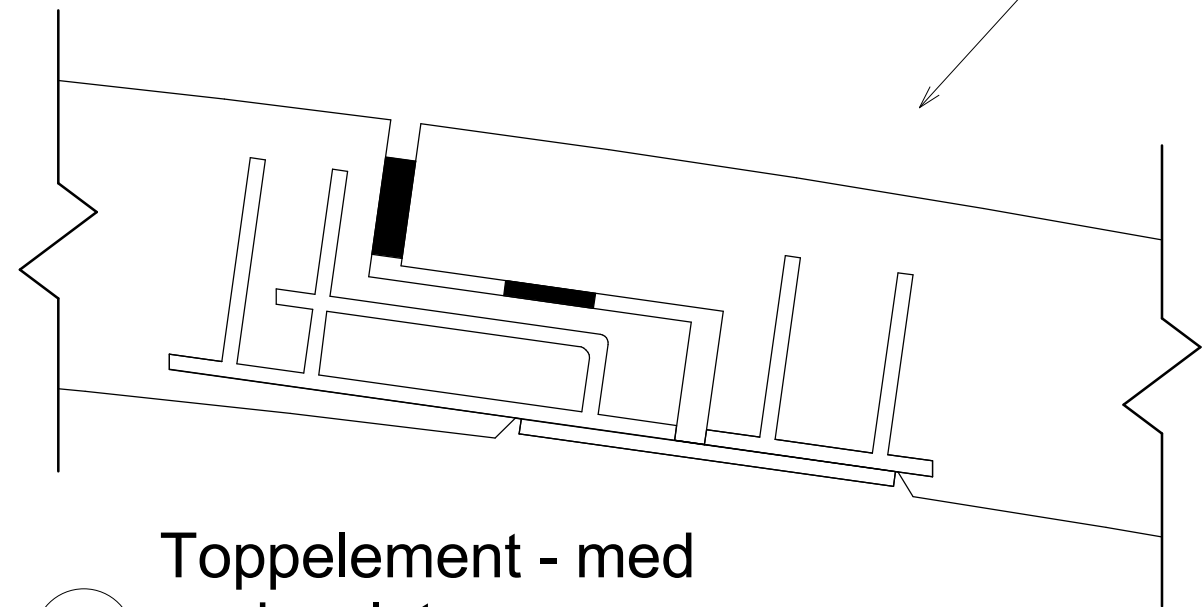
3000



1 **Toppelement**
1 : 10



Detalj overgang toppelement og øvrehalvkule element.



2 **Toppelement - med sveiseplater**
1 : 5

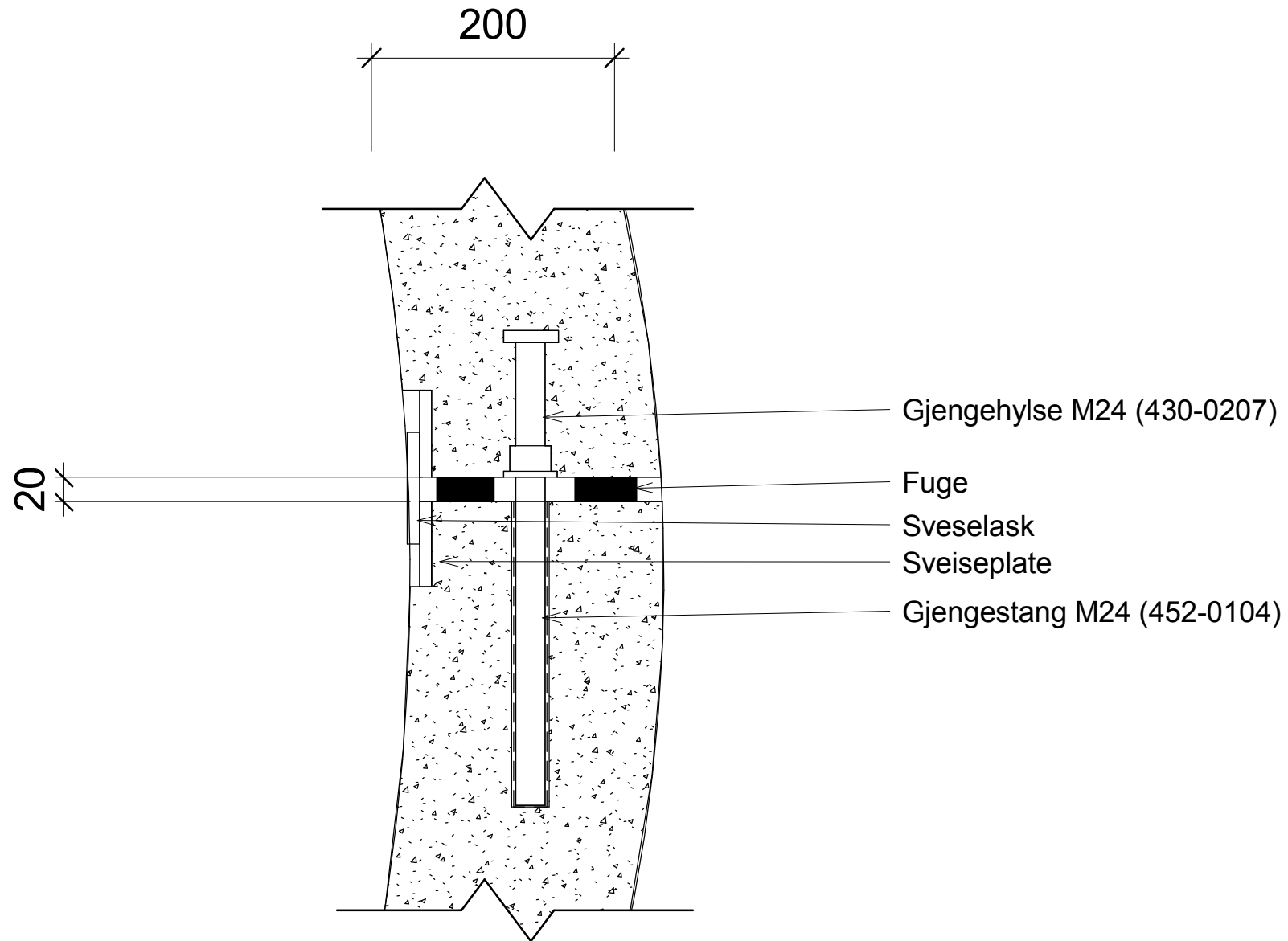


www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Revit
Kuleformet konstruksjon

Toppelement		A107
Project number	0001	
Date	13.04.16	
Drawn by	Maiken	
Checked by	Stefan og Martin	Scale
		As indicated



