

Implementering av jordskjelvsberegninger i fap2D

Erik Aasmundrud

Master i ingeniørvitenskap og IKT

Innlevert: juni 2013

Hovedveileder: Svein N Remseth, KT

Medveileder: Kolbein Bell, KT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for konstruksjonsteknikk



Institutt for konstruksjonsteknikk

Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi

NTNU- Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet

TILGJENGELIGHET

Åpen

MASTEROPPGAVE 2013

FAGOMRÅDE: Konstruksjonsteknikk / Datateknikk	DATO: 10.06.2013	ANTALL SIDER: 224
--	---------------------	----------------------

TITTEL:

Implementering av jordskjelvsberegninger i fap2D

Implementation of earthquake calculations in fap2D

UTFØRT AV:

Erik Aasmundrud



SAMMENDRAG:

Rapporten presenterer arbeidet som er lagt ned i programmet med arbeidstittel **fap2D**, et program for statisk og dynamisk analyse av plane rammekonstruksjoner.

Produktet på denne oppgaven er siste versjon av programmet. Rapporten er derfor et kortfattet sammendrag over ny funksjonalitet som er implementert, samt forbedringer, optimaliseringer og feilfikseringer i programmet. Hovedimplementasjonene er en jordskjelvsberegning ved bruk av numerisk integrasjon og en jordskjelvsberegning ved bruk av responspektrum hentet fra Eurokode 8.

For å gi en bedre oversikt over det daglige arbeidet er det vedlagt en logg over arbeidet som er utført, klasser eller filer som er berørt og antall timer det er jobbet. Rapporten skal også være et hjelpemiddel for fremtidige utviklere på programmet.

FAGLÆRER: Svein N. Remseth

VEILEDER(E): Kolbein Bell

UTFØRT VED: NTNU

Summary

Summary

This report presents the work done on the program with the working title **fap2D**, a program for static and dynamic analysis of 2D frame type structures.

The product of this thesis is the last version of the program. This report is therefore a brief summary of the new functionality which is implemented, together with improvements, optimizations and bug fixes done on the program. The thesis also includes a verification of the implementation, and a parameter analysis. The main implementations are an earthquake analysis with the use of numerical integration and an earthquake analysis with the use of response spectra from Eurocode 8.

To give a better overview of the daily work there is a log in the appendix regarding the work done, classes or files affected and the number of hours worked each day. The report will also be a tool for new developers working with the program.

Summary

Institutt for konstruksjonsteknikk

FAKULTET FOR INGENIØRVITENSKAP OG TEKNOLOGI
NTNU – Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

MASTEROPPGAVE 2013

for

Erik Aasmundrud

Implementering av jordskjelvsberegninger i **fap2D**

Implementation of earthquake analyses in fap2D

Basert på utført prosjektoppgave går oppgaven ut på å videreføre utviklingen av **fap2D**, et program for statiske og dynamiske beregninger av plane rammekonstruksjoner som ble påbegynt allerede i 2006. Frem til 2012 har 8 studenter deltatt i utviklingen av programmet, som prosjekt- og masteroppgaver. I inneværende semester er dette en av tre oppgaver knyttet til utviklingen av **fap2D**.

Denne oppgaven skal primært implementere jordskjelvanalyse(r) i programmet. Så langt det er mulig bør oppgaven løses med utgangspunkt i allerede implementerte dynamiske beregninger. Hovedvekten legges på numerisk integrasjon i tidsplanet, basert på tidsserier av grunn-akselerasjon. I den grad tiden tillater bør også løsninger basert på seismisk respons spektrum vurderes. Det som blir implementert bør være relevant i forhold til Eurokode 8 uten at det nødvendigvis skal være begrenset til denne standard.

Opggaven forutsettes koordinert med oppgavene til Erstad og Pedersen, og som for deres oppgaver har også denne oppgaven et ansvar for å implementere robuste løsninger, eventuelt modifisere allerede implementerte løsninger med tanke på å fremskaffe et effektivt, robust og stabilt program tuffet på enhetlige løsninger.

Besvarelsen er først og fremst selve programmet, men det skal også utarbeides en kortfattet rapport som beskriver metodegrunnlaget i kortform og argumenterer for valgte løsninger, og som sannsynliggjør, via utførte beregninger, at programmet regner «riktig». For å kunne bedømme innsatsen er det viktig at rapporten omfatter en kronologisk "logg" som angir hva som er gjort og når; loggen plasseres i et vedlegg. Kandidaten bør også ha i mente at en av rapportens viktigste oppgaver er å sette andre i stand til å gå inn i koden og eventuelt modifisere/videreføre den.

Opggaven lar seg vanskelig innordne den vanlige "malen", men så langt råd er bør besvarelsen organiseres i henhold til gjeldende retningslinjer. Selv om rapporten blir relativt kortfattet stilles det de samme formelle krav til den som for masteroppgaver generelt.

Hovedveileder: Svein Remseth

Medveileder: Kolbein Bell

Besvarelsen skal leveres til Institutt for konstruksjonsteknikk innen 10. juni 2013.

NTNU, 18. januar, 2018


Svein Remseth

Oppgavetekst

Forord

Siden høsten 2006 har det vært arbeidet med å lage et rammeprogram for statiske og dynamiske analyser for plane rammer med arbeidstittelen **fap2D**. Arbeidet er utført av studenter ved Institutt for Konstruksjonsteknikk ved NTNU, under ledelse av professor Kolbein Bell. Grunnet oppstartsproblemer var det ikke før i 2008 at grunnlaget til det som i dag er **fap2D** ble lagt. Dette foregikk gjennom prosjekt- og masteroppgaven henholdsvis, høst 2008 og vår 2009, til Dagfinn Dale Kloven og Gunnar Stensrud Nilsen.

Arbeidet har i senere tid blitt etterfulgt av flere studenter tilknyttet samme institutt. Jan Kristian Dolven og Fredrik Larsen skrev høsten 2009 sine prosjektoppgaver om programmet, men kun Jan Kristian Dolven fulgte opp med en masteroppgave, som ble utført våren 2010. Høsten 2010 og våren 2011 etterfulgte Daniel Aase, Brita Årvik og Fredrik Larsen arbeidet til de tidligere studentene, hvor alle skrev både prosjekt- og masteroppgave tilknyttet programmet.

Denne masteroppgaven har gått parallelt med masteroppgaven til Frans Erstad og Kristian Pedersen, som fortsatte arbeidet de la ned på prosjektoppgaven, høsten 2012. Arbeidet har foregått via ukentlige møter med Kolbein Bell, daglig kommunikasjon via Facebook[1] mellom utviklerne og flere interne møter.

Jeg vil takke professor emeritus Kolbein Bell for tilbakemeldinger på arbeidet som er utført og de jevnlige møtene gjennom semesteret. Bell har også stått for beregningsrutinene som benyttes i programmet. Det må også sendes en takk til professor Svein N. Remseth for veiledning innenfor dynamikk.

Jeg vil takke Knut Anmarkrud og Daniel Aase i Focus Software AS for hjelp med programmeringen som er tilknyttet oppgaven. Begge har kommet med gode innspill til optimaliseringer og generelle synspunkt rundt implementasjonen.

Til slutt vil jeg takke Frans Erstad og Kristian Pedersen for et godt samarbeid. Begge har kommet med innspill på mitt arbeid og etter min mening har vi har hatt en rettferdig fordeling av andre arbeidsoppgaver som har vært tilknyttet programmet.

Trondheim

Juni 2013



Erik Aasmundrud

Innholdsfortegnelse

Summary	ii
Oppgavetekst	iv
Forord	vi
Innholdsfortegnelse	viii
1 Innledning	2
2 Definisjoner og terminologi	4
2.1 Denne rapporten	4
2.2 Konstruksjonsmodell	4
2.3 Beregningsmodell	4
2.4 Brukergrensesnitt	4
3. Arbeidsprosessen	6
3.1 Planlegging og gjennomføring	6
3.1.1 Prosjektoppgaven	6
3.1.2 Masteroppgaven	6
3.2 Utviklingen	6
3.3 Rapportering / dokumentasjon	7
3.4 Forandringer fra prosjektoppgaven	7
3.5 Generelle avgrensinger	7
3.5 Number of time steps - nts	8
3.6 Gantt-diagram	8
4 Jordskjelvsberegninger	10
4.1 Tidsplananalyse ved bruk av tidsintegrasjon	10
4.1.1 Generell innføring	10
4.1.2 Endringer i <i>GUI</i>	11
4.1.3 Jordskjelv via tidsserier	12
4.1.4 Beregningmodell og skjærdeformasjon	17
4.1.5 Stivhet, masse og dempning	19
4.1.6 Last - Jordskjelv	22
4.1.7 Indikasjon på eksitasjon	23
4.1.8 Tidsakse	24
4.1.9 Numerisk integrasjon	25

Innholdsfortegnelse

4.1.10	Resultatvisning	26
4.1.11	Kapasitetskontroll	28
4.1.12	Responssparametere	30
4.1.13	Ekstremanalyse	31
4.1.14	Animasjon	33
4.2	Tidsplananalyse ved bruk av responsspektrum	34
4.2.1	Generell innføring	34
4.2.2	Endringer i <i>GUI</i>	35
4.2.3	Beregningsmodell og skjærdeformasjon	36
4.2.4	Stivhet og masse	37
4.2.5	Last – Responsspektra	39
4.2.6	Generering av resultater	40
4.2.7	Indikasjon på eksitasjon	42
4.2.8	Resultatvisning	43
4.2.9	Kapasitetskontroll	44
4.2.10	Responssparametere	45
4.2.11	Maksimumsestimater	46
5	Testing	48
5.1	SAP2000	48
5.2	Utvalgte eksempler	49
5.2.1	Eksempel 1	49
5.2.2	Eksempel 2	50
5.3	Avgrensninger	51
5.3.1	Generelle avgrensninger	51
5.3.2	Masse, stivhet og dempning	51
5.3.3	Tvungen svingning i tids- og frekvensplan	51
5.3.4	Tidsplananalyse ved bruk av tidsintegrasjon	52
5.3.5	Responsspektrumanalyse	53
5.3.6	Elastisk spektrum	53
5.3.7	Parameteranalyse	53
5.4	Verifisering av implementasjon	54
5.4.1	Eksempel 1	54

5.4.2 Eksempel 2	70
5.5 Parameteranalyse	86
5.5.1 Tidsplananalyse	86
5.5.2 Responsspektrumanalyse	95
6 Konklusjon	102
7 Videre arbeid	104
8 Referanseliste	106
A Mindre implementasjoner	2
A.1 Utbedrede feil	2
A.1.1 Indikasjon på foreskrevet forskyvning	2
A.1.2 Modes i Computational model	2
A.1.3 Escape knapp, Avbryt- og OK-knapper	2
A.1.4 Numerisk integrasjon	3
A.1.5 Help requested (F1)	4
A.1.6 Knappen <i>Zoom to model</i>	4
A.1.7 Alt+tab problem	5
A.1.8 Dempning	5
A.1.9 Kapasitetskontroll	5
A.1.10 Punktdempere	5
A.2 Utbedret dataflyt	6
A.2.1 Bruk av ressurser	6
A.2.2 Bruk av bildesamlinger	6
A.2.3 Bruk av <i>usings</i> og <i>References</i>	7
A.2.3 Lagring og lasting av modell	7
A.2.4 Lukking av programmet	7
A.2.5 Fjerning av ubrukt funksjonalitet og kode	7
A.3 Utbedrede forbedringer	8
A.3.1 OpenGL buffer	8
A.3.2 <i>Tab order</i> og <i>default first select</i>	8
A.3.3 <i>Maximum utilization</i>	8
A.3.4 <i>fap2D Settings</i>	9
A.3.5 <i>About fap2D</i>	10

Innholdsfortegnelse

A.3.6 Oppstartsskjerm	10
A.3.7 Velkomstskjerm	11
A.3.8 Grafer	12
A.3.9 Nye diagrammer for systemrespons	14
A.3.10 Animasjonsgruppe	15
A.3.11 Animasjoner	15
A.3.12 Visualisering av negative moment	16
A.3.13 Numerisk støy	17
A.3.14 Dialogboks for definering av tverrsnitt	18
A.3.15 <i>Disable</i> knapper i dynamiske analyser	18
A.3.16 Oppgradering til .NET 4.5	19
A.3.17 Oppgradering av Devexpress	19
A.3.18 Dialogboks for parametriske og arbitrære tverrsnitt	20
A.3.19 Lisensknapp	20
A.3.20 Nye bilder	21
A.3.21 Ny rekkefølge på animasjonene	21
A.3.22 Kodekonvensjoner	21
A.3.23 Ekstremanalyse for tvungen svingning	22
B Logg	24
C Gantt-diagram	72
D Programvare som har blitt brukt	74
D.1 Operativsystem	74
D.2 Utviklingsmiljø	74
D.3 Tilleggsprogram	74
E.1 Forslag til Kodekonvensjoner	76
F SVN	84
F.1 Valg av versjonskontroll	84
F.2 Tips og triks	90
G Krav til fap2D	92
G.1 Krav til hardware	92
G.2 Krav til software	92
H Innhold på vedlagt minnepenn	94

H.1 Hovedoppgave	94
H.2 Installasjonsfil	94
H.3 Kode	94
H.4 Ressurser	94
I Malfil for jordskjelv	96
J. Forklaring av koden	98
J.1 Prosjekter	98
J.2 Datasett	99
J.3 Code metrics	102

Innledning

1 Innledning

Med innføringen av Eurokoden 8[2] i Norge må visse bygg dimensjoneres for jordskjelv. Det er per dags dato ingen kommersiell programvare fra norske programvareprodusenter som har denne funksjonaliteten for landbaserte konstruksjoner[3]. I Norge brukes programvare fra utenlandske programvareprodusenter, gjerne med norske modifikasjoner fra norske firmaer[4].



Figur 1: Oppstartsbilde *fap2D*

Rapporten tar for seg hvordan jordskjelvsberegningene har blitt implementert i programmet **fap2D**. Det er implementert to forskjellige jordskjelvsberegninger:

1. En tidsplananalyse med bruk av tidsintegrasjon, der man benytter en gitt tidsserie for grunnakselerasjon som eksitasjon.
2. En responspektrumanalyse i tidsplanet, der responspektrene er koblet opp mot Eurokode 8.

Begge jordskjelvsberegningene er testet mot programmet **SAP2000**[5], som er et av de ledende programmene innenfor fagområdet (se 5.1).

En del av oppgaven har vært å forbedre **fap2D**. Dette arbeidet har hovedsakelig vært delt inn i 3 kategorier:

1. Utbedrede feil: funksjonalitet som ikke har fungert som tenkt, og som i visse tilfeller har ført til at programmet har krasjet.
2. Utbedret dataflyt: forbedringer av datastrukturer og kommunikasjon mellom klasser.
3. Generelle forbedringer: implementering av ny funksjonalitet eller endring av eksisterende funksjonalitet.

Alle utbedrede feil, optimaliseringer og forbedringer finnes i vedlegg A.

1 Innledning

2 Definisjoner og terminologi

Kapittelet gir en oversikt over formateringer og definisjoner brukt i rapporten. Definisjoner knyttet til konstruksjonsmodellen, beregningsmodellen og brukergrensesnittet er hentet fra Daniel Aase og Brita Årvik sin masteroppgave[6], og tilpasset denne oppgaven.

2.1 Denne rapporten

I tabellen under vises de ulike formateringene som har blitt brukt. Formateringene gjelder hele rapporten.

Tabell 1: Formateringer som blir brukt i rapporten

Formatering	Beskrivelse
Normal skrift	Brukes på det all normal skrift i rapporten.
<i>Kursiv</i>	Brukes når det ikke eksisterer noe godt norsk ord på et engelsk uttrykk eller når det informeres om den engelske betegnelsen.
Uthevet skrift	Brukes om egennavn, med unntak av personer.
Batang	Brukes om kildekode.

2.2 Konstruksjonsmodell

En konstruksjonsmodell i **fap2D** består av *members* og *joints*. *Members* kan deles i *sub-members*. Nye *joints*, som legges til en opprinnelig *member*, kalles *internal joints*. For mer utdypende informasjon om konstruksjonsmodellen se brukermanualen til **fap2D**[7] eller prosjektoppgaven[8].

2.3 Beregningsmodell

Konstruksjonsmodellen, som bruker forholder seg til under modelleringen, blir automatisk konvertert til en beregningsmodell når analysen kjøres. For mer informasjon om oppbygning og terminologi rundt beregningsmodellen se brukermanualen til **fap2D**[7] eller prosjektoppgaven[8].

2.4 Brukergrensesnitt

Brukergrensesnittet til **fap2D** er basert på Office-malen. Dette betyr at det er hovedsakelig brukt *ribbon pages*, *panels* og dialogbokser. I denne rapporten blir *Ribbon-pages* blir omtalt som faner, mens *ribbon-page groups* blir omtalt som grupper. For mer informasjon om brukergrensesnittet se brukermanualen til **fap2D**[7] eller prosjektoppgaven[8].

2 Definisjoner og terminologi

3. Arbeidsprosessen

Kapitlet er en oversikt over hvordan arbeidsprosessen har vært på prosjekt- og masteroppgaven. Den tar for seg hvordan selve planleggingsprosessen mot masteroppgaven, forandringer som er gjort fra prosjekt- til masteroppgaven og hvordan arbeidet på masteroppgaven har foregått.

3.1 Planlegging og gjennomføring

3.1.1 Prosjektoppgaven

Prosjektoppgaven ble gjennomført høsten 2012. Her ble nødvendig funksjonalitet for å implementere jordskjelvsberegninger i **fap2D** undersøkt. Det ble sett på jordskjelvsberegninger i både tids- og frekvensplanet, både ved bruk av tidsserier og responsspektrum. I tillegg ble det satt opp en prioritetstabell over hvilke punkter som ville bli prioritert i implementasjonen med tilhørende tidsfrister. Et Gantt-diagram ble også laget for å få en bedre oversikt over arbeidet.

For å effektivisere implementeringen ble det lagt vekt på å sette seg inn i kildekoden til **fap2D**. Det ble avdekket feil ved programvaren og forslag til forbedringer. Disse ble skrevet ned i et felles Excel-dokument, som alle utviklerne tilknyttet **fap2D** i inneværende semester har hatt et felles ansvar for å utbedre.

3.1.2 Masteroppgaven

Rapporten er en oversikt over arbeidet utført våren 2013. Rapporten oppsummerer funksjonaliteten som er implementert, samt verifisering av implementasjonene mot programmet **SAP2000**. For å få en bedre forståelse av hvilke parametre som har vesentlig innvirkning i beregningene er det også foretatt en parameteranalyse. Rapporten har som hensikt å gi en introduksjon til ny funksjonalitet og arbeidet som er lagt ned i programmet utenom hovedimplementasjonene, herunder stabilisering, optimaliseringer og forbedringer av programmet. En stor del av rapporten er en logg som er skrevet på daglig basis. Rapporten er også en ressurs for fremtidige utviklere.

3.2 Utviklingen

Gjennom masteroppgaven har fire personer vært tilknyttet utviklingen av **fap2D**. I tillegg til undertegnede har Frans Erstad implementert en «santids» beregninger med bevegelige laster, Kristian Pedersen har jobbet med å forbedre programmet og professor Kolbein Bell har hjulpet til med feilsøking og kommet med innspill på *GUI* i programmet. Bell har også levert nye beregningsrutiner, og sett over flere av de som allerede brukes av programmet. Det har blitt brukt en versjonskontroll for å holde styr på koden (se vedlegg D). Forklaring av koden i **fap2D** finnes i vedlegg J.

3. Arbeidsprosessen

3.3 Rapportering / dokumentasjon

Gjennom hele masteroppgaven har det blitt ført logg over det daglige arbeidet. Loggen forklarer i grove trekk hva som er gjort, hvilke klasser eller filer som er berørt og hvor mange timer det har blitt arbeidet. Det er ikke lagt vekt på å ha et akademisk språk i denne loggen, den skal heller sørge for utfyllende informasjon om arbeidet som er utført.

3.4 Forandringer fra prosjektoppgaven

Det er gjort flere forandringer i forhold til hva som ble planlagt på prosjektoppgaven. Deriblant ble det bestemt i prosjektoppgaven at det skulle lages en sjekk på om konstruksjonen måtte dimensjoneres mot jordskjelv, altså i kapitlet «4.4 Beregning i DCL». Dette ble sett bort fra til fordel for å stabilisere programmet.

Alle aktuelle punkter i Eurokode 8 nevnt i kapittel «5.2 Prioritetstabell» har blitt sett bort ifra. Flere av punktene er uaktuelle å implementere, og det er vanskelig å teste disse punktene mot ekstern programvare. Punktene er ikke implementert av for eksempel **SAP2000**, og det ble derfor valgt å se nærmere på en ren responspektrumanalyse.

Noen vesentlige datoer ble også forandret. Deriblant ble startdatoen flyttet til 25. desember 2012 istedenfor 14. januar 2013.

3.5 Generelle avgrensinger

For at oppgaven ikke skulle bli for stor ble det satt noen begrensninger i løpet av arbeidet. I tillegg til avgrensningene som ble satt i prosjektoppgaven[8] ble det bestemt at *CQC*-algoritmen ikke skulle implementeres for å beregne snittkreftene i konstruksjonen. Den skulle heller implementeres for responsparameterne som er definert av bruker.

I tillegg ble det bestemt at det ikke skal være mulighet for modal dempning i konstruksjonen i responspektrumanalysen. Eventuell dempning vil derfor bli representert via *behaviour-factor* – q eller *viscous damping ratio* – ζ for henholdsvis designspektrum og elastisk spektrum. Det ble også valgt at et jordskjelv i responspektrumanalysen kun kan virke i en retning, da enten i horisontal eller vertikal retning. For denne analysen ble det sett bort ifra lastavhengige Ritzvektorer.

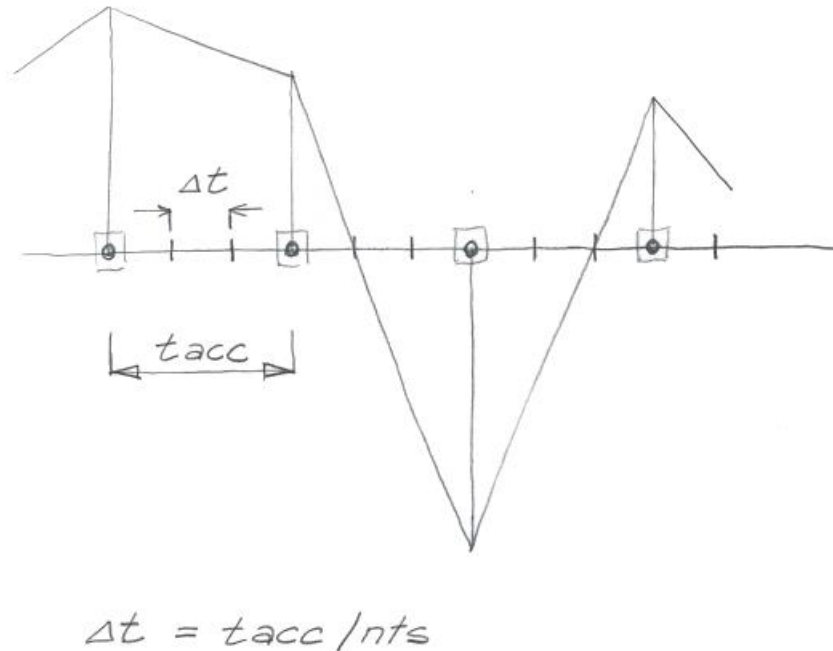
Det ble også valgt å ta med en parameteranalyse for tidsplansanalysen og responspektrumanalysen. Her blir det sett på hvor mye innvirkning noen utvalgte variabler har på resultatene, men for at rapporten ikke skulle bli for stor har analysebiten her blitt minimert. Parameteranalysen er derfor tatt med for å bli benyttet som en pekepinn for kommende utviklere som tar prosjekt- og masteroppgaver innenfor dynamikk.

I begge analysene er det kun sett bort ifra statiske krefter som virker på konstruksjonen.

3.5 Number of time steps - nts

For å kunne øke presisjonen på jordskjelvsanalysen ved bruk av tidsintegrasjon er det lagt inn en variabel kalt *number of time steps – nts*. Tidsskrittet Δt er definert som $tacc / nts$, der $tacc$ (se figur 2) er satt til å være lik det minste *Sampling interval [s]* for de aktive jordskjelvene. Bruker har muligheten til å forandre nts i dialogboksen *Time axis earhtquake* (se 4.1.8).

Dersom nts blir satt til et tall større enn 1 antas det å være en lineær sammenheng mellom punktene i akselerasjonsgrafene, som vist i figur 2. Dette utføres inne i **Frame2D**.



Figur 2: Number of time steps - nts

3.6 Gantt-diagram

Gantt-diagrammet i vedlegg C viser hovedsakelig hvordan arbeidet har blitt delt opp under masteroppgaven. Diagrammet er forskjellig fra det i prosjektoppgaven grunnet tilbakemeldinger fra Kolbein Bell. Siden det har blitt lagt vekt på å stabilisere programmet ved siden av implementasjonen av jordskjelvsberegningene, ble denne prosessen satt opp som en kontinuerlig prosess gjennom hele masteroppgaven. Det ble også lagt til at det skulle skrives logg gjennom hele semesteret. For å få testet implementasjonen bedre ble det lagt til kontinuerlig testing parallelt mens implementasjonen av analysene foregikk. Dette har vært for å sjekke at programmet gir tilsynelatende riktige resultater. Til slutt ble det lagt til en periode hvor begge hovedimplementasjonene skulle testes mot ekstern programvare. Det ble da bestemt at denne testingen skulle foregå parallelt med skrivingen av masteroppgaven, siden disse prosessene går hånd i hånd.

3. Arbeitsprozessen

4 Jordskjelvsberegninger

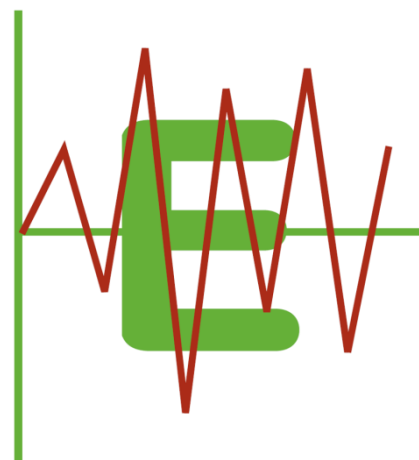
Kapitlet er en oversikt over implementeringer som er gjort med tanke på jordskjelvsberegninger, og er delt opp i et delkapittel for hver av jordskjelvsberegningene. Henholdsvis en for jordskjelvsberegninger ved bruk av tidsintegrasjon og en for jordskjelvsberegninger ved bruk av responspektrum. Det gis først en generell innføring om temaet for deretter å forklare dialogbokser, knapper og annet som bruker må forholde seg til.

4.1 Tidsplananalyse ved bruk av tidsintegrasjon

4.1.1 Generell innføring

En tidsplananalyse ved bruk av tidsintegrasjon forutsetter at bruker har en tidsserie av grunnakselerasjon, hastighet eller forskyvning for et jordskjelv. I denne implementasjonen benyttes kun tidsserier for grunnakselerasjon.

Grunnakselerasjonen blir så satt på alle opplagrene i konstruksjonen som en last som virker over tid. Alle opplagere i konstruksjonen blir eksitert i den retningen jordskjelvet fungerer. Dersom det er opplageret er et rullelager vil begge retninger bli eksitert uavhengig av hvilken retning jordskjelvet virker. Eksitasjon vil bli indikert på konstruksjonen ved et symbol på opplagerne (se 4.1.7). Når bruker har valgt stivhet, masse og demping i konstruksjonen og hvilket tidspunkt bruker vil se på snittkreftene, løses systemet med en numerisk algoritme (se 4.1.9). Bruker får da blant annet mulighet til å se på de forskjellige snittkreftene (se 4.1.10), foreta en kapasitetskontroll (se 4.1.11), se på responsparametere (se 4.1.12), kjøre en ekstremanalyse for å finne tidspunktet som de maksimale snittkreftene inntreffer (se 4.1.13) og se en sanntidsanimasjon av jordskjelvet (se 4.1.14).

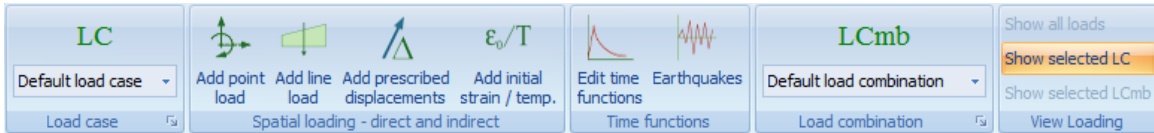


Figur 3: Symbol for tidsplananalyse ved bruk av tidsintegrasjon

4 Jordskjølvsberegninger

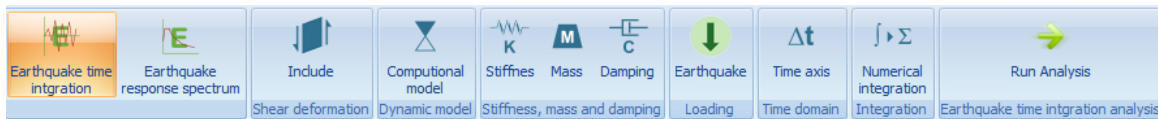
4.1.2 Endringer i GUI

I fanen *Loading* er det lagt til *Earthquakes* under gruppen *Time functions* (se figur 4). Her har bruker mulighet til å se på alle jordskjelv som er definert i modellen. Det er også mulig å legge til, slette, duplisere, importere, eksportere og redigere jordskjelv (se 4.1.3).



Figur 4: Fanen «Loading»

Jordskjølvsberegningen har fått sin egen analysegruppe som kalles *Earthquake time integration* (se figur 5), på lik linje med andre analyser i programmet. Her har bruker mulighet til å sette innstillinger som er relatert til analysen (se 4.1.4 til 4.1.9).



Figur 5: Analysegruppen «Earthquake time integration»

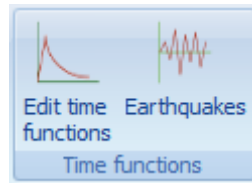
Når en bruker har kjørt en analyse ved å trykke *Run analysis* i *Earthquake time integration*-analysen blir fanen *Results* synlig. Dersom det trykkes på *Results* kommer gruppene relatert til resultatene for analysen frem (se figur 6). Bruker får flere valg for å se på forskjellige resultater relatert til analysen (se 4.1.10 til 4.1.14).