www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

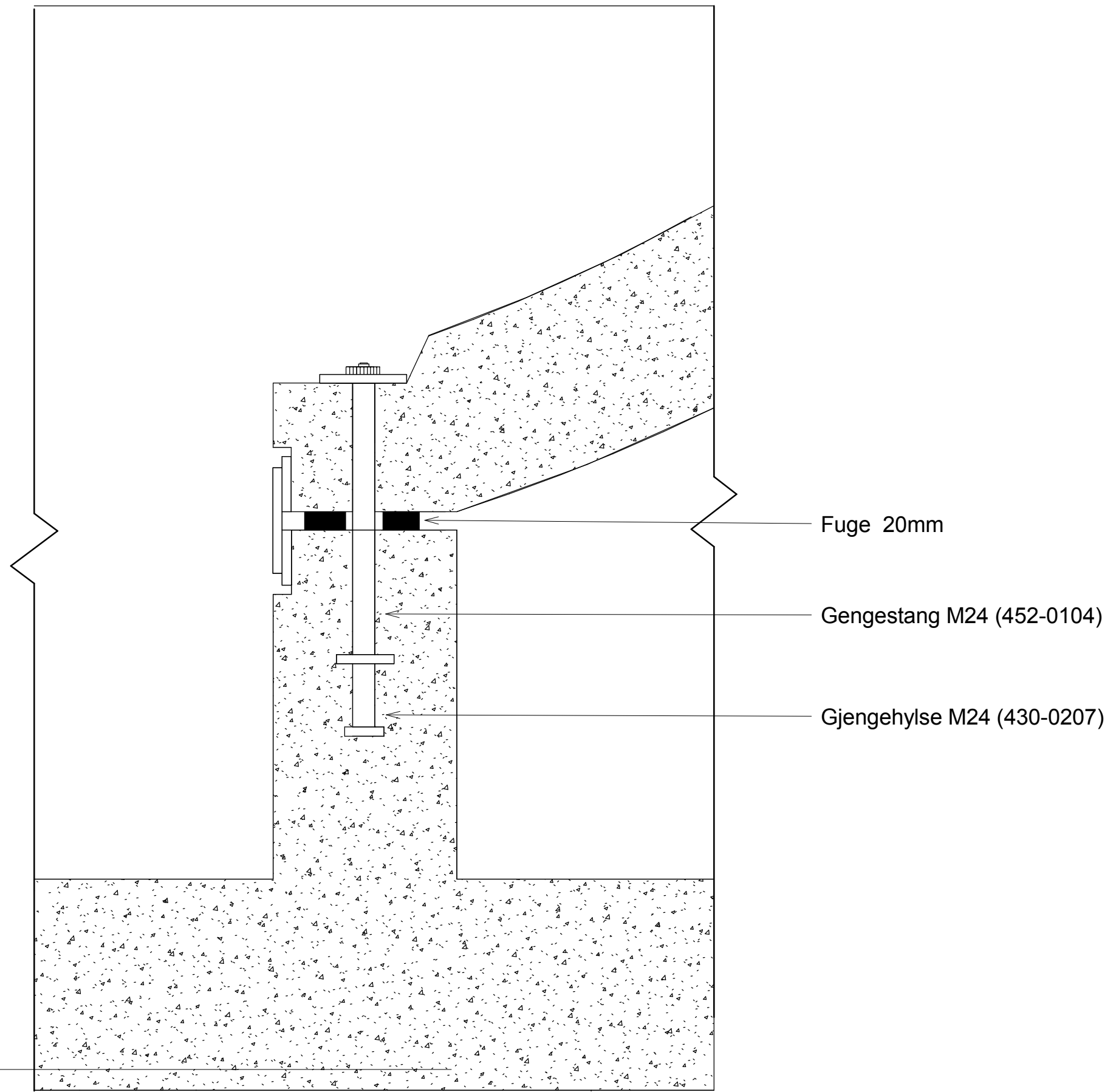
Revit
Kuleformet konstruksjon

Overgang element til element

Project number	0001
Date	13.04.16
Drawn by	Maiken
Checked by	Stefan og Martin

A108

Scale 1 : 5



1 Overgang element til ringmur med bolt
1:5



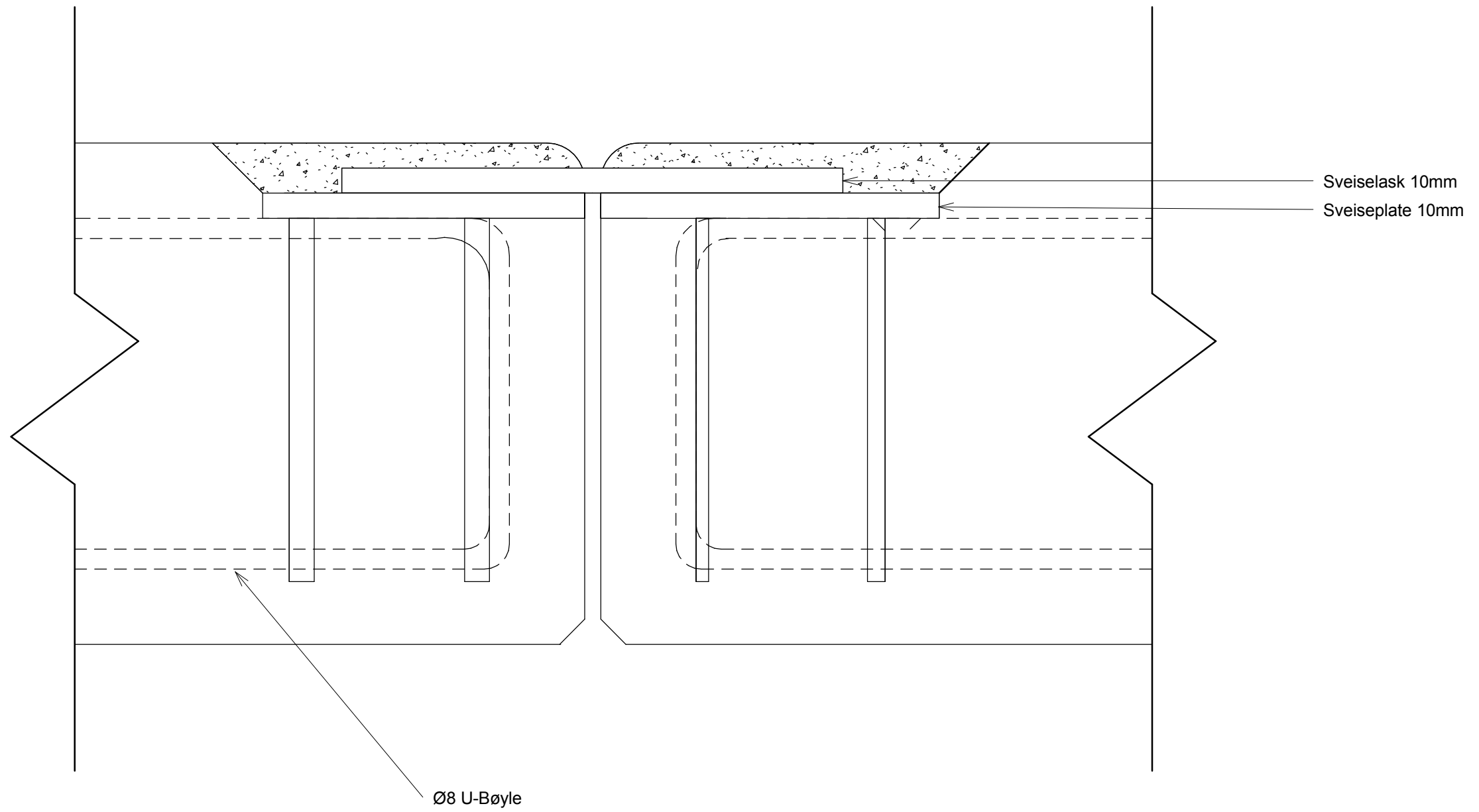
www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Revit
Kuleformet konstruksjon

Overgang element til ringmur		A109
Project number	0001	
Date	13.04.16	
Drawn by	Maiken	
Checked by	Stefan og Martin	Scale
		1:5

20.05.2016 14:12:21



www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Revit

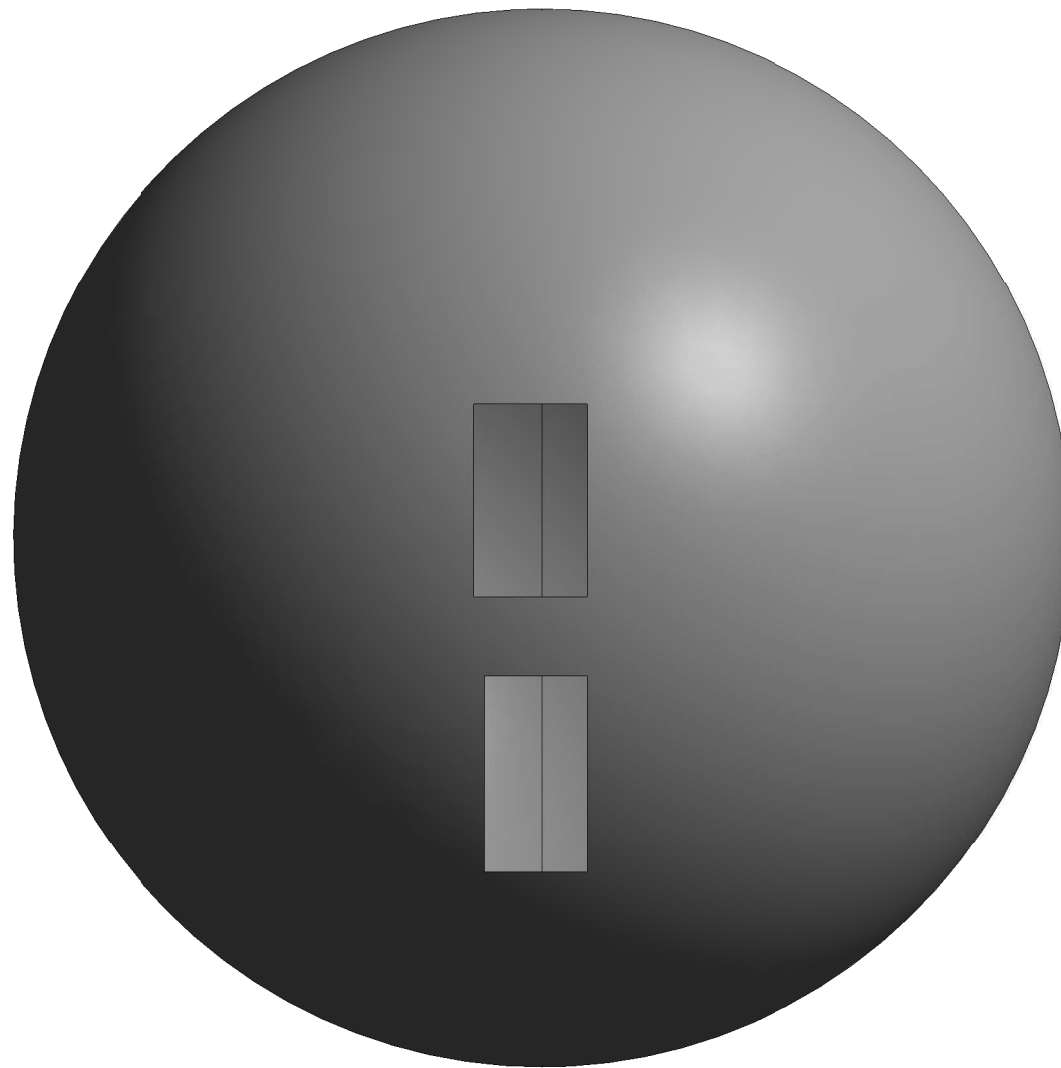
Kuleformet konstruksjon

Detalj sveis

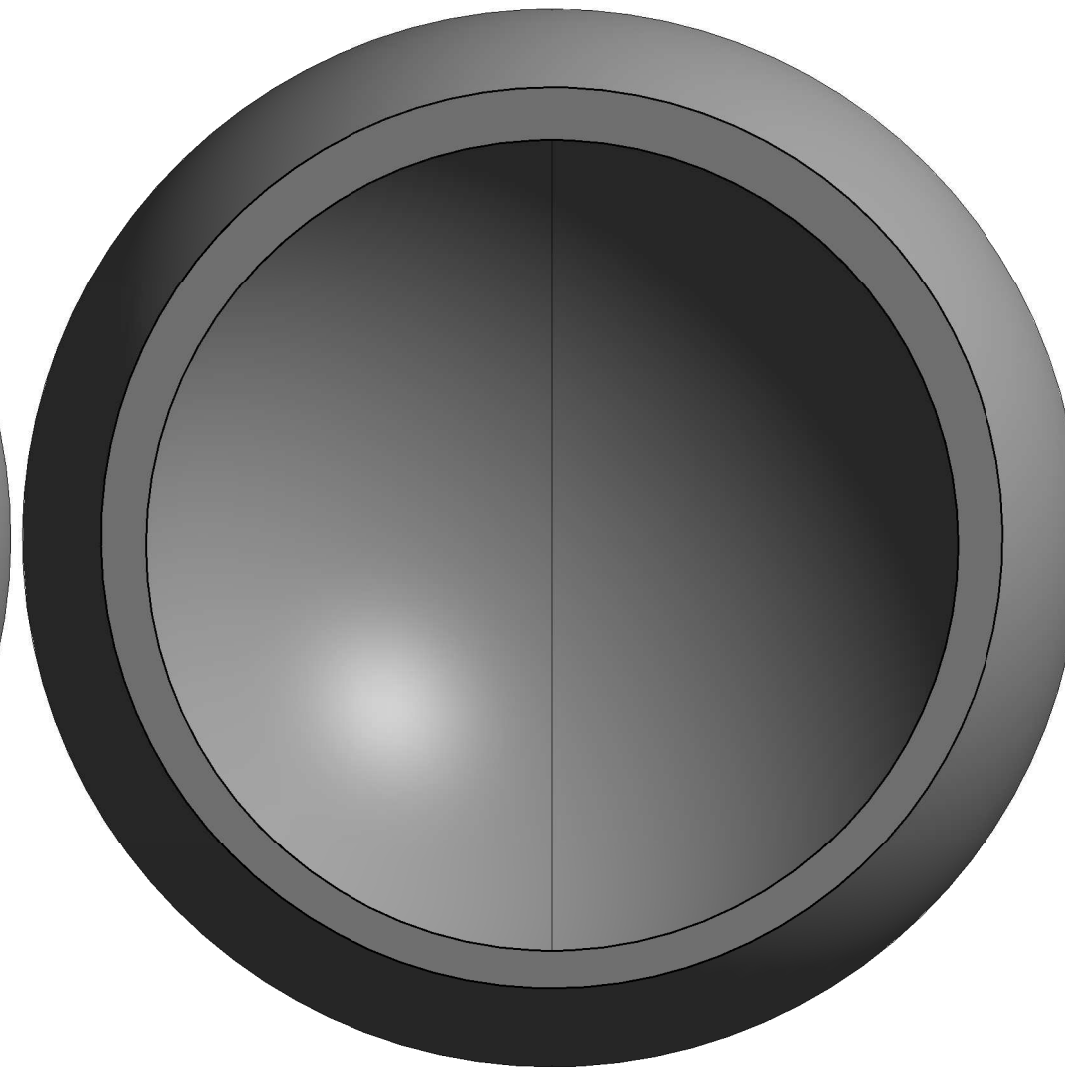
Project number	0001
Date	13.04.16
Drawn by	Maiken
Checked by	Stefan og Martin

A110

Scale 1 : 2



1 3D



2 Snitt
1 : 100

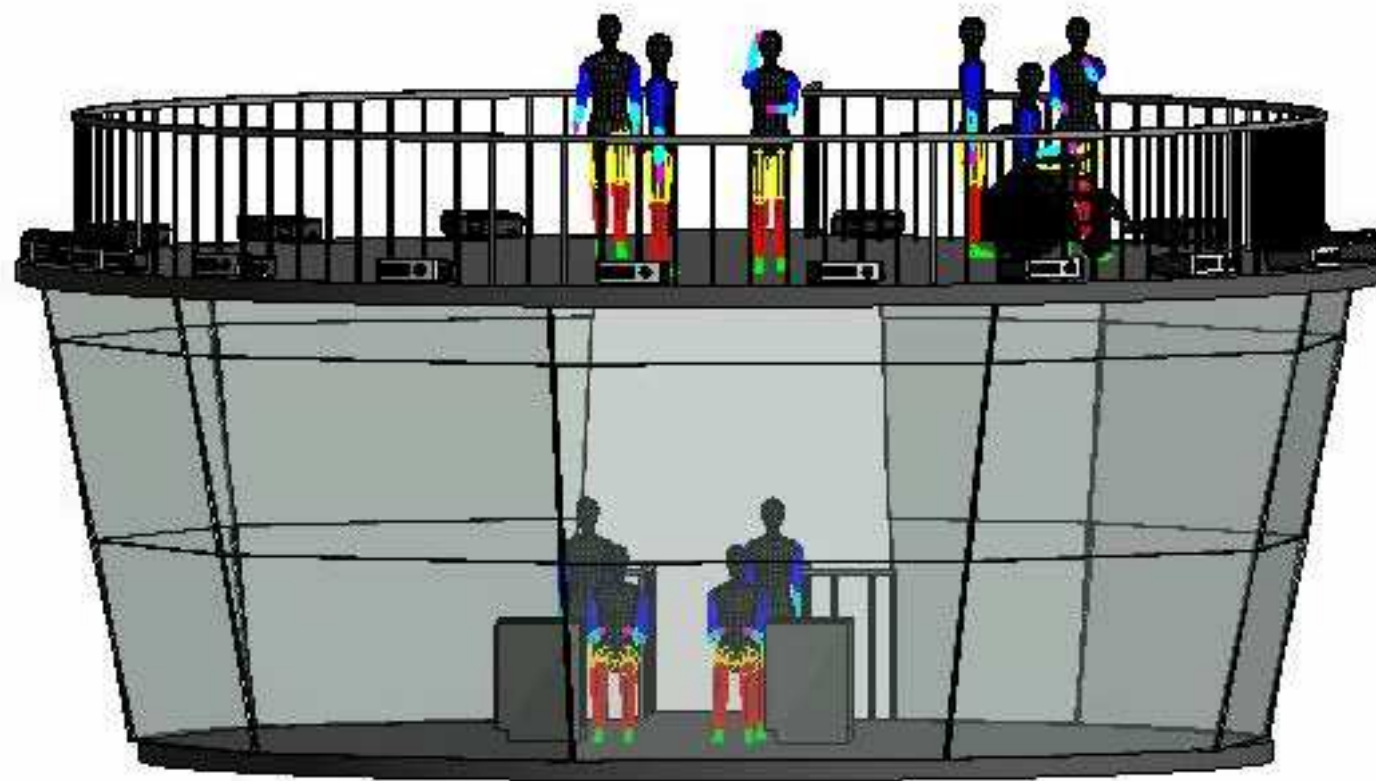


www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Revit
Kuleformet konstruksjon

3D kula		A120
Project number	0001	
Date	13.04.16	
Drawn by	Maiken	
Checked by	Martin og stefan	Scale
		1 : 100



www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Revit

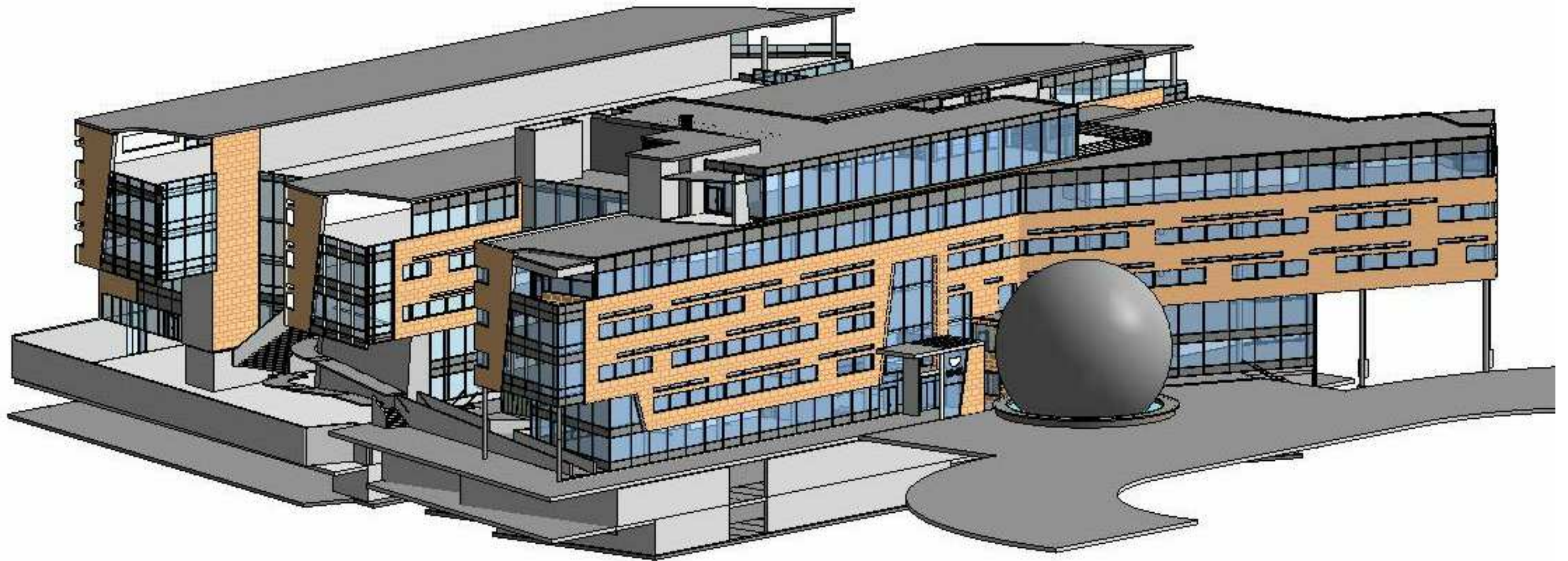
Kuleformet konstruksjon

Illustrasjon plattform

Project number	0001
Date	13.04.16
Drawn by	Stefan og Martin
Checked by	Checker

A121

Scale

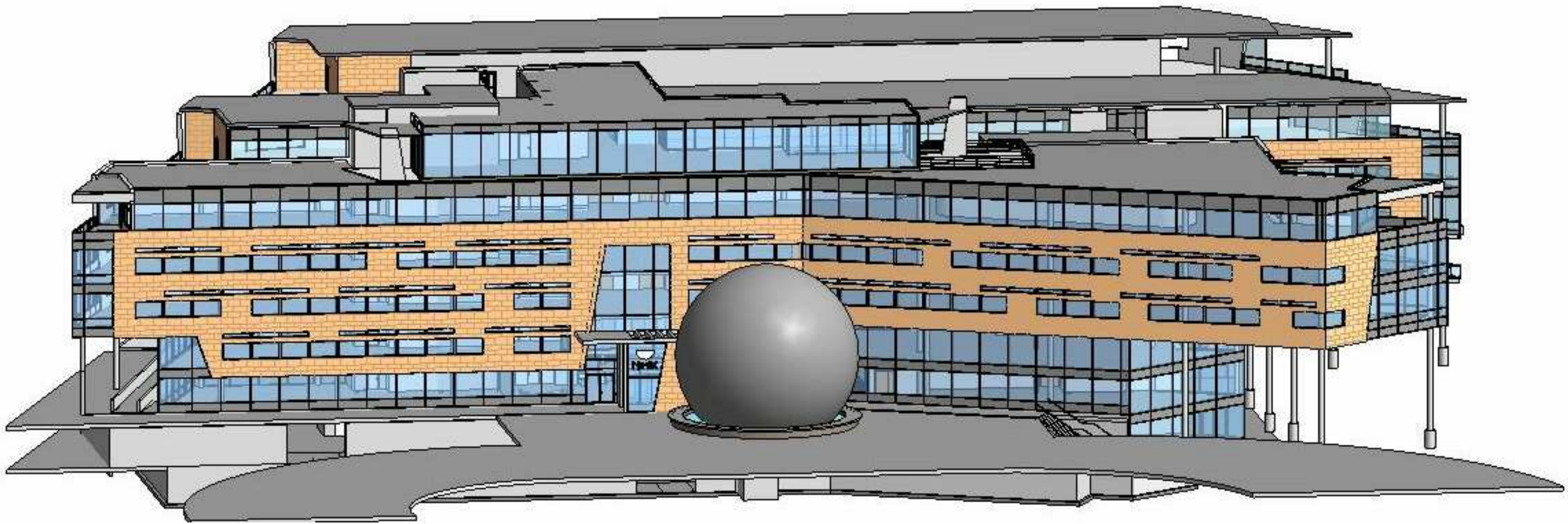


www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Revit
Kuleformet konstruksjon