Figur 6: Fanen «Results» for «Earthquake time integration» analysen

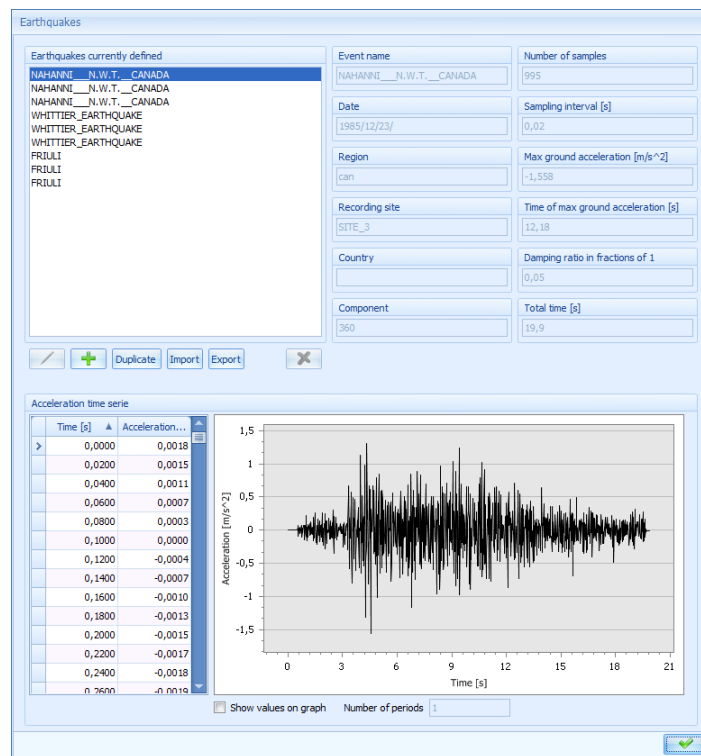
4.1.3 Jordskjelv via tidsserier

Jordskjelvene som er definert i modellen finnes under fanen *Loading*, og er en del av gruppen *Time functions* (se figur 7).



Figur 7: Fanen «Loading» – Gruppen «Time functions»

Trykker bruker på knappen *Earthquakes* åpnes dialogboksen *Earthquakes*, som viser alle jordskjelvene definert av bruker (se figur 8). Det er også lagt inn 9 predefinerte jordskjelv, der 3 er av typen Nahanni, 3 av typen Whittier og 3 av typen Friuli. Disse er de tre typene jordskjelv som er aktuelle for bruk i Norge[8]. Dialogboksen har en liste over alle jordskjelvene definert i modellen i vinduet oppe til venstre, mens de tilhørende egenskapene for jordskjelvet er vist øverst til høyre i dialogboksen. Det er også en graf nederst i dialogboksen som viser tidsserien for grunnakselerasjon. Nederst til venstre finnes en tilhørende liste over alle punktene i grafen. Denne listen kan sorteres i både stigende og synkende rekkefølge, enten etter tid eller grunnakselerasjon.



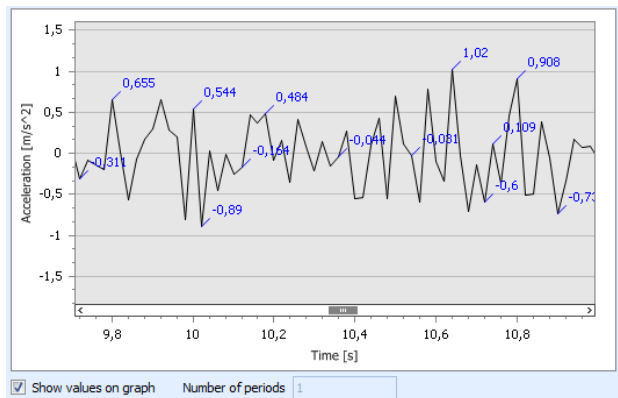
Figur 8: Dialogboksen «Earthquakes»

4 Jordskjelvsberegninger

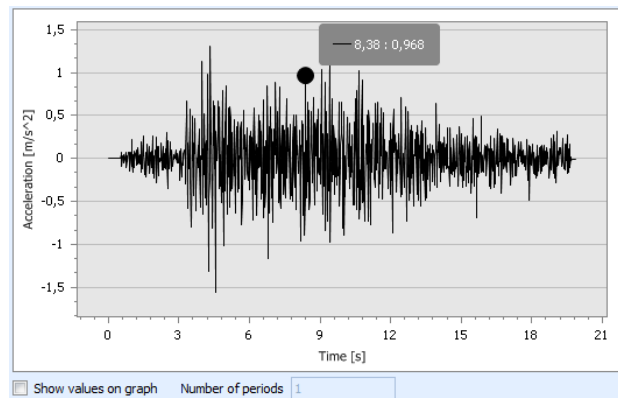
Hvert jordskjelv har flere egenskaper. Disse er:

1. *Event name*: Navnet på jordskjelvet. Kan være identisk andre jordskjelv.
2. *Number of samples*: Antall registrerte målepunkter for grunnakselerasjonen.
3. *Date*: Datoen jordskjelvet er registrert.
4. *Sampling interval [s]*: Tidsintervallet mellom hvert punkt det er registrert en grunnakselerasjon. Enhet sekunder.
5. *Region*: I hvilken region jordskjelvet er registrert.
6. *Max ground acceleration [m/s²]*: Størrelsen på maksimal grunnakselerasjon. Enhet m/s².
7. *Recording site*: Stedet jordskjelvet er registrert.
8. *Time of max ground acceleration*: Tidspunktet hvor maksimal grunnakselerasjon opptrer. Enhet sekunder.
9. *Country*: Landet hvor jordskjelvet inntraff.
10. *Damping ratio in fractions of 1*: Dempningsforhold.
11. *Component*: Retning på jordskjelvet.
12. *Total time*: Jordskjelvets varighet. Enhet sekunder.

I grafen, som viser grunnakselerasjonen for jordskjelvet som er valgt i listen *Earthquakes currently defined*, har bruker muligheten til å se alle tidspunktene hvor det er registrert en grunnakselerasjon og størrelsen på denne grunnakselerasjonen. Dette kan enten gjøres ved å se på listen over tidspunkt og grunnakselerasjon, trykke på *Show values on graph* og zoome til punktet man er interessert i (se figur 9), eller å holde musepekeren over punktet (se figur 10). Det er også mulig å holde musepekeren over punktet etter at man har zoomet inn på grafen.

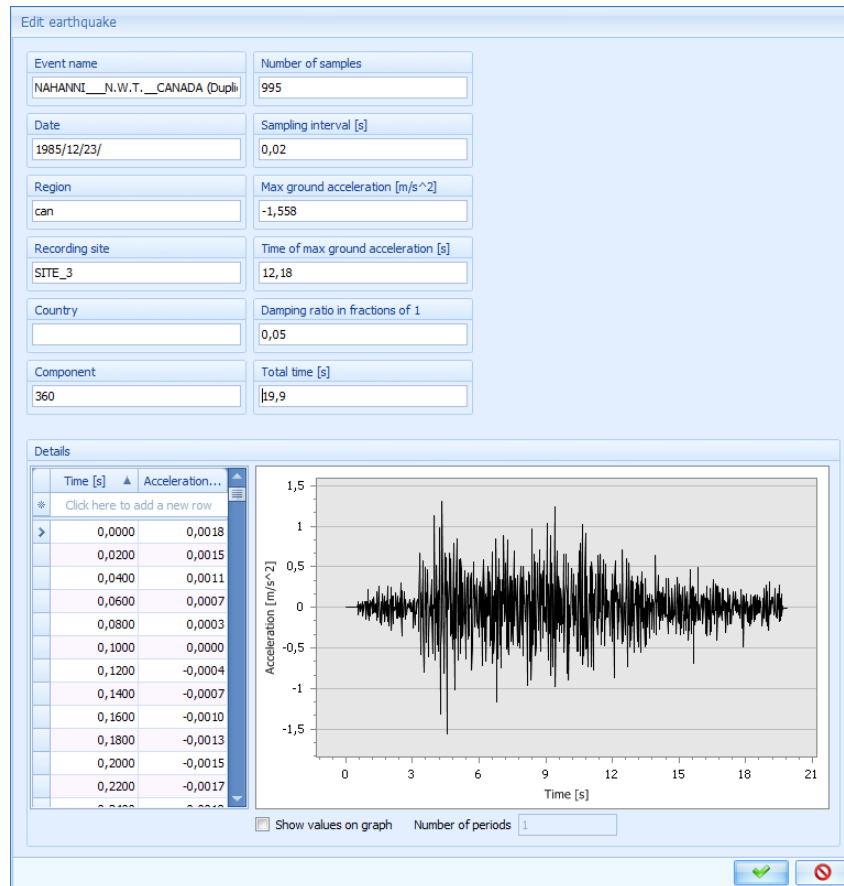


Figur 9: Dialogboksen «Earthquakes» - Graf - Zoom



Figur 10: Dialogboksen «Earthquakes» - Graf - Punkt

I dialogboksen *Earthquakes* er det 6 knapper med unntak av OK-knappen. Den første knappen er *Edit earthquake* og benyttes dersom bruker vil redigere et eksisterende jordskjelv. Det er ikke mulig å redigere predefinert jordskjelv. Dersom bruker velger et jordskjelv som ikke er predefinert og trykker på *Edit* åpnes dialogboksen *Edit earthquake* (se figur 11). Bruker har mulighet til å forandre på alle attributtene tilknyttet jordskjelvet.



Figur 11: Dialogboksen «Edit earthquake»

4 Jordskjelvsberegninger

Dersom bruker trykker på *Add earthquake* åpnes en identisk dialogboks som ved *Edit earthquake*, med unntak av tittel og at attributtene er udefinert (se figur 12). For at bruker skal kunne legge til jordskjelvet må følgende egenskaper være definert:

1. *Event name*.
2. *Number of samples*. Det er opp til bruker at dette antallet er likt antallet som er i grafen.
3. *Sampling interval*. Det er opp til bruker at intervallet er likt intervallet som er brukt i grafen.
4. Ett eller flere punkter i grafen.

New earthquake

Event name:

Number of samples:

Date:

Sampling interval [s]:

Region:

Max ground acceleration [m/s²]:

Recording site:

Time of max ground acceleration [s]:

Country:

Damping ratio in fractions of 1:

Component:

Total time [s]:

Details

Time [s]	Acceleration [m/s ²]
*	Click here to add a new row

Acceleration [m/s²]

Time [s]

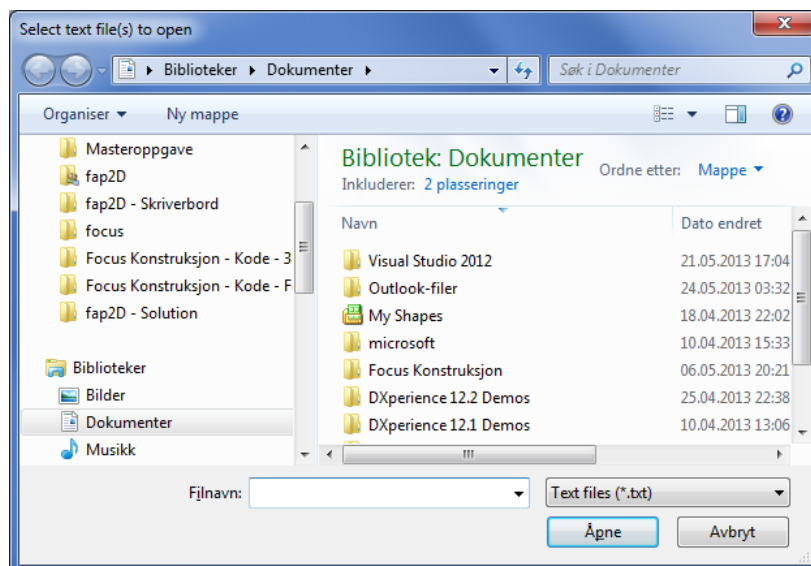
Show values on graph

Number of periods:

Figur 12: Dialogboksen «New earthquake»

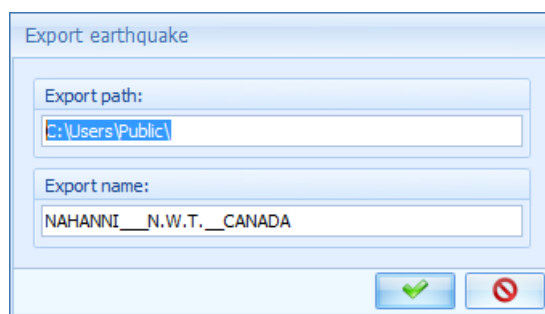
Bruker kan også klonе et jordskjelv ved å trykke på knappen *Duplicate*. Da blir et nytt jordskjelv opprettet med samme egenskaper som det valgte jordskjelvet, med unntak av navnet. Navnet til det nye jordskjelvet blir navnet på det valgte jordskjelvet + (Duplicate). Jordskjelvet vil bli lagt til sist i listen *Earthquakes currently defined*.

Dersom bruker har et ferdig definert jordskjelv på tekstfil kan denne importeres til **fap2D** ved å trykke på knappen *Import earthquake*. Da åpnes dialogboksen «*Select text file(s) to open*» (se figur 13), som er en dialogboks på lik linje den som åpnes ved å trykke på *Open*-knappen i programmet. Det er kun mulig å importere tekstfiler av typen .txt, og filen må ha en gitt oppbygning (for mal se vedlegg I). Det er mulig å importere flere jordskjelv av gangen ved å velge flere .txt-filer.



Figur 13: Dialogboksen «*Select text file(s) to open*»

Det er også mulig å eksportere jordskjelv. Dette gjøres ved å trykke på knappen *Export earthquake*. Bruker får da opp dialogboksen *Export earthquake* (se figur 14), hvor det er mulig å velge navn på filen som blir opprettet og filbane. Filnavnet og navnet på jordskjelvet er predefinert som henholdsvis jordskjelvsnavnet og dets filbanen er C:\Users\Public\. Filen lagres som en tekstfil av typen .txt, og vil ha samme oppbygning som malfilen i vedlegg I.

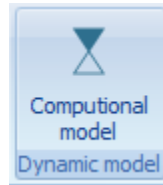


Figur 14: Dialogboksen «*Export earthquake*»

4 Jordskjelvsberegninger

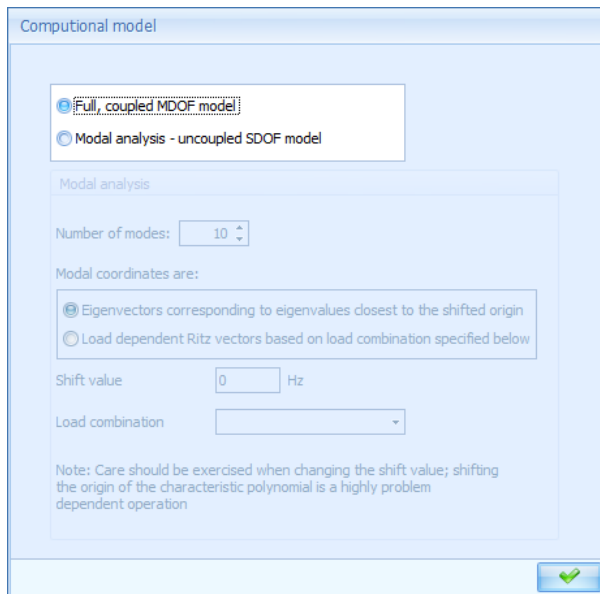
4.1.4 Beregningmodell og skjærdeformasjon

For jordskjelvsberegningen kan bruker velge å kjøre en full beregningsmodell (se figur 16) eller en modal beregningsmodell (se figur 17). Full beregningsmodell er standard. Valget gjøres ved å trykke på knappen *Computational model* (se figur 15).

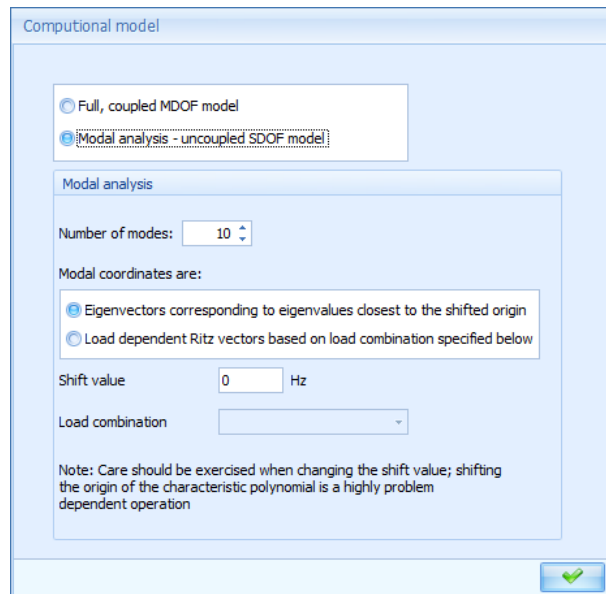


Figur 15: Knappen «Computational model»

En modal beregningsmodell kan føre til at beregningstiden blir redusert i forhold til en full beregningsmodell, men ikke situasjonen i alle tilfeller. Dersom bruker velger en modal beregningsmodell kan det velges enten Eigenvektorer eller lastavhengige Ritzvektorer i beregningen. Dersom man baserer den modale analysen på Eigenverdier kan man også velge en *Shift-value* som skal benyttes. For modal analyse basert på lastavhengige Ritzvektorer må man oppgi hvilken lastkombinasjon denne skal baseres på.

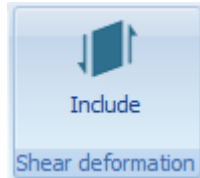


Figur 16: Dialogboksen «Computational model» - Full analyse



Figur 17: Dialogboksen «Computational model» - Modal analyse

Dersom bruker vil inkludere skjærdeformasjon i analysen må det trykkes på knappen *Include* (se figure 18). Knappen vil da bli oransje (se figur 19) og skjærdeformasjon vil bli tatt hensyn til. Knappen er lik for alle analysene, så dersom bruker har inkludert skjærdeformasjon i en lineær statisk analyse vil den også bli inkludert i jordskjelvsanalysen dersom bruker ikke manuelt skrur det av.



Figur 18: Knappen «Include» - Av

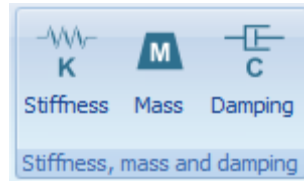


Figur 19: Knappen «Include» - På

4 Jordskjelvsberegninger

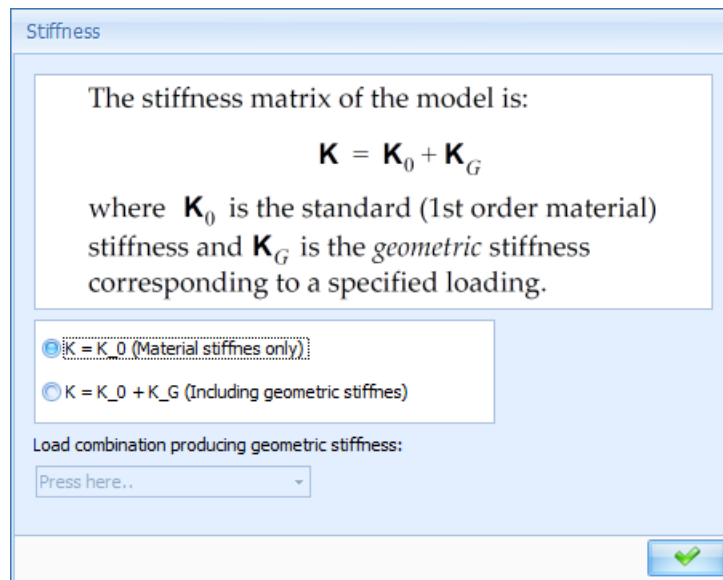
4.1.5 Stivhet, masse og dempning

For jordskjelvsberegninger ved bruk av tidsintegrasjon er det flere muligheter for bruker når det kommer til stivhet, masse og dempning i konstruksjonen. Valgene tas ved å trykke på knappene i gruppen *Stiffness, mass and damping* (se figur 20).



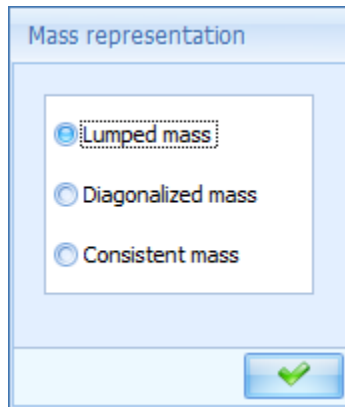
Figur 20: Knappene «Stiffness», «Mass» og «Damping»

Bruker har to valg for stivhet i konstruksjonen (se figur 21). Standard i programmet er kun å inkludere materialstivhet, men det er også mulig å legge til geometrisk stivhet. Dersom bruker vil legge til geometrisk stivhet i konstruksjonen må det velges hvilken lastkombinasjon som genererer den geometriske stivheten. For mer informasjon om stivhet se brukermanualen til **fp2D**[7] eller prosjektoppgaven[8].



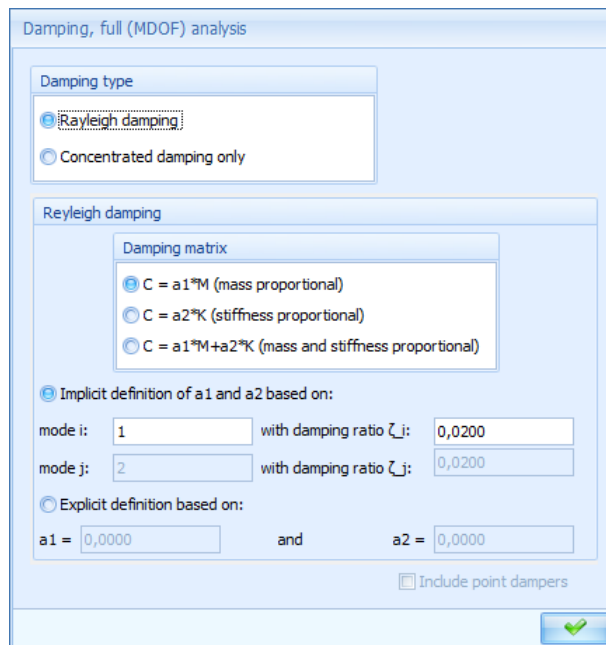
Figur 21: Dialogboksen «Stiffness»

Det finnes tre typer masserepresentasjon i programmet (se figur 22). Bruker kan velge mellom *Lumped mass*, *diagonalized mass* eller *consistent mass*. For mer informasjon om masserepresentasjon se brukermanualen til **fap2D**[7] eller prosjektoppgaven[8].



Figur 22: Dialogboksen «Mass representation»

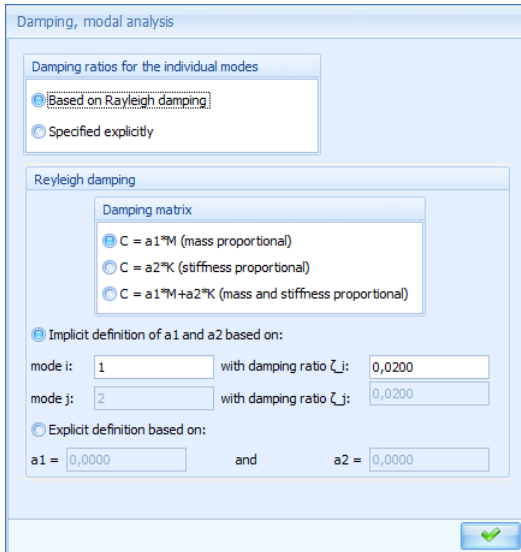
Dempning i konstruksjonen er avhengig av om bruker har valgt en full eller modal beregningsmodell. Når en full beregningsmodell er valgt vil bruker kunne velge mellom konsentrert dempning eller Rayleigh-dempning (se figur 23). For Rayleigh-dempning er det også mulig å inkludere punktdempere, men slike vil kun være mulig å inkludere dersom de eksisterer i modellen.



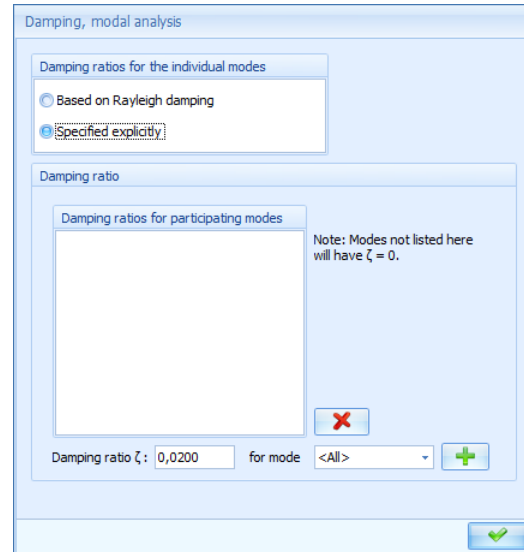
Figur 23: Dialogboksen «Damping, full (MDOF) analysis»

4 Jordskjelvsberegninger

Dersom bruker har valgt en modal beregningsmodell vil det kunne velges mellom Rayleigh-dempning (se figur 24) eller eksplisitt dempning (se figur 25). For Rayleigh-dempning er det nå ikke mulig å inkludere punktdempere. Dersom eksplisitt dempning er valgt settes det en *Damping ratio* for enten en eller alle *Modes*. For mer informasjon om Rayleigh-dempning se brukermanualen til **fap2D**[7] eller prosjektoppgaven[8].



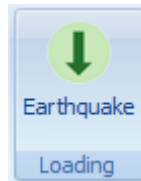
Figur 24: Dialogboksen «Damping, modal analysis» - Rayleigh-dempning



Figur 25: Dialogboksen «Damping, modal analysis» - Specified explicitly

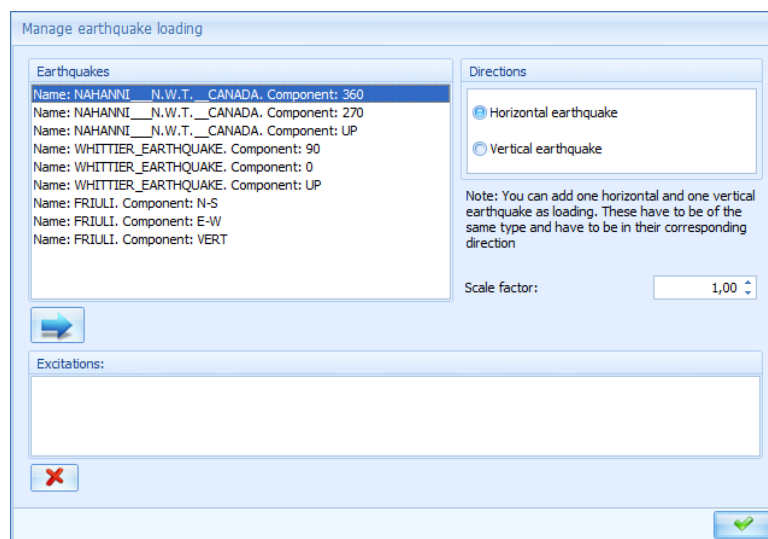
4.1.6 Last - Jordskjelv

For å utsette konstruksjonen for en grunneksitasjon må bruker definere hvilke jordskjelv som skal være aktive under analysen. Dette gjøres ved å trykke på knappen *Earthquake* (se figur 26).



Figur 26: Knappen «Earthquake»

Bruker får da opp dialogboksen *Manage earthquake loading*, som kontrollerer hvilke jordskjelv som skal være aktive under analysen (se figur 27). Alle predefinerte jordskjelv og egendefinerte jordskjelv vises i listen *Earthquakes*. Det er mulig å legge til maksimalt to jordskjelv, henholdsvis ett jordskjelv i vertikal- og ett i horisontalretning. Jordskjelvet som varer kortest tid får lagt til 0-punkter i dets tidsserie for grunnakselerasjon helt til jordskjelvet har samme lengde som det andre. Dersom det skal være to aktive jordskjelv må disse være av samme type, for eksempel Nahanni, og det er ikke mulig å legge til et vertikalt jordskjelv i horisontalretning eller motsatt. Alle jordskjelv kan skaleres med en skaleringsfaktor i intervallet mellom 0 og 2, der 1 er standard.