Illustrasjon		A122
Project number	0001	
Date	13.04.16	
Drawn by	Author	
Checked by	Checker	Scale



AUTODESK

www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Revit

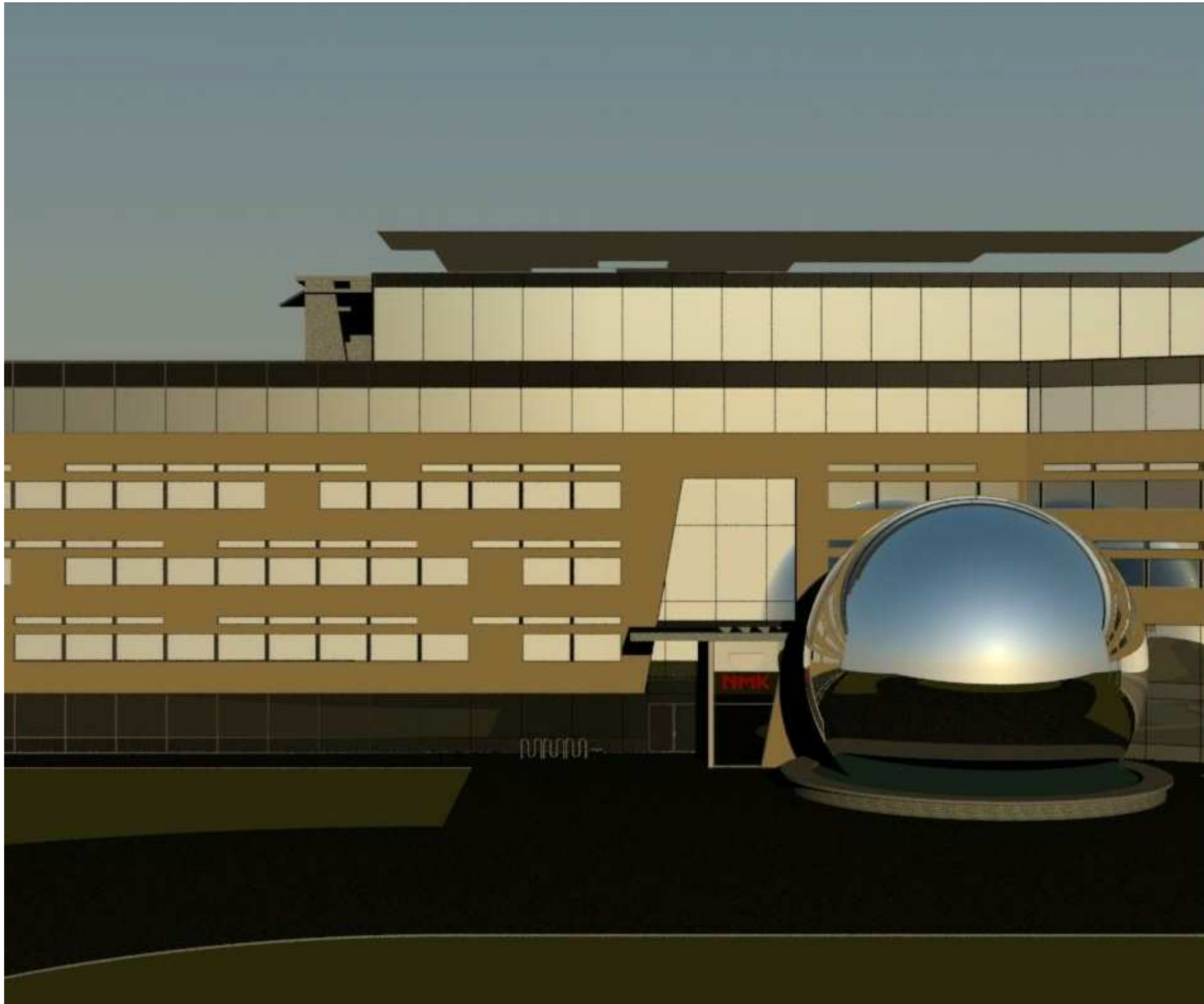
Kuleformet konstruksjon

Illustrasjon

Project number	0001
Date	13.04.16
Drawn by	Maiken
Checked by	Stefan og Martin

A123

Scale

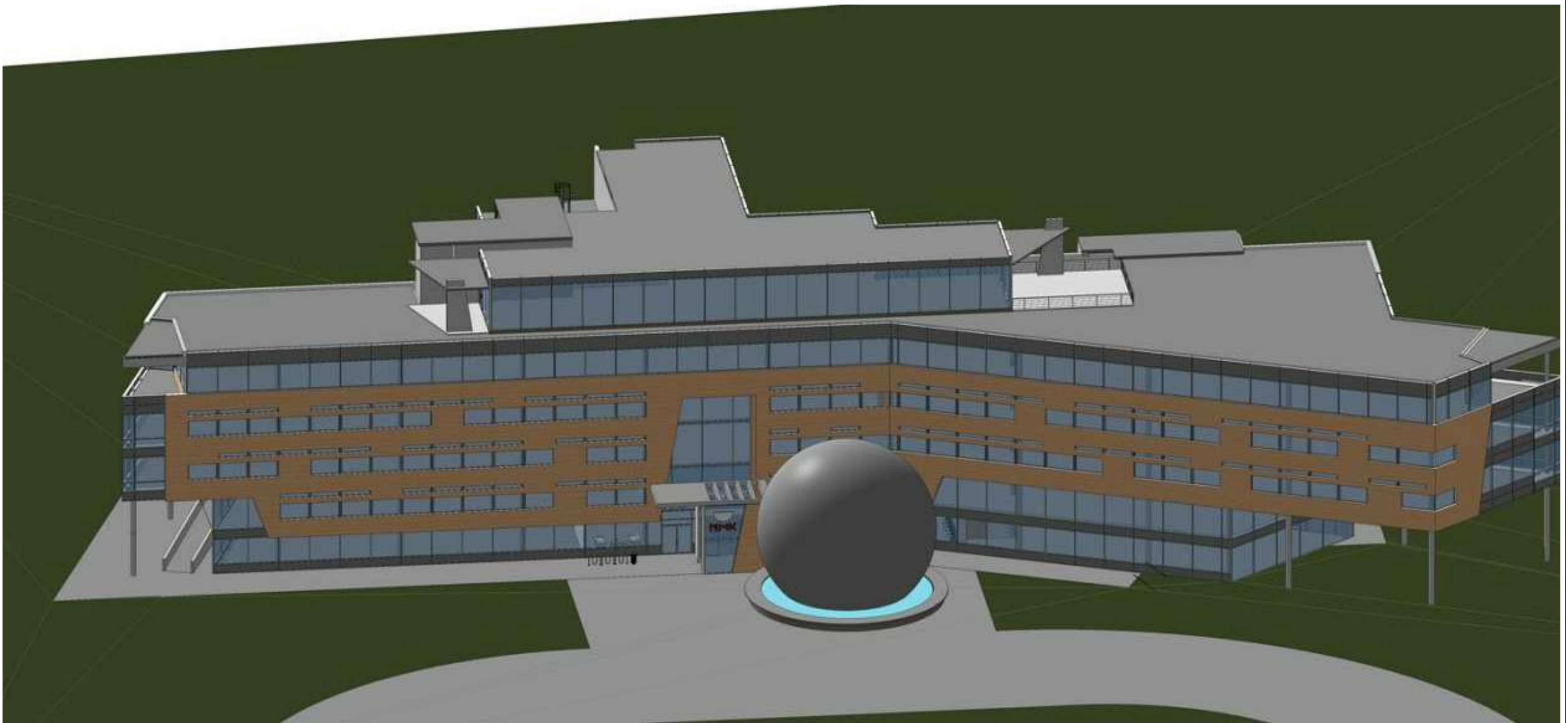


www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Revit
Kuleformet konstruksjon

Illustrasjon		A124
Project number	0001	
Date	13.04.16	
Drawn by	Author	
Checked by	Checker	Scale



www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Revit

Kuleformet konstruksjon

Illustrasjon

Project number	0001
Date	13.04.16
Drawn by	Author
Checked by	Checker

A125

Scale



www.autodesk.com/revit

No.	Description	Date

Revit
Kuleformet konstruksjon

Illustrasjon		A126
Project number	0001	
Date	13.04.16	
Drawn by	Maiken	
Checked by	Stefan og Martin	Scale

VEDLEGG 8

REGULERINGSVEDTAK

Sakspapir

Norsk Maritimt Kompetansesenter II - Detaljregulering - 5. gangs behandling og sluttbehandling

Dokumentinformasjon:

Saksbehandler: Tom Rian Tlf: 70 16 26 18 E-post: postmottak@alesund.kommune.no	ArkivsakID: 12/1569 JournalID: 15/33072
---	--

Behandling:

Saksnr	Utvalg	Dato
068/15	Formannskapet	09.06.2015
062/15	Bystyret	18.06.2015

Rådmannens innstilling:

Ålesund bystyre egengodkjenner med hjemmel i plan- og bygningslovens (pbl) § 12-12, reguleringsplanen for Norsk Maritimt Kompetansesenter, Del II med plankart datert 16.02.2015 og bestemmelser datert 18.05.2015.

Dette er et enkeltvedtak som kan påklages innen 3 uker fra kunngjøring, jmfør pbl § 1-9 og forvaltningslovens kap. VI.

068/15 - Formannskapet

Tilråding:

Ålesund bystyre egengodkjenner med hjemmel i plan- og bygningslovens (pbl) § 12-12, reguleringsplanen for Norsk Maritimt Kompetansesenter, Del II med plankart datert 16.02.2015 og bestemmelser datert 18.05.2015.

Dette er et enkeltvedtak som kan påklages innen 3 uker fra kunngjøring, jmfør pbl § 1-9 og forvaltningslovens kap. VI.