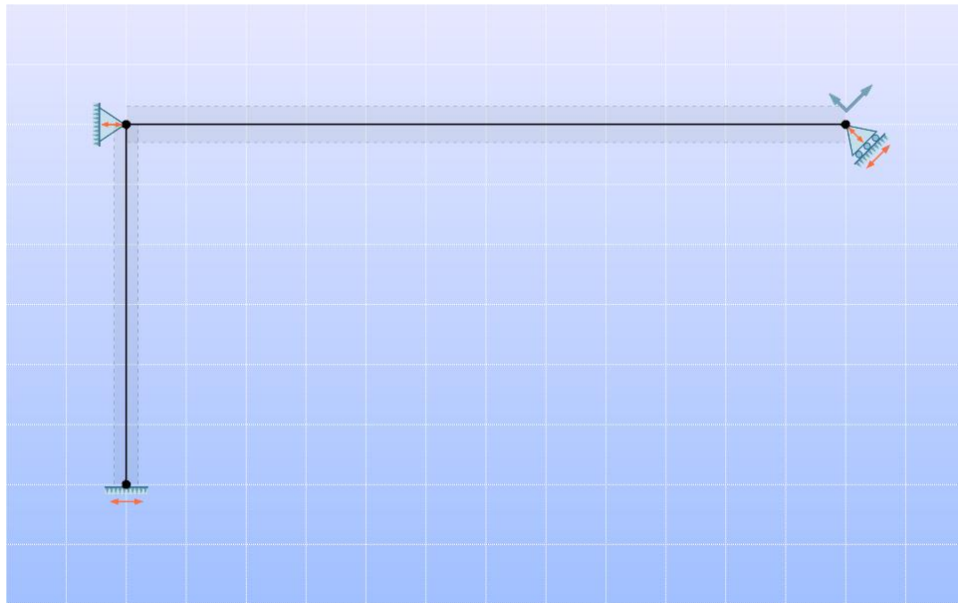


Figur 27: Dialogboksen «Manage earthquake loading»

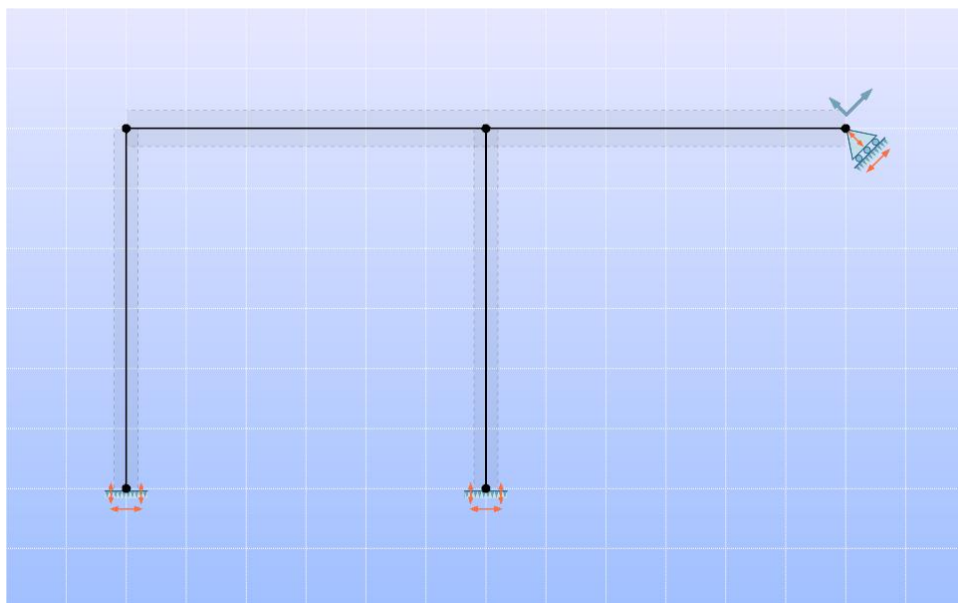
4 Jordskjelvsberegninger

4.1.7 Indikasjon på eksitasjon

Dersom konstruksjonen utsettes for en grunneksitasjon indikeres dette på modellen. Alle opplagre vil bli tegnet med en eller to dobbelpiler i henhold til retningen til de aktive jordskjelvene, og om randbetingelsen er horisontal, vertikal eller er vridd i henhold til en lokal akse. Dette indikeres kun når man er på analysefanen *Earthquake time integration*. Figur 28 viser en konstruksjon som er eksitert med et horisontalt jordskjelv, mens figur 29 viser en konstruksjon som er eksitert med både et horisontalt og et vertikalt jordskjelv.



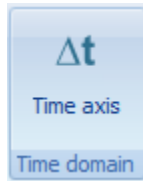
Figur 28: Konstruksjon med horisontal eksitasjon



Figur 29: Konstruksjon med horisontal og vertikal eksitasjon

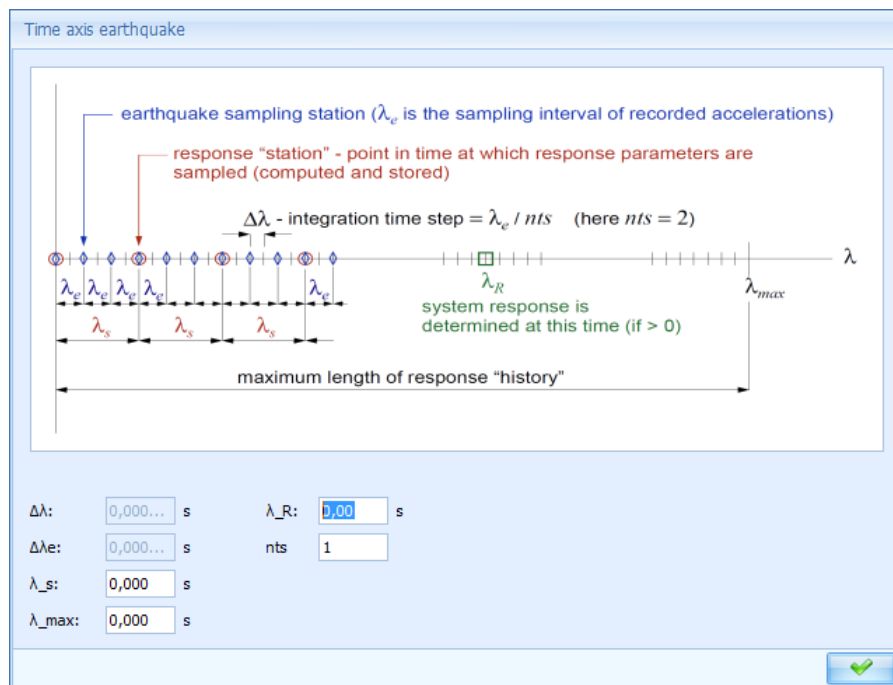
4.1.8 Tidsakse

For å kunne kjøre en analyse må bruker ta stilling til diverse parametere tilknyttet tidsaksen for analysen. Dette gjøres i dialogboksen *Time axis earthquake* (se figur 31) som bruker får opp ved å trykke på *Time axis* (se figur 30).



Figur 30: Knappen «Time axis»

$\Delta\lambda$, som er tidsinkrementet i analysen, er det minste tidsinkrementet på grunnakselerasjonen i de aktive jordskjelvene delt på *nts* (se 3.5). $\Delta\lambda_e$ derimot er det minste tidsinkrementet på grunnakselerasjonen i de aktive jordskjelvene. λ_s er hvor ofte verdien for responsparameterne skal lagres i modellen. Standardverdien for λ_s er samme verdi som for $\Delta\lambda$. λ_{max} er maksimal lengde på analysen, som standard blir satt til varigheten på det lengste jordskjelvet. Til slutt må bruker ta stilling til λ_R som er hvilket tidspunkt snittkreftene i konstruksjonen skal betraktes. Parameteren har standardverdien 0. Dersom denne verdien ikke forandres fra 0 vil alle snittkreftene være 0. *Number of time steps* – *nts* er lik 1 som standard.

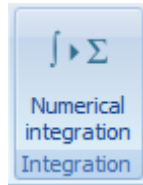


Figur 31: Dialogboksen «Time axis earthquake»

4 Jordskjelvsberegninger

4.1.9 Numerisk integrasjon

Jordskjelvsberegningen løses ved bruk av en numerisk algoritme. Bruker behøver ikke selv å velge en algoritme for å kjøre analysen, men dersom dette er ønskelig kan det gjøres ved å trykke på *Numerical integration* (se figur 32).



Figur 32: Knappen «Numerical integration»

Bruker får da opp dialogboksen *Numerical integration*. Her er det to algoritmer som kan velges; *HHT- α method* (se figur 33) og *Newmark's β method* (se figur 34). Førstnevnte er standard i programmet og anbefalt å bruke, siden algoritmen er en forbedring av *Newmark's β method*[9]. Dersom bruker trykker på knappen *Restore default* vil α , β og γ bli satt til verdiene i figur 33 og 34, avhengig av hvilken algoritme bruker har valgt. Det vises forklarende tekst på høyresiden av dialogboksen som gir anbefalte verdier for α , β og γ for de respektive algoritmene.

A screenshot of a software dialog box titled "Numerical integration". It has a light blue background and a white border. At the top, there are two radio buttons: "HHT - α method" (which is selected) and "Newmark's β method". Below this is a section titled "Values" containing three input fields: $\alpha = -0,075$ (with a note "(In the range -0.33 to 0)"), $\beta = 0,575$, and $\gamma = 0,2889$. To the right of the β and γ fields is explanatory text: " β - and γ -values determined from α gives an unconditional stable algorithm." At the bottom left is a "Reset to default" button, and at the bottom right is a green checkmark button.

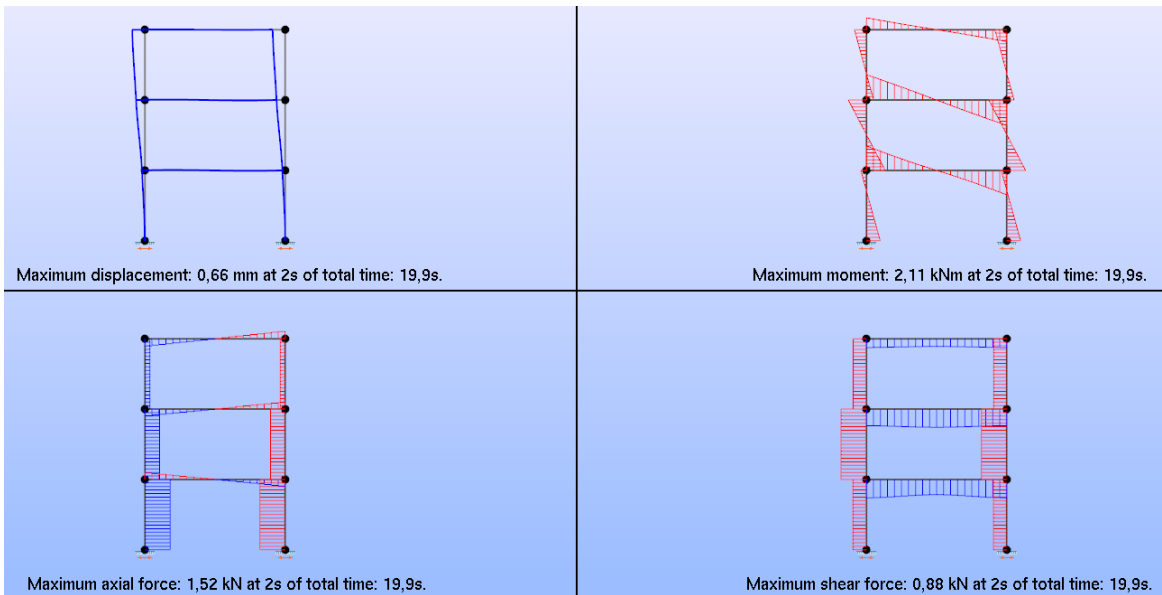
Figur 33: Dialogboksen «Numerical integration» - *HHT- α method*

A screenshot of a software dialog box titled "Numerical integration". It has a light blue background and a white border. At the top, there are two radio buttons: "HHT - α method" and "Newmark's β method" (which is selected). Below this is a section titled "Values" containing three input fields: $\alpha = -0,075$, $\beta = 0,575$, and $\gamma = 0,2889$. To the right of the β and γ fields is explanatory text: "Average Acceleration Method: $\beta = 1/2$, $\gamma = 1/4$ " and "Linear Acceleration Method: $\beta = 1/2$, $\gamma = 1/6$ ". Below this text is another line: "Method is conditionally stable for $\beta \geq \gamma/2 \geq 1/4$ ". At the bottom left is a "Reset to default" button, and at the bottom right is a green checkmark button.

Figur 34: Dialogboksen «Numerical integration» - *Newmark's β method*

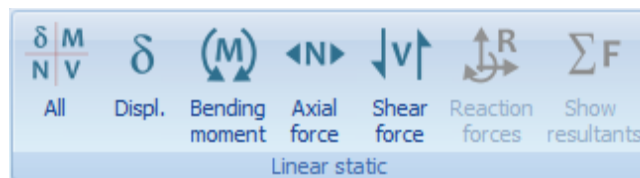
4.1.10 Resultatvisning

Når bruker trykker på fanen *Results* etter å ha kjørt analysen får bruker snittkreftene (se figur 35) tilknyttet det tidspunktet man har valgt i dialogboksen *Time axis earthquake*. Dette kommer opp som fire diagrammer på lik linje med for eksempel resultatene for en lineær statisk analyse. Bunnteksten på hvert av diagrammene beskriver henholdsvis maksimal forskyvning, moment, normalkraft og skjærkraft i valgt tidspunkt (se figur 35). Det er også oppgitt total tid for jordskjelvene.



Figur 35: uMNV-diagram

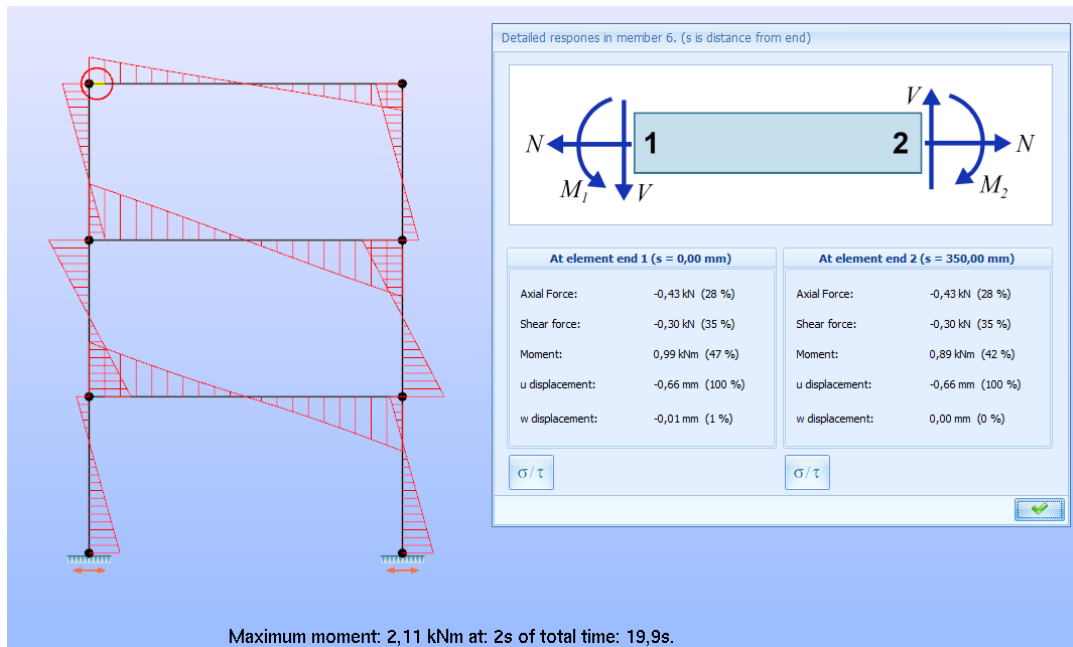
Det er mulig for bruker å velge hvilket diagram som skal betraktes (se figur 36). Dette gjøres ved å trykke på en av responsene i gruppen *Linear static*. Det er ikke mulig å se på *Reaction forces* eller *Show resultants*, siden dette er en dynamisk analyse.



Figur 36: Knapper for forskjellige snittkrefter

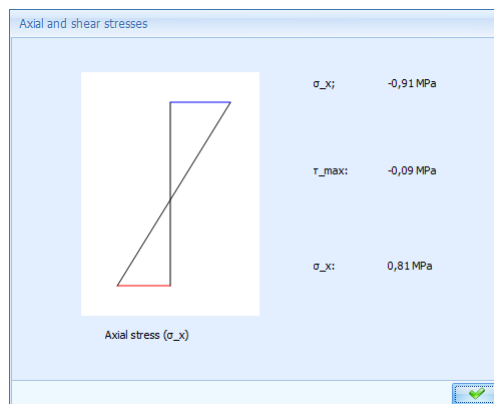
4 Jordskjelvsberegninger

Dersom bruker trykker på enten *Disp*, *Bending moment*, *Axial force* eller *Shear force* vises det tilhørende diagrammet. Det åpnes også muligheten for å høyreklikke på et *element* for å se nærmere på kreftene som virker på elementet (se figur 37). Informasjon vises i dialogboksen *Detailed response in member [member ID] (s is distance from end)*, som inneholder informasjon om størrelsen på kreftene *Axial force*, *Shear force*, *Moment*, *u-displacement* og *w-displacement*. I parentes bak hver av kreftene vises det i prosent hvor stort kraften / forskyvningen er i forhold til største respektive verdi i konstruksjonen.