Behandling:

Votering:

Rådmannens innstilling enstemmig tilrådd.

062/15 - Bystyret

Vedtak:

Ålesund bystyre egengodkjenner med hjemmel i plan- og bygningslovens (pbl) § 12-12, reguleringsplanen for Norsk Maritimt Kompetansesenter, Del II med plankart datert 16.02.2015 og bestemmelser datert 18.05.2015.

Dette er et enkeltvedtak som kan påklages innen 3 uker fra kunngjøring, jmfør pbl § 1-9 og forvaltningslovens kap. VI.

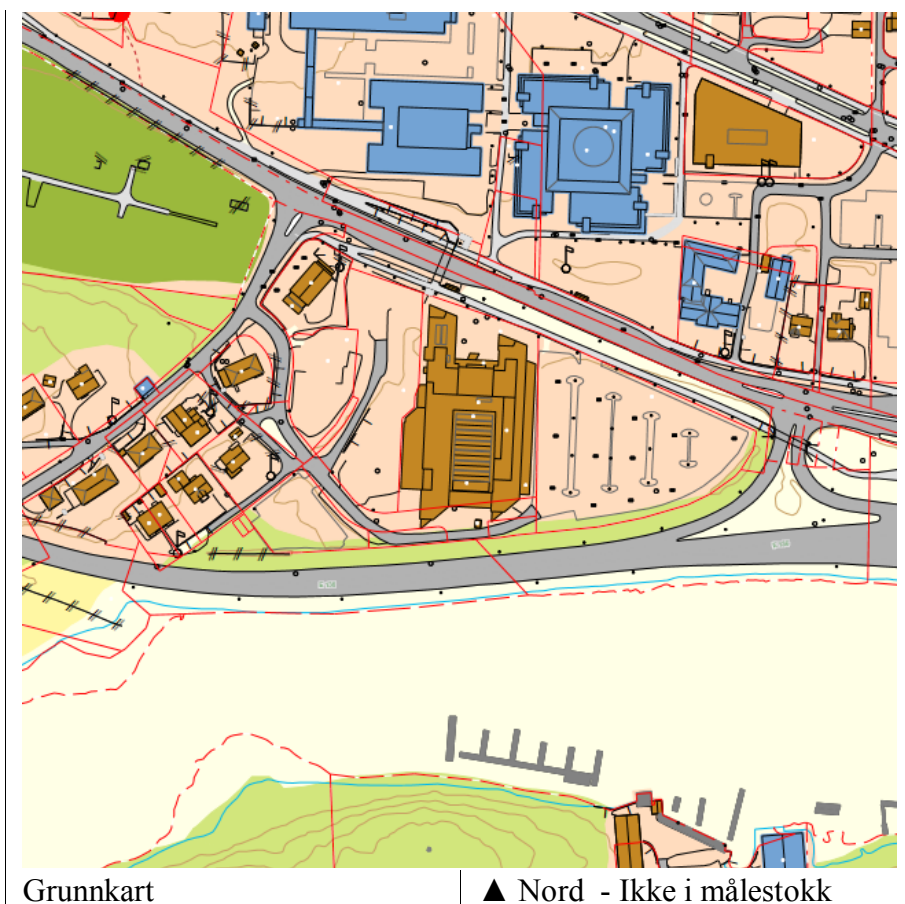
Behandling:

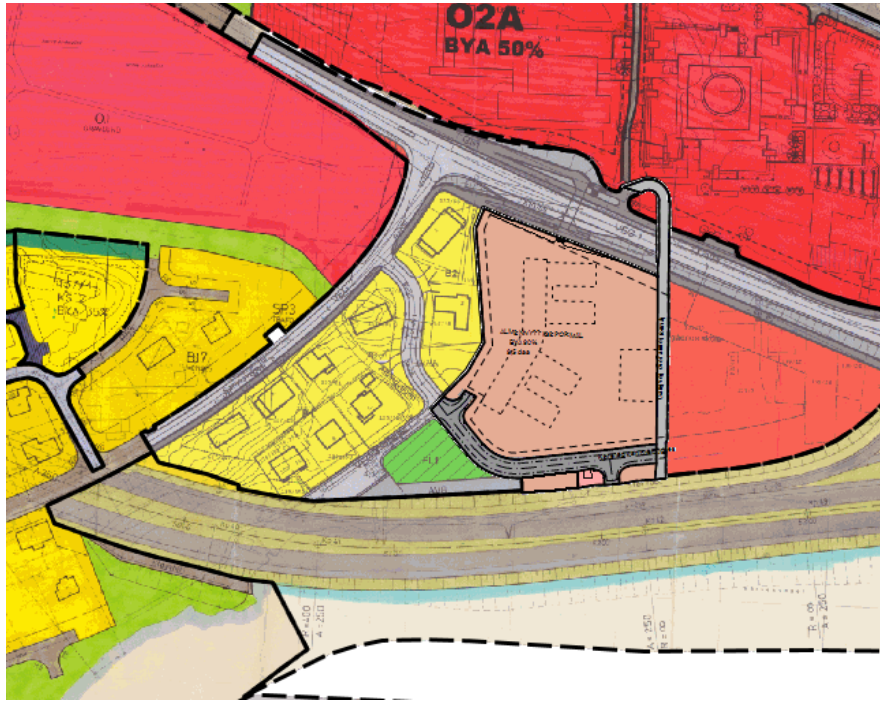
Votering:

Formannskapetets tilråding enstemmig vedtatt.

Bakgrunn:

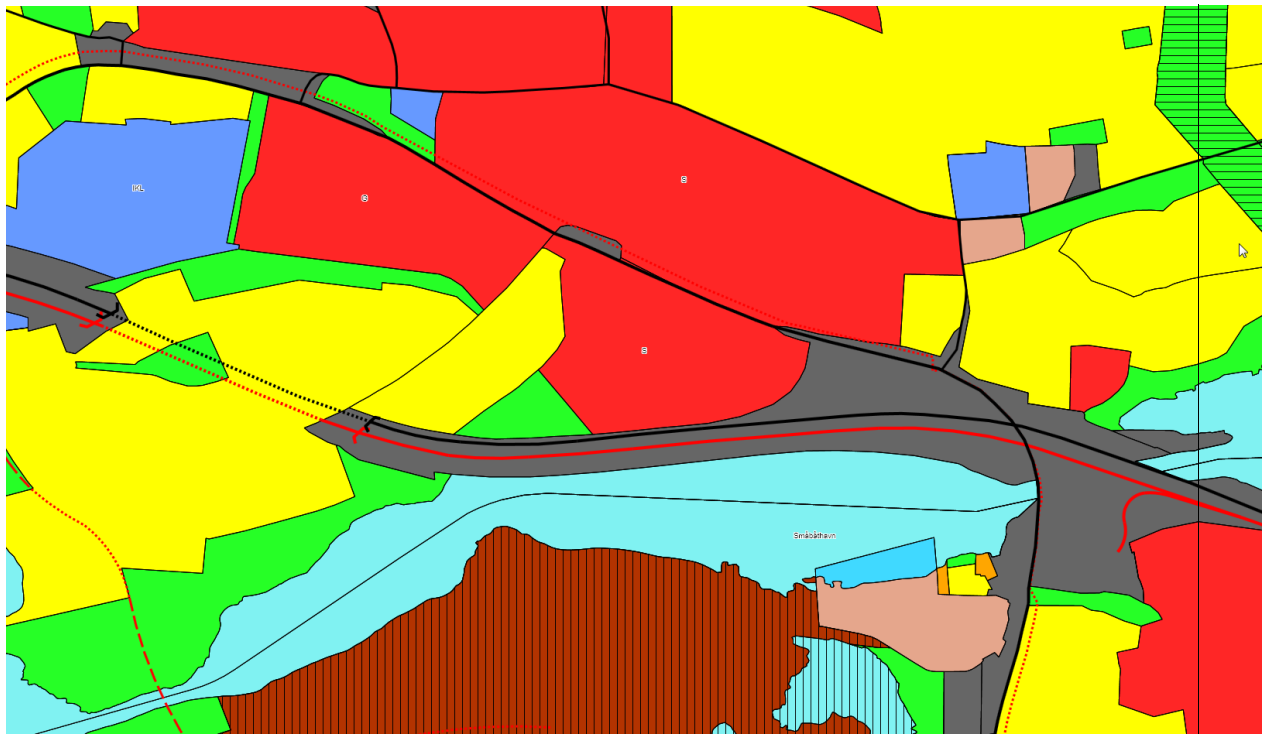
Planen innebærer en utvidelse og endring av eksisterende reguleringsplan for Norsk Maritimt Kompetansesenter. Planen legger til rette for en høyere utnyttelse og en trinnvis utvidelse av dagens NMK.





Gjeldende regulering

▲ Nord - Ikke i målestokk



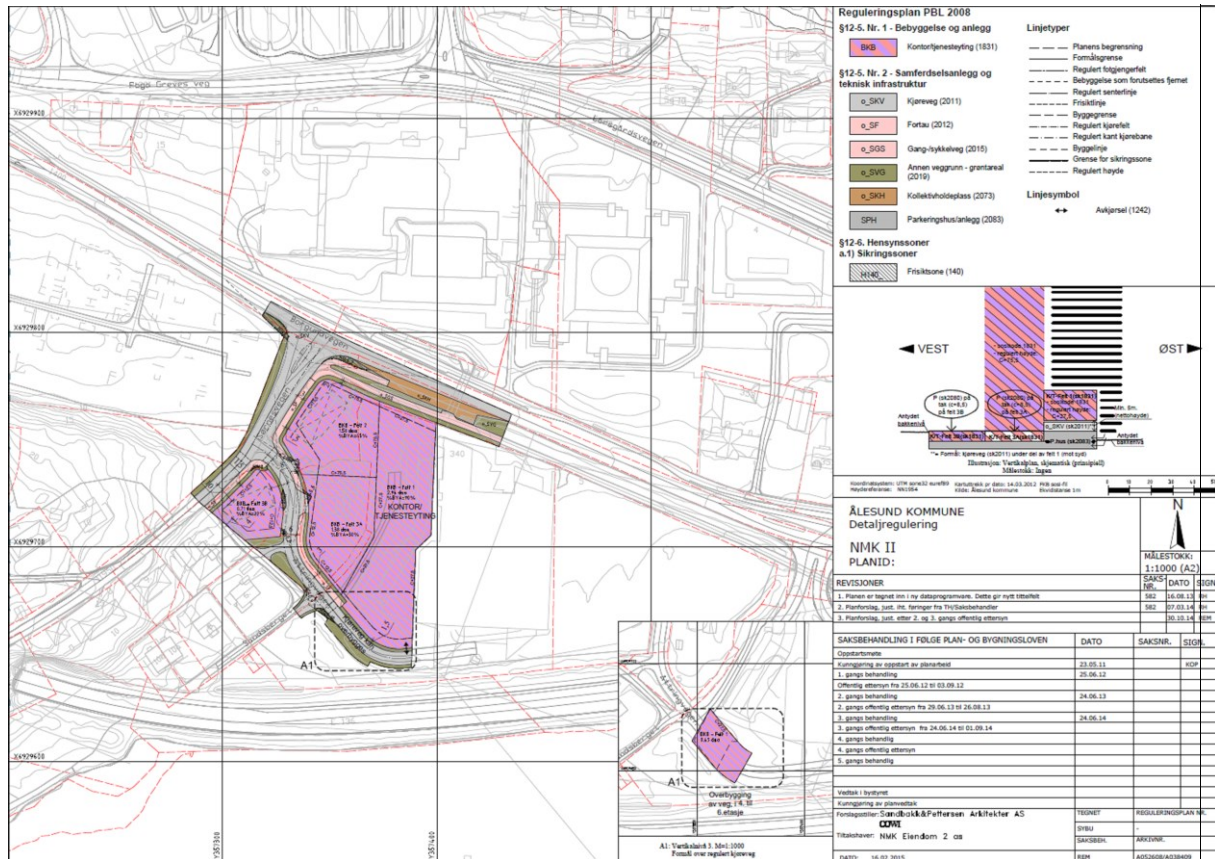
Gjeldende kommuneplan

▲ Nord - Ikke i målestokk



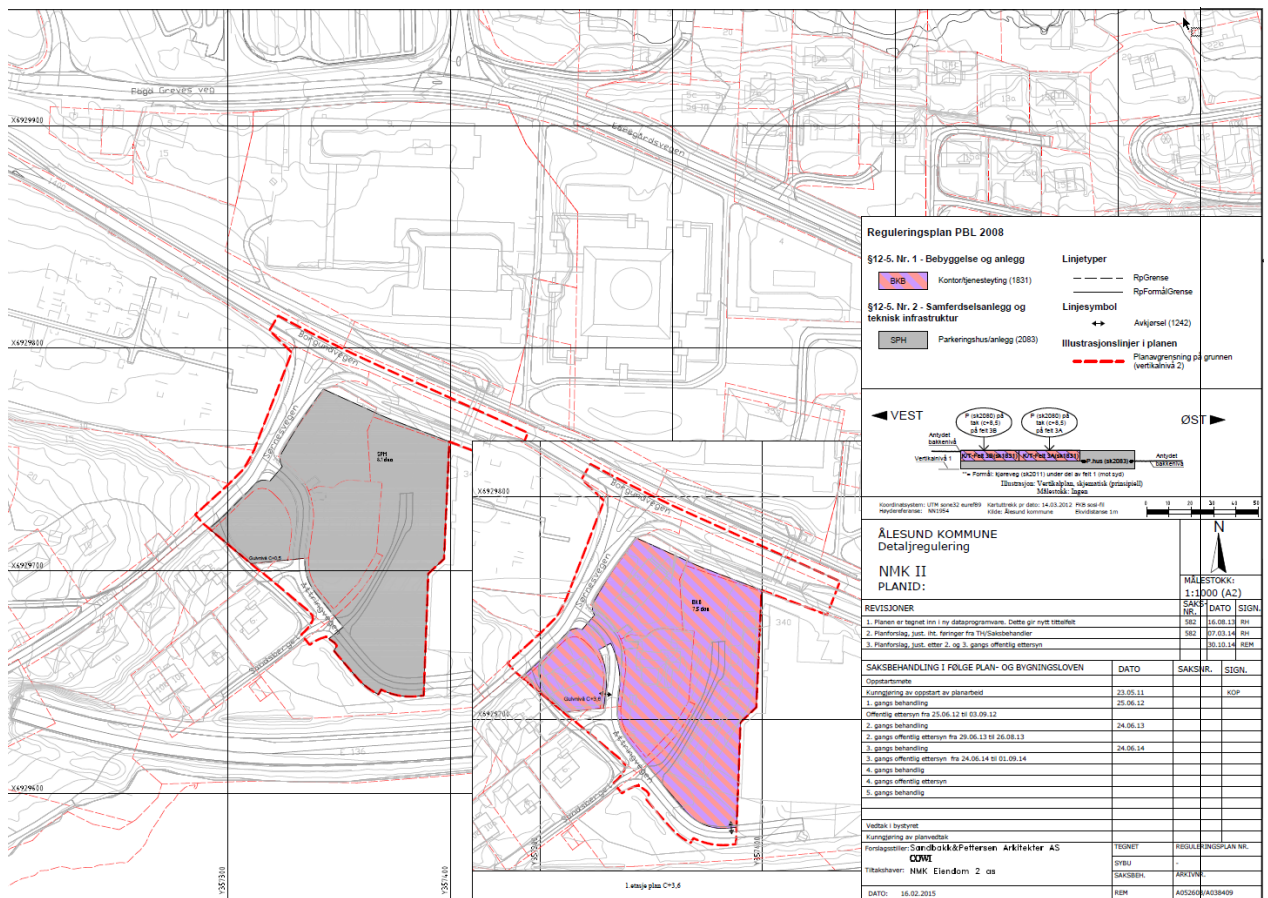
Flyfoto

▲ Nord - Ikke i målestokk



Planforslag på bakken og over bakken

▲ Nord - Ikke i målestokk



Planforslag under bakken

▲ Nord - Ikke i målestokk

Vurdering:

En viser til vedlagte merknadsvurdering.

De innkomne merknadene kan kort oppsummeres med at fagetatene stort sett er fornøyde med de endringene som ble lagt ut til 4. gangs offentlig ettersyn, samt at privatpersonene, med unntak av eier av 137/208 har opprettholdt sine synspunkt.

For å komme Fylkesmannen i Møre og Romsdal i møte i forhold til innsigelse må det gjøres ei tilføyning i bestemmelsene under fellesbestemmelsene når det gjelder støy.

Økonomiske konsekvenser:

Innløsning av en mindre parsell som eies av Opplysningsvesenets Fond, like sørvest for 137/208, må påregnes. Den er en av 2 parseller på 139/11 og er på om lag 100 m². Reguleringsformål er «annen veggrunn».

Juridiske konsekvenser:

Planen danner grunnlag for all ny bruk og tiltak, jamfør §1-6, samt eventuelle krav om innløsning og erstatning etter §§ 15 og 16

Andre driftsmessige eller organisatoriske konsekvenser:

Ingen kjente

Konklusjon med begrunnelse:

Planen, slik den foreligger med tilføynd endring av § 3.6 i fellesbestemmelsene der overnattingslokaler blir lagt inn, er nå klar for egengodkjenning. De merknadene som omfattet innsigelse til planen er fulgt opp i planforslaget på en måte som fjerner disse. Merknadene fra berørte naboer er i utgangspunktet uendret fra forrige høring, men planmyndigheten vurderer nå at planen, med de siste justeringene som er gjort, balanserer hensynene til de ulike interessentene i områdene på en tilfredstillende måte. Planforslaget gir nå, til tross for at det legger opp til en relativt høy arealutnyttelse, klare og entydige rammer for hvordan videre utvikling skal kunne skje, - i tråd med visjonen om et samlet «Campus Ålesund».

Astrid J. Eidsvik
rådmann

Ole Andreas Søvik
plan- og bygningssjef

Dokumentet er elektronisk godkjent og har ingen signatur.

Utrykte dokumenter i saken:

Vedlegg til tidligere behandlinger

Saken i sin helhet med alle dokumenter etter 1.1.2012 er tilgjengelig her:

http://www2.alesund.kommune.no/innsyn6/wfinnsyn.ashx?response=arkivsak_detaljer&arkivsakid=2012001569&jporderby=sdo_journaldato&jporderstype=text&jporderdirection=descending

Vedlegg:

1. Norsk Maritimt Kompetansesenter II - Merknadsvurdering etter 4. gangs offentlig ettersyn
2. Forslag til reguleringsplan for NMK II - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Nørve gnr. 139 bnr. 289, gnr. 137 bnr. 8, 96 m/fl. privat forslag til reguleringsendring
3. Norsk Maritimt Kompetansesenter II - Plankart rev 2015 02 16
4. Norsk Maritimt Kompetansesenter II - Plankart under bakken rev 2015 02 16
5. Norsk Maritimt Kompetansesenter II - Reguleringsbestemmelser rev 2015 05 18
6. Norsk Maritimt Kompetansesenter II - Illustrasjonsplan rev 2015 02 16
7. Norsk Maritimt Kompetansesenter II - Illustrasjoner - Alternativ D 20160215 compressed
8. Norsk Maritimt Kompetansesenter II - Trafikkutredning 2015 02 16
9. Norsk Maritimt Kompetansesenter II - Støyvurdering rev 2.5
10. Norsk Maritimt Kompetansesenter II - Detaljregulering - 4. gangs høring
11. Norsk Maritimt Kompetansesenter II - Merknadsvurdering etter 3. gangs offentlig ettersyn
12. Norsk Maritimt Kompetansesenter II. Detaljregulering. 3. gangs høring
13. Sørneset. Norsk Maritimt Kompetansesenter, byggetrinn II. Reguleringsendring for gnr. 139 bnr. 289, gnr. 137 bnr. 8, 96 m/fl. 2. gangs behandling og offentlig ettersyn
14. Sørneset. Norsk Maritimt Kompetansesenter, byggetrinn II. Reguleringsendring for
15. Trekk av innsigelse - Fylkesmannen i Møre og Romsdal - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Nørve gnr. 139 bnr. 289, gnr. 137 bnr. 8, 96 m/fl. privat forslag til reguleringsendring
16. Merknad - Møre og Romsdal fylkeskommune - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Nørve gnr. 139 bnr. 289, gnr. 137 bnr. 8, 96 m/fl. privat forslag til reguleringsendring
17. Merknad - Marit Young - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Nørve gnr. 139 bnr. 289, gnr. 137 bnr. 8, 96 m/fl. privat forslag til reguleringsendring
18. Merknad - Sørneset Velforening - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Nørve gnr. 139 bnr. 289, gnr. 137 bnr. 8, 96 m/fl. privat forslag til reguleringsendring
19. Merknad - Helge Kjell Saunes med flere - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Nørve gnr. 139 bnr. 289, gnr. 137 bnr. 8, 96 m/fl.
20. Merknad - Odd Brand-Hansen - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Nørve gnr. 139 bnr. 289, gnr. 137 bnr. 8, 96 m/fl. privat forslag til reguleringsendring
21. Merknad - Kystverket Midt - Norge - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Nørve gnr. 139 bnr. 289, gnr. 137 bnr. 8, 96 m/fl. privat forslag til reguleringsendring
22. Merknad - Statens Vegvesen - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Nørve gnr. 139 bnr. 289, gnr. 137 bnr. 8, 96 m/fl. privat forslag til reguleringsendring
23. Merknad - Barnerepresentanten - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Nørve gnr. 139 bnr. 289, gnr. 137 bnr. 8, 96 m/fl. privat forslag til reguleringsendring
24. Merknad - Høgskolen i Ålesund - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Nørve gnr. 139 bnr. 289, gnr. 137 bnr. 8, 96 m/fl. privat forslag til reguleringsendring
25. Merknad, kommuneoverlegens uttalelse - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Del 2 - 4. gangs offentlig ettersyn
26. Innspill VAP - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Del 2 - 4. gangs offentlig ettersyn