Figur 37: Dialogboksen «Detailed response in member [member ID]. (s is distance from end)»

Dersom bruker trykker på knappen σ/τ åpnes dialogboksen *Axial and shear stresses* (se figur 38), som viser aksialspenningene i øverste og nederste fiber og maksimal skjærspenning i elementet-s tverrsnitt.



Figur 38: Dialogboksen «Axial and shear forces»

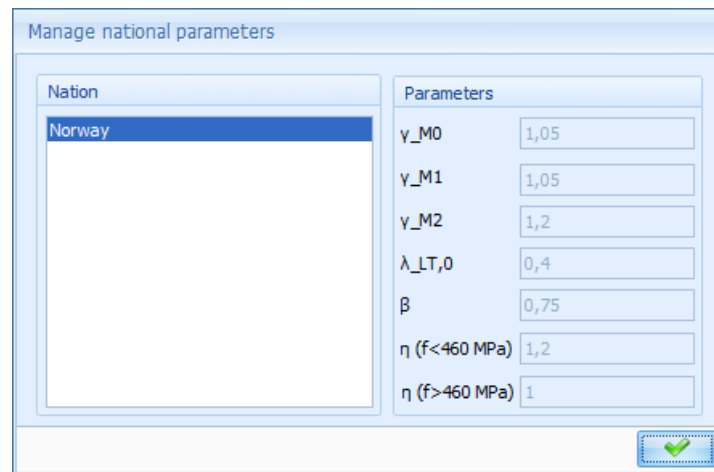
4.1.11 Kapasitetskontroll

På lik linje med en lineær statisk analyse er det mulighet for å kjøre en elastisk kapasitetskontroll for snittkreftene ved tidspunktet som betraktes. Dette gjøres ved å benytte seg av knappene i gruppen *Steel design* (se figur 39). Funksjonaliteten er laget av Fredrik Larsen. Mer informasjon angående kapasitetskontrollen finnes i brukermanualen til **fap2D** eller masteroppgaven til Fredrik Larsen[10].



Figur 39: Knapper for kapasitetskontroll

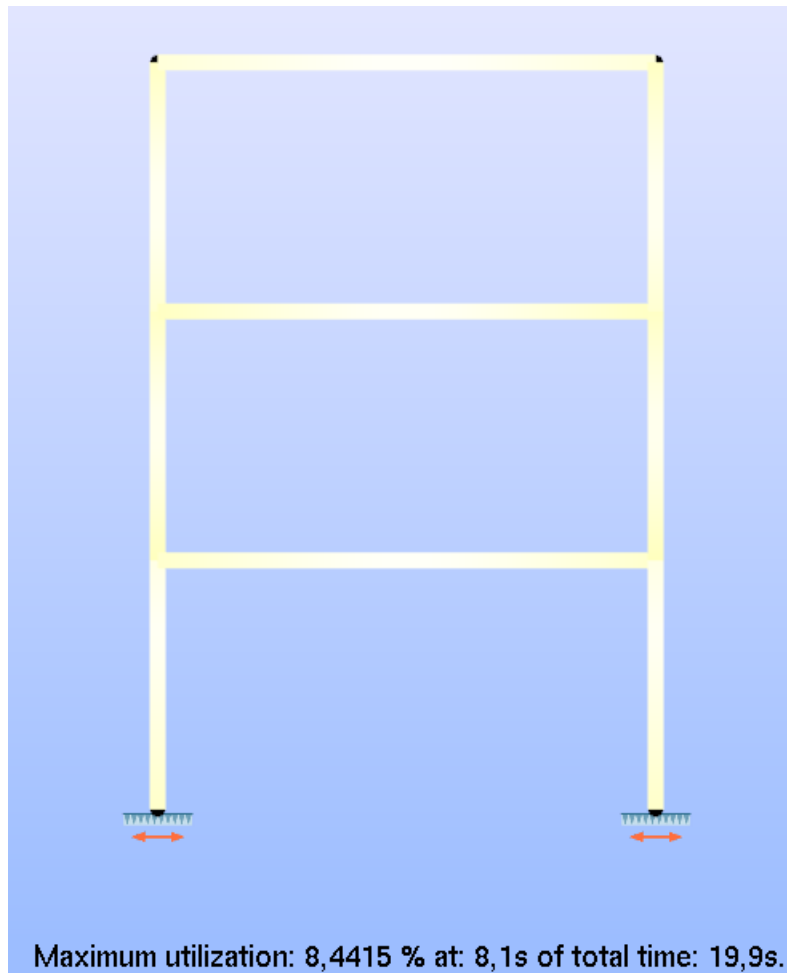
Knappen *Parameters* åpner dialogboksen *Manage national parameters* (se figur 40), som viser hvilke parametere som brukes i kapasitetskontrollen i Norge.



Figur 40: Dialogboksen «Manage national parameters»

4 Jordskjelvsberegninger

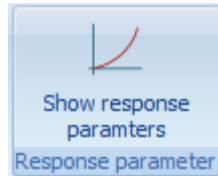
Dersom bruker trykker på knappen *Elastic* eller *Section* vises det hvor stor kapasitetsutnyttelsen er på konstruksjonen basert på snittkreftene (se figur 41). Det siste alternativet er *Component*, som gir bruker informasjon angående de 10 første lastfaktorene i konstruksjonen.



Figur 41: Eksempel på kapasitetskontroll

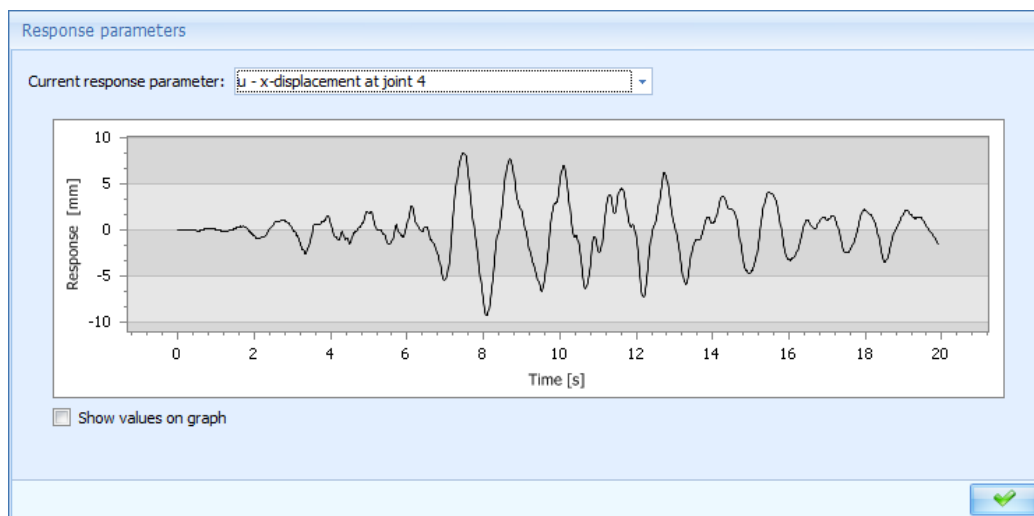
4.1.12 Responsparametere

For å kjøre analysen må bruker definere minimum en responsparameter. Hvis ikke får bruker beskjed om dette i *Error list*-en nederst i programmet. For å vise hvordan en respons forandres over tid trykker bruker på knappen *Show response parameters* (se figur 42).



Figur 42: Knappen «Show response parameters»

Bruger får da opp dialogboksen *Response parameters* (se figur 43). Dialogboksen har en nedtrekksmeny for alle de definerte responsparameterne i konstruksjonen. Responsparameteren som først ble definert vises når dialogboksen åpnes. Bruker har også muligheten i denne grafen til å zoome inn eller å se verdiene ved å holde musepekeren over et gitt punkt. Det er også mulig å trykke på knappen *Show values on graph* som gjør at visse punkter vil få en *label* som viser verdien i punktet.



Figur 43: Dialogboksen «Response parameters»

4 Jordskjelvsberegninger

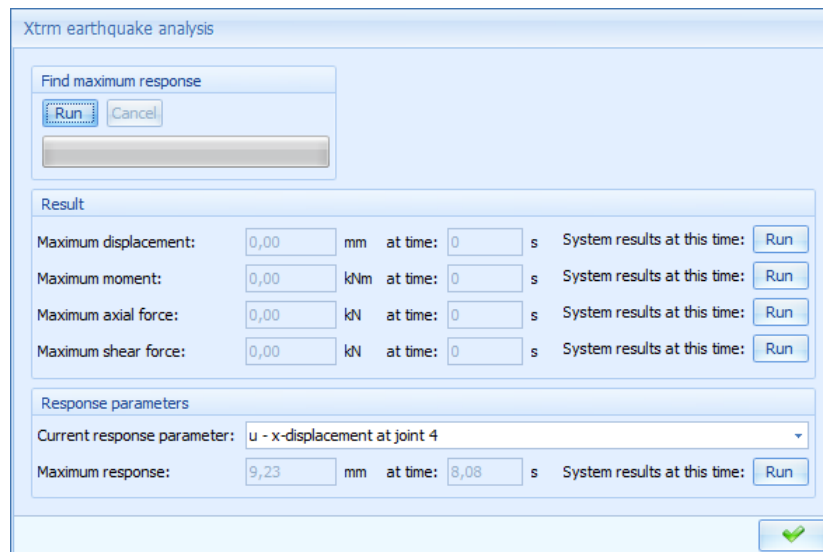
4.1.13 Ekstremanalyse

For å få en oversikt over hvilket tidspunkt de forskjellige responsene har sine maksimalverdier er det implementert en ekstremanalyse. Denne får bruker opp ved å trykke på knappen *Xtrm earthquake analysis* (se figur 44).



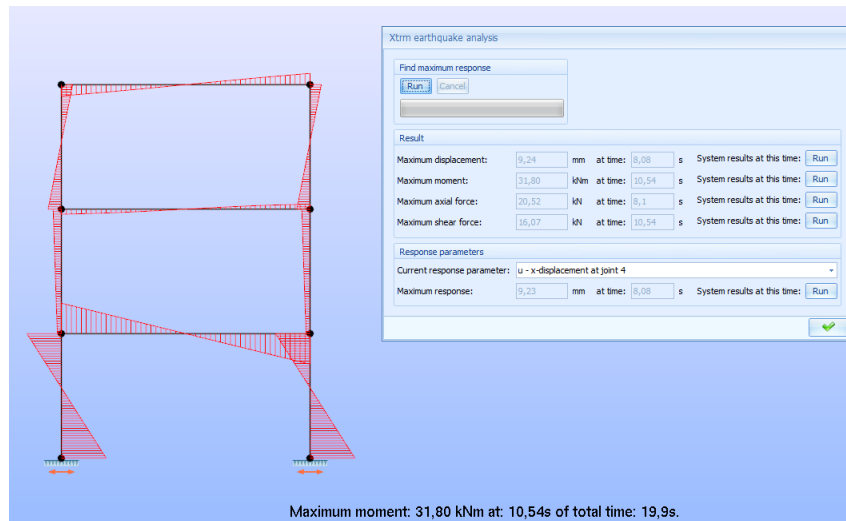
Figur 44: Knappen «Xtrm earthquake analysis»

Dialogboksen som åpnes, *Xtrm earthquake analysis* (se figur 45), er todelt. Den første delen går igjennom hele jordskjelvet og finner maksimal forskyvning, moment, aksialkraft og skjærkraft med tilhørende tidspunkt hvor disse opptrer. Maksimalverdiene for hver av responsene kan opptre på forskjellige tidspunkt. For å få opp maksimalresponsene må bruker trykke på *Run* under *Find maximum response*. *ProgressBar*-en under vil da være aktiv helt til maksimalresponsene er funnet. Dette tar like lang tid som å kjøre analysen ved å trykke *Run* under analysegruppen *Earthquake time integration*.



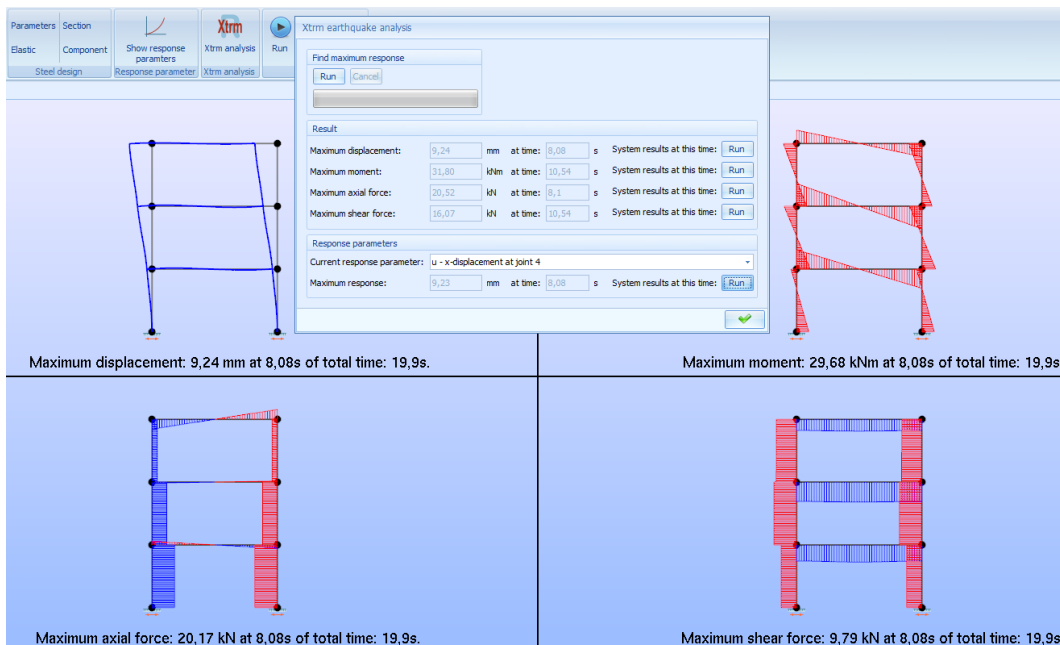
Figur 45: Dialogboksen «Xtrm earthquake analysis»

Når maksimalresponsene er funnet får bruker mulighet til å kjøre en ny analyse med det tilhørende tidspunktet til maksimalresponsen ved å trykke på knappen *Run* under *Results*. Det tilhørende diagrammet tegnes da i modellvinduet (se figur 46).



Figur 46: Dialogboksen «Xtrm earthquake analysis» - Run - Maksimalt moment

Den andre delen av dialogboksen inneholder en oversikt over responsparameterne definert med dens maksimalverdi og tilhørende tid. Disse verdiene finnes hver gang dialogboksen åpnes. Ved å trykke på *Run* under *Response parameters* får bruker opp alle fire diagrammene i bakgrunnen for tidspunktet hvor responsparameteren har sin maksimale verdi (se figur 47).