Vedlegg:

27. Norsk Maritimt Kompetansesenter, Norge gnr. 139 bnr. 289, gnr. 137 bnr. 8, 96 m/fl. privat forslag til reguleringsendring
28. Merknad - Opplysningsvesenets Fond - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Norge gnr. 139 bnr. 289, gnr. 137 bnr. 8, 96 m/fl. privat forslag til reguleringsendring
29. Merknad - Nørvasund og Nørvøy bydelsutvalg - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Del 2 - 4. gangs offentlig ettersyn
30. Merknader fra VAR - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Del 2 - 4. gangs offentlig ettersyn
31. Merknad - Råda - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Del 2 - 4. gangs offentlig ettersyn
32. Merknad - Kultur- og oppvekstkomiteen - Byutvikling- og miljøkomiteen - Norsk Maritimt Kompetansesenter, Del 2 - 4. gangs offentlig ettersyn

VEDLEGG 9

LOGG

TIMELISTER		
Navn	Martin	
Måned	Mars	
Prosjekt		
DAG	AKTIVITET	TIMER
1	teori	6
2	lean seminar, teorisøk, mail	8
3	teorikapittel	8
4	teori, omskriving, korrektur	6
5		
6		
7	eksamensforberedelser	
8	-	
9	-	
10	-	
11	-	
12	-	
13	-	
14	-	
15	eksamen	
16		8
17		8
18	fri	
19	påske	
20	-	
21	-	
22	-	
23	-	
24	-	
25	-	
26	-	
27	-	
28	-	
29	snø/vindlast	6
30	møtss, div synsing	5,5
31	Kostnadsvurdering	10
	Sum timer	65,5

TIMELISTER		
Navn	Stefan	
Måned	Februar	
Prosjekt		
DAG	AKTIVITET	TIMER
1	informasjonsinsamling av	8
2	standarder	8
3	teori stål	8
4	teori stål	8
5	teori	8
6		
7		
8	teori stål	8
9	egenlaster 3 timer + 5 timer	8
10	nyttelaster 4 timer + 3	7
11	fremdriftsrapport 2timer+ 2 timer	7
12	klimaskall og klimaskjerm	8
13		
14		
15	klimaskjerm og klimaskall	7
16	2 timer partialf. 6 lean	8
17	Korrurktur klimaskjerm,	8
18	Korrurktur klimaskjerm,	7
19		
20		
21	lesing	8
22	2 timer møte osc +5 timer	7
23	Ventilasjon og lyd	8
24	lyd info	8
25	Ventilasjon og lyd	8
26	sap2000	8
27		
28		
29	sap2000	8
30		
31		
	Sum timer	163

TIMELISTER		
Navn	Martin	
Måned	Februar	
Prosjekt		
DAG	AKTIVITET	TIMER
1	informasjonsinnhenting,	6
2	forskrift	6
3	informasjonsinnehenting tre	8
4	trevirke	8
5	limtre	7
6		
7		
8	informasjonsinnhenting snølast	6
9	snølast	1
10	snølast utrekning	6
11	informasjonsinnhenting vindlast	6
12	vindlast	7
13		
14		
15	vindlast, avstivning	3
16	avstivning	4
17	teoriinnsamling	8
18	korrektur og omskriving	7
19	jakt	
20	jakt	
21	jakt	
22	brudd og bruksgrense,	8
23	brann	6
24	informasjonsinnhenting, mail	7
25	teoriinnsamling	8
26	teoriinnsamling	7
27		
28		
29	oversikt, korrekturlesing	7
30		
31		
	Sum timer	126

TIMELISTER		
Navn	Maiken	
Måned	Februar	
Prosjekt	Hovedprosjekt	
DAG	AKTIVITET	TIMER
1	Informasjonsinnhenting av Lover	8
2	Betong	8
3	Betong + Robot	8
4	3ds Max	8
5	3ds Max	8
6		
7		
8	Betong + Møte arkitekt	8
9	Betong + Time	6,5
10	Seismisk påvirkning + Næringslivsdagen	6
11	Seismisk påvirkning + Næringslivsdagen	6,5
12	Oppgavesamling, planeqing	8
13		
14		
15	Informasjonsinnhenting	8
16	Informasjonsinnhenting + Lean	8
17	Informasjonsinnhenting + Lean	8
18	Bæresystemer	8
19	Bæresystemer	8
20		
21		
22	Revit + Møte med OSC	8
23	Revit	8
24	Bæresystemer	8
25	EL-Anlegg + legge inn riktig referanseopsett	8
26	teori	8
27		
28		
29	Teori	8
30		
31		
	Sum timer	163

TIMELISTER		
Navn	Malin	
Måned	Mars	
Prosjekt	Hovedprosjekt	
1	Teori	8
2	Teori	8
3	Teori	8
4	Teori	8
5		
6		
7	Eksamensøving	
8	Eksamensøving	
9	Eksamensøving	
10	Eksamensøving	
11	Eksamensøving	
12	Eksamensøving	
13	Eksamensøving	
14	Eksamensøving	
15	Eksamen	
16	Teori	8
17	Veiledermøte + Jordstjølvdimensjonering	8
18	Møte med Sikansa i qutehuset + teori	8
19		
20		
21	Påske	
22	Påske	
23	Påske	
24	Påske	
25	Påske	
26	Påske	
27	Påske	
28	Påske	
29	Revit, visualisering	8
30	Revit, visualisering	8
31	Revit, visualisering	8
	Sum timer	64

TIMELISTER		
Navn		
Måned	Mars	
Prosjekt		
DAG	AKTIVITET	TIMER
1	teori	8
2	lean seminar	8
3	teori	8
4	teori	8
5		
6		
7	eksamensforberedelser	
8	eksamensforberedelser	
9	eksamensforberedelser	
10	eksamensforberedelser	
11	eksamensforberedelser	
12	eksamensforberedelser	
13	eksamensforberedelser	
14	eksamensforberedelser	
15	eksamen	
16	diverse	8
17	diverse	8
18	reise	
19	påske	
20	påske	
21	påske	
22	påske	
23	påske	
24	påske	
25	påske	
26	påske	
27	påske	
28	påske	
29	reise	
30	fremdriftsplan og tegning på	8
31	egenvekt og dimensjoneringspr	8
	Sum timer	64

TIMELISTER		
Navn	Måken	
Måned	April	
Prosjekt	Hovedprosjekt	
DAG	AKTIVITET	TIMER
1	Vurdering miljø	8
2		
3		
4	Miljø vurderinger	8
5	Tegninger Revit	8
6	Tegninger Revit	8
7	Tegninger Revit	8
8	Lumion, 3ds max	8
9		
10		
11	Tegning Revit, håndberegninger, Time med Ali i SAP 2000	8
12	Revit, Håndberegninger	8
13	Håndberegninger, Revit	8
14	Håndberegninger, Revit	8
15	Poengetavle, Flette sammen oppgaven	8
16		
17		
18	Redigere oppgaven, Lumion, visualisering	12
19	Skrive "Innledning"	8
20	WBS og redigering av tegninger i Revit + Validermate	8
21	Redigering av tegninger i Revit + Møte med Ali om	8
22	Skrive metode del " Poengetavle og direkte	8
23		
24		
25	Skrive "Metode - kvalitativ metode" og redigering av	8
26	Skrive "Metode - modellering i dataprogram	8
27	Redigere tegninger + Validermate og Møte med ali om SAP	8
28	Skrive "Dataens situasjon" + Forbredelser til møte med	8
29	lytte med Espenoon, beregninger i SAP2000 og	8
30		
	Sum timer	164

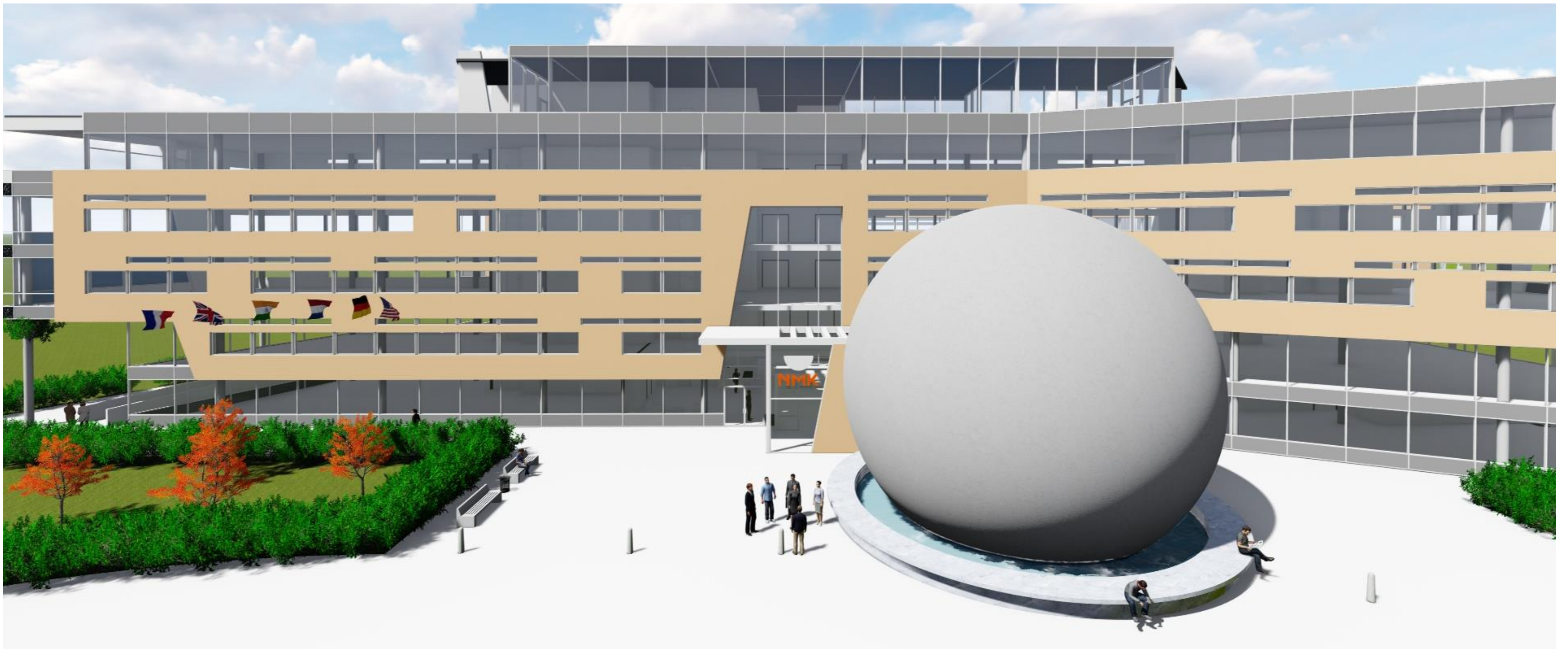
TIMELISTER		
Navn	Martin	
Måned	April	
Prosjekt		
DAG	AKTIVITET	TIMER
1	vurdering	5
2		
3		
4	Vurdering	8
5	Vurdering/ utførelse	7
6	utførelse	9
7	Mail, Diverse justeringer på tek	10
8	Transport	5
9		
10		
11	transport, møte, utførelse	6
12	utførelse montering	7
13	utførelse montering møte	10
14	utførelse montering	8
15	navis rapping	7
16		
17		
18	omskrivning 3.1.1 og 3.1.2.	7
19	omskrivning 3.1.2, anslåst	6
20	3,4	11
21	3,4	9
22	omskrivning og korrektur kap3	6
23		
24		
25	korrektur	7
26	vurdering	7
27	knutepunkt	9
28	knutepunkt	10
29	møte spennoon, planlegging	7
30		
31		
	Sum timer	165
29	beregninger av etterklangstid	8
30		
31		
	Sum timer	166

TIMELISTER		
Navn		
Måned	Mai	
Prosjekt		
DAG	AKTIVITET	TIMER
1		
2	vedlegg ventilasjon	8
3	vedlegg U-verdi	8
4	vedlegg dimensjonering av	8
5	vedlegg sap2000	8
6	vedlegg etterklangstid	8
7		
8		
9	rettskriving og korrekturlesing	8
10	rettskriving og korrekturlesing	8
11	rettskriving og korrekturlesing	8
12	rettskriving og korrekturlesing	8
13	rettskriving og korrekturlesing	8
14		
15		
16	terminologi	8
17		
18	rapport sap2000	8
19	poster	6
20	retting av oppgave	4
21		
22		
23	powerpoint	8
24	powerpoint	8
25	generalprøver til fremføring	8
26	fremføring av oppgaven	
27		
28		
29		
30		
31		
	Sum timer	130

TIMELISTER		
Navn	Måken	
Måned	Mai	
Prosjekt		
DAG	AKTIVITET	TIMER
1		
2	Innledning	8
3	Innledning	8
4	Problemmstilling	8
5	Agrensing	8
6	Avgrøning	8
7		
8		
9	Sammenfatte oppgaven	8
10	Derfing av egen løsning	8
11	Drøfting av egen løsning + lesef rette igjennom oppg	8
12	Sammendrag + rette igjennom oppgaven i	8
13	Sammendrag + rette igjennom oppgaven i	8
14	Klartegge løsningene + lage noen ekstra eksempler	8
15	Rette opp oppgaven i forhold til tilbakemeldinger	8
16	Rette opp oppgaven, fulle på det som manglet	8
17		
18	Konklusjon	8
19	Plakat	6
20	Delting av oppgave	8
21		
22		
23	Powerpoint	
24	Powerpoint + øving	
25	Powerpoint + øving	
26	Fremføring	
27		
28		
29		
30		
31		
	Sum timer	126

TIMELISTER		
Navn		
Måned	Mai	
Prosjekt		
DAG	AKTIVITET	TIMER
1		
2	møte skanska, omskriving	7
3	jobb	
4	omskrivning vurdering,	10
5	2.11 og 3.2.2.	9
6	størrelse egenvekt element	10
7	div, mail vedlegg	3
8		
9	transport, størrelse vekt	6
10	jobb	
11	Korrekturlesing	11,5
12	Retting i plenum	14
13	retting i plenum, omskriving	12
14	omskrivning element-ringmur	3
15	retting, omskriving	10
16	finpuss	7
17		
18	korrektur	6
19	omskrivning	5
20	korrektur	5
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
	Sum timer	118,5

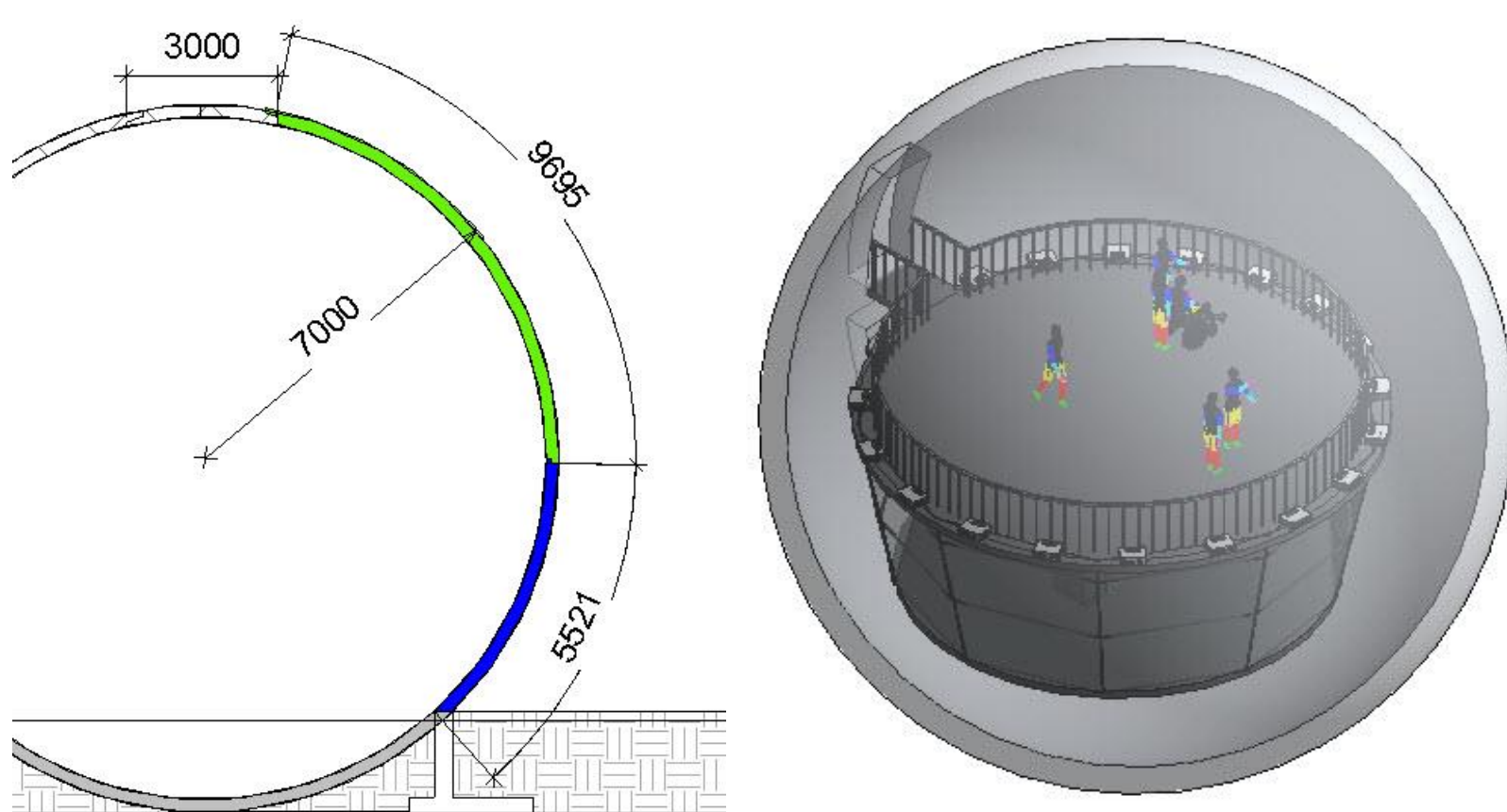
Kuleformet konstruksjon



Hensikten med oppgaven er å finne en gunstig løsning på hvordan en kuleformet konstruksjon kan dimensjoneres og prosjekteres. Det blir tatt hensyn til byggetekniske forskrifter, begrensninger i materialstyrke, miljøavtrykket til materialet og hva som er fordelaktig økonomisk.

Forskningsspørsmål

- Hva er en gunstig konstruksjon med hensyn på materialvalg, økonomi og miljø?
- Hvordan kan klimaskallet bygges opp i forhold til naturpåkjenninger som fukt, snø og vind på en kuleformet konstruksjon?
- Hvordan tilfredsstille de tekniske kravene i samsvar med TEK10.



Metode

- Direkte evalueringsmetoder
- Poengtavle
- Modellering i Revit 2016
- Dimensjonering i SAP 2000
- Visualisering i Lumion 6.
- Manuelle beregninger

Konklusjon

- Konklusjonen til vår problemstilling, er at betong er den mest gunstige konstruksjonen fremfor stål og tre.
- «Appelsinskall-liknende» betongelementer.
- Det ble valgt en løsning med isolasjon og direkte overflatebehandling.
- Betong er et gunstig materiale med hensyn på tekniske krav og montering.