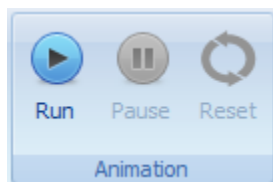


Figur 47: Dialogboksen «Xtrm earthquake analysis» - Run - Responsparameter

4 Jordskjelvsberegninger

4.1.14 Animasjon

Bruker har mulighet til å kjøre en animasjon av jordskjelvet. Dette gjøres ved å benytte seg av knappene *Run*, *Pause* og *Reset* (se figur 48). Dersom bruker trykker på knappen *Run* vil responsen som er valgt bli fortløpende animert. Det er også mulig å se på *Elastic*- eller *Section*-diagrammene, på lik linje som responsene, under animasjonen. Animasjonen varer helt til bruker trykker på *Pause* eller til jordskjelvet er over.



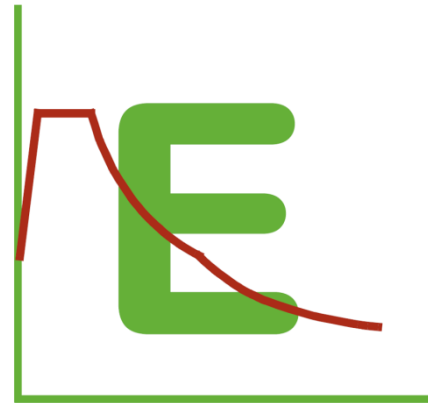
Figur 48: Knapper for animasjon

4.2 Tidsplananalyse ved bruk av responsspektrum

4.2.1 Generell innføring

En responsspektrumanalyse benytter seg av et responsspektrum til å finne akselerasjonene opplagerne eksiteres med. Responsspektrene som er implementert er de som benyttes av Eurokode 8, men det er også mulig å lage egendefinerte responsspektrum og benytte disse i analysen (se 4.2.5).

Akselerasjonen eksiterer alle opplagrene i konstruksjonen i den retningen jordskjelvet virker. Det er her mulig å velge enten et horisontalt eller vertikalt jordskjelv. Analysen tar kun høyde for eksitasjon i en retning av gangen. Dersom opplageret er et rullelager vil begge retninger bli eksitert, uavhengig av hvilken retning jordskjelvet virker. Det blir indikert på opplagrene at et jordskjelv er aktivt (se 4.2.7). Bruker kan, som ved tidsplansanalysen, velge forskjellig stivhet og masserepresentasjon i konstruksjonen. Dempning blir ivaretatt på en annen måte i denne analysen (se 4.2.5). Når bruker har kjørt analysen er det mulig å se systemresponsene i konstruksjonen (se 4.2.8), og kjøre en kapasitetskontroll (se 4.2.9). Det vil også være mulig å se hvor mye hver *mode* bidrar til en gitt respons (se 4.2.10), og størrelsen på responsen ved å bruke algoritmene *SA*, *SRSS* eller *CQC* (se 4.2.11).



Figur 49: Symbol for tidsplananalyse ved bruk av responsspektrum

4 Jordskjølvsberegninger

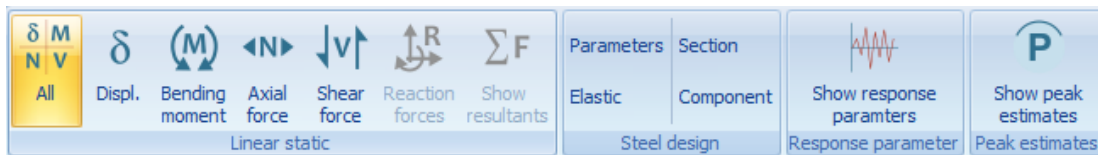
4.2.2 Endringer i GUI

Jordskjølvsberegningen har fått sin egen analysegruppe som kalles *Earthquake response spectrum* (se figur 5), på lik linje som alle andre analysetypene i programmet. Her har bruker mulighet til å sette de innstillingene som er relatert til analysen (se 4.2.3 til 4.2.7).



Figur 50: Analysegruppen «Earthquake response spectrum»

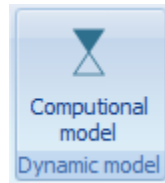
Når bruker har kjørt en analyse ved å trykke *Run analysis* i *Earthquake response spectrum*-analysen blir fanen *Results* synlig. Dersom det trykkes på *Results* kommer gruppene relatert til resultatene for analysen frem (se figur 51). Bruker får flere valg for å se på forskjellige resultater relatert til analysen (se 4.2.8 til 4.2.11).



Figur 51: Fanen «Results» for «Earthquake response spectrum»

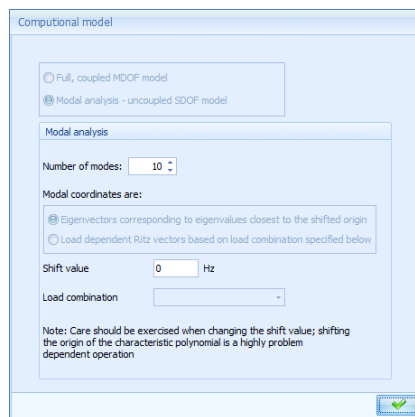
4.2.3 Beregningsmodell og skjærdeformasjon

For jordskjelvsberegningen er det kun mulig å benytte en modal beregningsmodell. Innstillinger for beregningsmodellen kan settes ved å trykke på knappen *Computational model* (se figur 52).



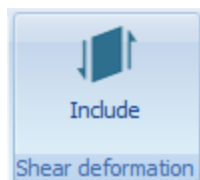
Figur 52: Knappen «Computational model»

Det er ikke mulig å benytte seg av lastavhengige Ritzvektorer i denne analysen. Bruker får kun velge antall *modes* og hvilken *Shift value* som skal benyttes (se figur 53). 10 *modes* er standard.



Figur 53: Dialogboksen «Computational model» - Responsspektrumanalyse

Dersom bruker vil inkludere skjærdeformasjon i analysen må det trykkes inn knappen *Include* (se figure 54). Knappen vil da bli oransje (se figur 55) og skjærdeformasjon vil bli tatt hensyn til. Knappen er lik for alle analysene, så dersom bruker har inkludert skjærdeformasjon i en lineær statisk analysen vil den også bli inkludert i jordskjelvsanalysen dersom bruker ikke manuelt skrur det av. Dette er likt som for en jordskjelvsanalyse ved bruk av tidsintegrasjon.



Figur 54: Knappen «Include» - Av



Figur 55: Knappen «Include» - På

4 Jordskjelvsberegninger

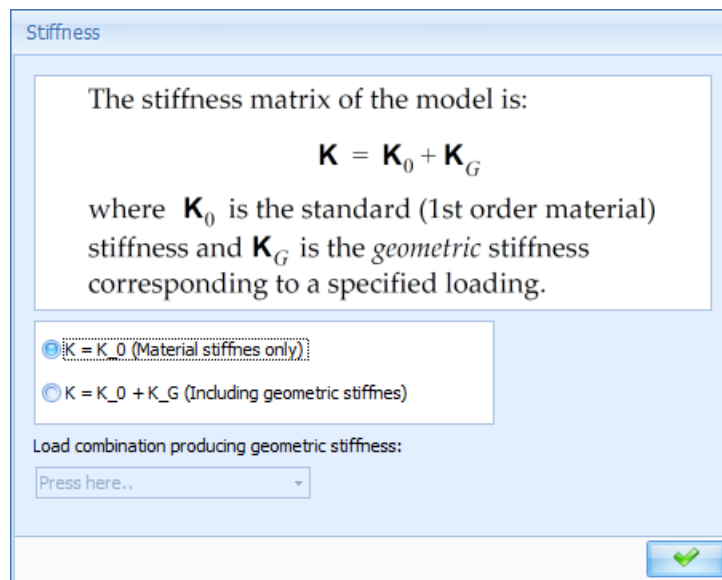
4.2.4 Stivhet og masse

I denne analysen er det kun forskjellig stivhet- og masserepresentasjon som kan settes av bruker. Eventuell demping i konstruksjonen tas hånd om via ζ - og q -faktorene (se 4.2.5). Valgene for forskjellig stivhet- og masserepresentasjon i konstruksjonen velges ved å trykke på knappene som er definert i gruppen *Stiffness and mass* (se figur 56).



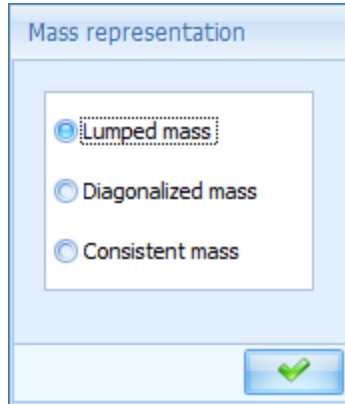
Figur 56: Knappene «Stiffness» og «Mass»

Bruker har to valg for stivhet i konstruksjonen (se figur 57). Standard i programmet er å inkludere materialstivhet, men det er også mulig å legge til geometrisk stivhet. Dersom bruker vil legge til geometrisk stivhet i konstruksjonen må det velges hvilken lastkombinasjon som genererer den geometriske stivheten. Dette er likt som for en jordskjelvsanalyse ved bruk av tidsintegrasjon. For mer informasjon om stivhet se brukermanualen til **fab2D**[7] eller prosjektoppgaven[8][8].



Figur 57: Dialogboksen «Stiffness»

Det finnes tre typer masserepresentasjon i programmet (se figur 58). Bruker kan velge mellom *Lumped mass*, *diagonalized mass* eller *consistent mass*. Dette er også likt som for en jordskjelvsanalyse ved bruk av tidsintegrasjon. For mer informasjon om masserepresentasjon se brukermanualen til **fap2D**[7] eller prosjektoppgaven[8].



Figur 58: Dialogboksen «Mass representation»

4 Jordskjelvsberegninger

4.2.5 Last – Responsspektra

For å sette på en grunneksitasjon må bruker definere hvilket spektrum som skal benyttes i analysen. Dette gjøres ved å trykke på knappen *Response spectra* (se figur 59).

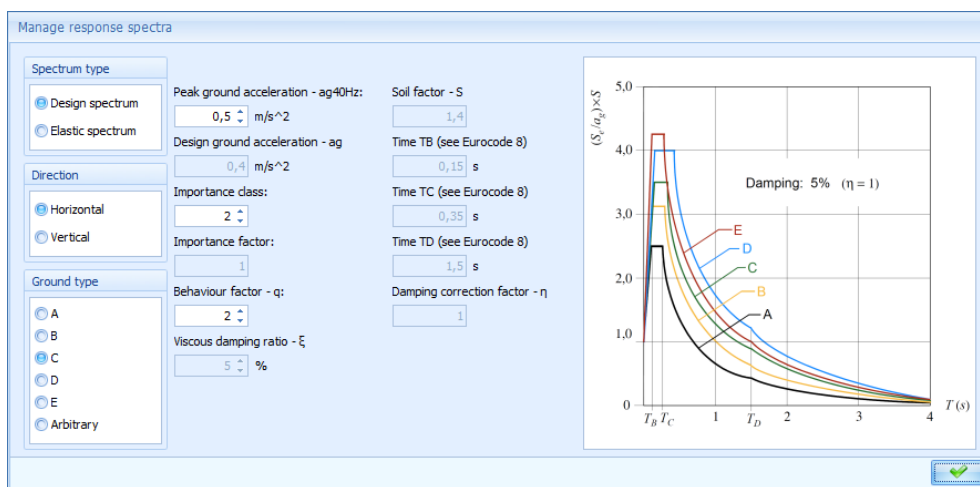


Figur 59: Knappen «Response spectra»

Bruker får da opp dialogboksen *Manage response spectra* (se figur 60), hvor det er to forskjellige spektre som kan velges. Det første alternativet, som er standardverdi i programmet, er et *Design spectrum*. Bruker kan da sende inn en *Behaviour factor* – q . Det andre alternativet er et *Elastic spectrum*. I stedet for q må bruker da ta stilling til *viscous damping ratio* i konstruksjonen. Standardverdien er her satt til 5 %. Se Eurokode 8 for definisjon av spektrumet og nærmere forklaring av variablene.

Det er mulig å sette på grunnakselerasjonen i enten horisontal eller vertikal retning. Grunnakselerasjonen kan kun virke i en retning for hver gang analysen kjøres. Bruker kan også sette forskjellig grunntype for konstruksjonen. Standard i programmet er grunntype A, men bruker kan også velge B, C, D eller E, der alle er definert i Eurokode 8 ^{Feil! Bokmerke er ikke definert.}. Det er også mulig å definere sine egne spektra ved å velge *Ground type Arbitrary*. Man får da mulighet til å sette *Soil factor*, *Time TB*, *Time TC* og *Time TD*.

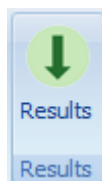
For både *Design spectrum* og *Elastic spectrum* kan bruker ta stilling til *Peak ground acceleration* – a_{g40HZ} og *Importance factor*, der begge faktorene inngår i *Design ground acceleration* – a_g . Se Eurokode 8 for mer informasjon.



Figur 60: Dialogboksen «Manage response spectra»

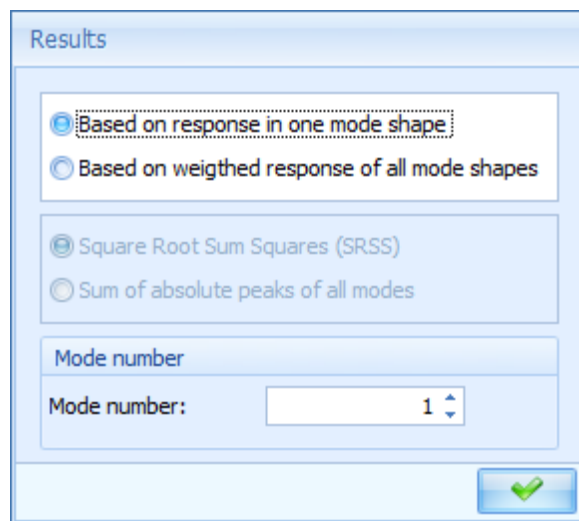
4.2.6 Generering av resultater

For å kunne kjøre analysen må bruker ta stilling til hvordan resultatene skal behandles. Dette gjøres ved å trykke på knappen *Results* (se figur 61).



Figur 61: Knappen «Results»

Det er to forskjellige hovedmåter bruker kan behandle resultater på i denne analysen, som defineres i dialogboksen *Results*. Første alternativ (se figur 62) er å se på hva som skjer i en gitt *mode*, altså alternativet *Based on response in one mode shape*. Standard i programmet er at det sees på *mode 1* betraktes, men bruker kan betrakte alle *modes* som er tatt med i analysen. Programmet finner da periode og form til den gitte *mode* og tilhørende grunnakselerasjon i det definerte spekteret som benyttes i analysen. Analysen kjøres så med denne grunnakselerasjonen som eksitasjon og bruker får opp responser relatert til denne. Totalresponsen beholder fortegnet sitt med denne innstillingen.



Figur 62: Dialogboksen «Results» - *Based on response in one mode shape*

4 Jordskjelvsberegninger

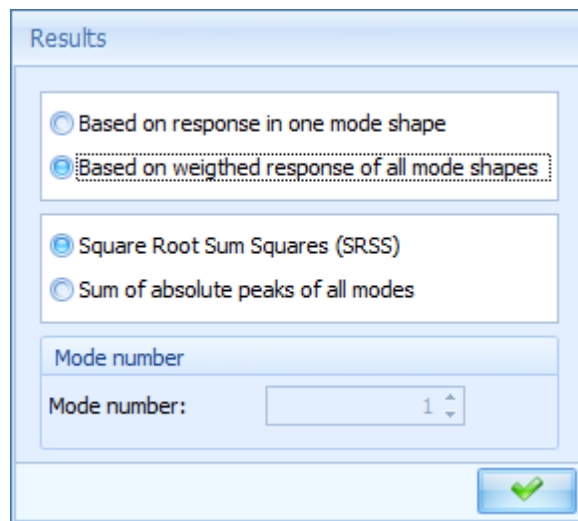
Det andre alternativet er å kombinere responsene fra alle *modes* til en totalrespons. Dette gjøres ved å velge alternativet *Based on weighted response of all mode shapes* (se figur 63). Programmet finner da først en akselerasjon basert på *mode 1* og regner ut responsen med dette som basis. Dette repeteres opp til antallet *modes* som er tatt med i analysen. Bruker kan så kombinere disse systemresponsene ved hjelp av to implementerte algoritmer.

Den første algoritmen er *Sum Root Sum Squared (SRSS)*. Algoritmen kvadrerer alle responsene, og tar deretter kvadratroten av summen av alle kvadrerte. SRSS er standard i programmet dersom bruker velger å kombinere flere systemresponsen til en totalrespons.

Det andre alternativet er *Sum of absolute peaks of all modes*. Denne konservative algoritmen kombinerer alle responsene ved å ta absoluttverdiene til responsene og summere de. Algoritmen forkortes ofte SA. Ved bruk av begge algoritmer mister totalresponsen fortegnet sitt, og begge algoritmene antar at responsene er statistisk uavhengige.

Complete Quadratic Combination (CQC) er en algoritme som kan benyttes i de fleste moderne dataprogrammer for å kombinere responsene[11]. Algoritmen er ikke blitt implementert i **fap2D** for å finne en totalrespons, men derimot implementert for responsparametere (se 4.2.11).

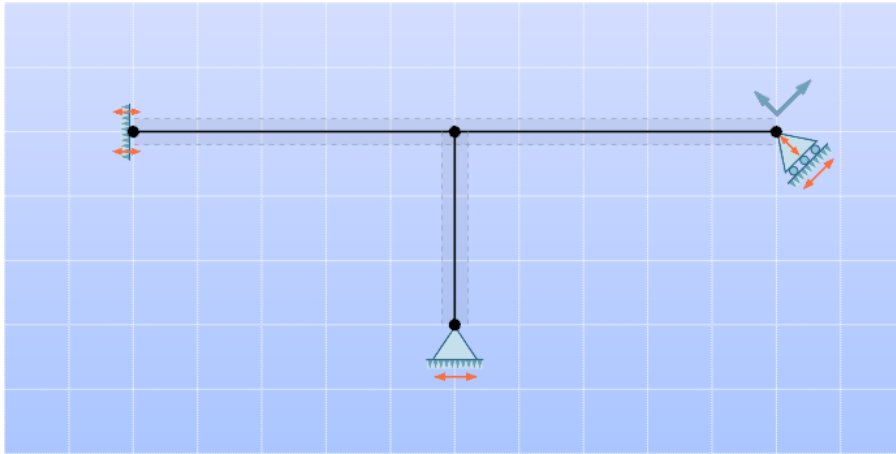
For mer informasjon om algoritmene se *Three-Dimensional Static and Dynamic Analysis of Structures*[11].



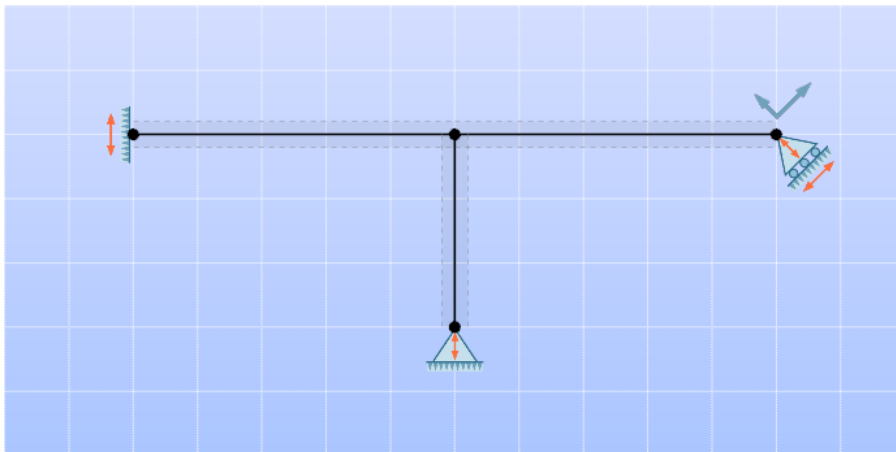
Figur 63: Dialogboksen «Results» - *Based on weighted response of all mode shapes*

4.2.7 Indikasjon på eksitasjon

Dersom konstruksjonen utsettes for en grunneksitasjon indikeres dette på modellen. Alle opplagre vil bli tegnet med en eller to dobbeltpiler i henhold til retningen til de aktive jordskjelvene, og om randbetingelsen er horisontal, vertikal eller er vridd i henhold til en lokal akse. Dette indikeres kun når man er på analysefanen *Earthquake response spectrum*. Figur 64 viser en konstruksjon som er eksitert med et horisontalt jordskjelv, mens figur 65 viser en konstruksjon som er eksitert med både et horisontalt og et vertikalt jordskjelv. Symbolene er på lik linje som for en jordskjelvsanalyse ved bruk av tidsintegrasjon.



Figur 64: Konstruksjon med horisontal eksitasjon

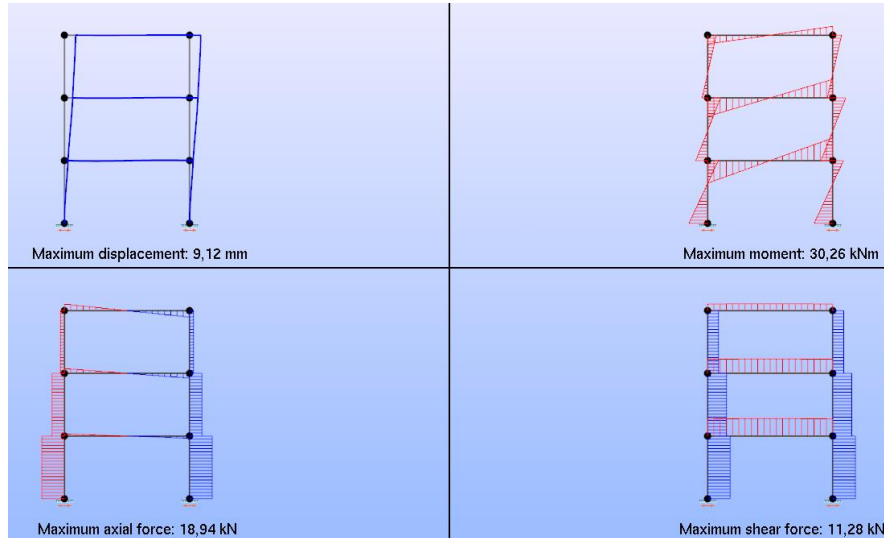


Figur 65: Konstruksjon med vertikalt jordskjelv

4 Jordskjelvsberegninger

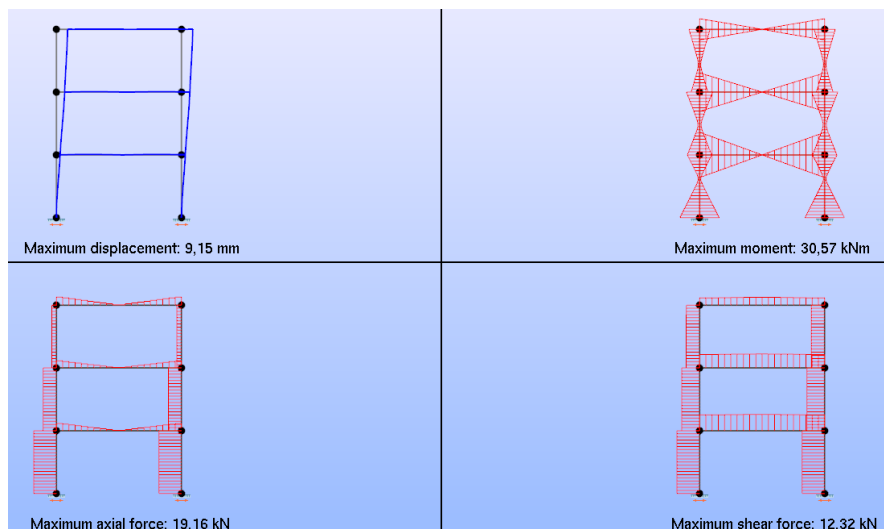
4.2.8 Resultatvisning

Når det trykkes på fanen *Results* får bruker opp responsene relatert til de valgene som er tatt i fanene *Analysis*. Dersom bruker har valgt å se på kun en *mode* vil fortegnet på responsen bli ivaretatt og brukeren vil få opp diagrammene som ved andre analyser (se figur 66).



Figur 66: uMNV-diagram – Response spectrum – Mode 1

Dersom bruker velger å kombinere systemresponsene til en totalrespons ved en algoritme vil ikke fortegnet til responsen bli ivaretatt. Alle diagrammene vil derfor bli tegnet med positive fortegn, mens momentdiagrammet også vil bli tegnet på negativ side (se figur 67). Dette er for å indikere ovenfor bruker at totalresponsens fortegn ikke er ivaretatt.



Figur 67: uMNV - Response spectrum - SRSS

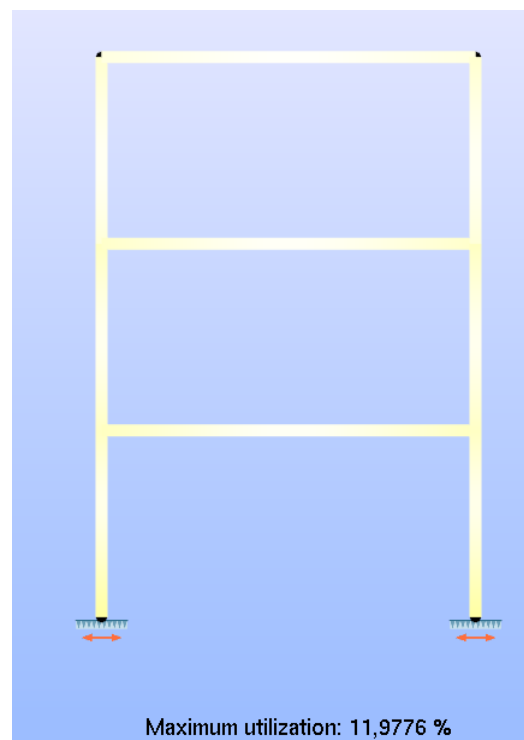
4.2.9 Kapasitetskontroll

På lik linje med en lineær statisk analyse er det mulighet for å kjøre en elastisk kapasitetskontroll på konstruksjonen. Dette gjøres ved å benytte seg av gruppen *Steel design* (se figur 68). Funksjonaliteten er laget av Fredrik Larsen. Mer informasjon angående kapasitetskontrollen finnes i brukermanualen til **fap2D** eller masteroppgaven til Fredrik Larsen[10].



Figur 68: Knapper for kapasitetskontroll

Kapasitetskontrollen i denne analysen har de samme egenskapene som for en jordskjelvsberging ved bruk av tidsintegrasjon (se 4.1.11). Det er derimot verdt å merke seg at for denne analysen er det ikke snakk om å se på et tidspunkt, men en totalrespons. Alle responsene som sendes inn i kapasitetskontrollen er positive, og det kan derfor oppstå tilfeller der negative momenter hadde ført til en lavere kapasitetsutnyttelse. Dette er ikke tatt hensyn til i implementasjonen.

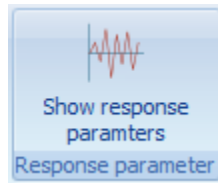


Figur 69: Eksempel på kapasitetskontroll

4 Jordskjelvsberegninger

4.2.10 Responsparametere

For å kjøre analysen må bruker definere minimum en responsparameter. Hvis dette ikke er gjort får bruker beskjed om dette i *Error list*-en nederst i programmet. For å få oversikt over hvor mye en gitt *mode* bidrar til en responsparameter trykker bruker på knappen *Show response parameters* (se figur 70).



Figur 70: Knappen «Show response parameters»

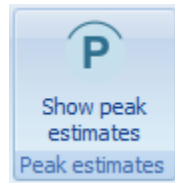
Bruker får da opp dialogboksen *Response parameters* (se figur 71). Dialogboksen har samme egenskaper som dialogboksen *Response parameters* i jordskjelvsanalysen ved bruk av tidsintegrasjon, men hver av responsene i en gitt *mode* er nå markert med en sirkel i grafen. Bruker kan holde musepekeren over prikken for å få opp verdien til responsen, eventuelt zoome inn på grafen dersom dette er nødvendig. Bruker kan også trykke på *Show values on graph* og få opp en *label* ved noen av sirklene som viser dens verdi.



Figur 71: Dialogboksen «Response parameters»

4.2.11 Maksimumsestimater

For å sammenligne de tre totalresponsene for en gitt responsparameter som er regnet ut ved hjelp av *CQC*-, *SRSS*- eller *SA*-algoritmene, trykker bruker på *Show peak estimates* (se figur 72).



Figur 72: Knappen «Show peak estimates»

Da åpnes dialogboksen *Peak response* (se figur 73). Dialogboksen har en nedtrekksmeny som inneholder alle definerte responsparametere. Under *Values* finnes verdiene de tre forskjellige algoritmene gir for responsparameteren. Dersom algoritmene gir forskjellige resultat er det ment at bruker kan ta med seg denne informasjonen og foreta en «mental skalering» av diagrammene med tilsvarende forholdstall.

Peak response		
Current response parameter:	u - x-displacement at joint 4	
Values		
Estimated by Complete Quadratic Combination (CQC):	9,14	mm
Estimated by Square Root Sum Squared (SRSS):	9,14	mm
Estimated as the sum of the absolute peaks of each mode:	9,91	mm

Figur 73: Dialogboksen «Peak response»

4 Jordskjelvsberegninger

5 Testing

Kapitlet skal vise om implementasjonen gir korrekte resultater, og hvor sensitiv beregningene er ovenfor endringer i variablene i analysen. For å verifisere at implementasjonen gir korrekte resultater har det blitt gjort en sammenligning av resultater fra **fap2D** mot resultater fra **SAP2000**. I verifiseringen er sett på to eksempler, mens parameteranalysen kun har blitt utført på ett eksempel.

5.1 SAP2000

SAP2000 er et rammeprogram for design av fagverk og rammekonstruksjoner. Programmet er utviklet av *Computers and Structures, Inc. (CSI)*, og programvare fra firmaet brukes av ingeniørfirmaer i over 160 land [12]. Blant bygningene som er modellert i programvarene er blant annet Tapei 101, One World Trade Center, Olympics Birds Nest

Stadium og Centenario Bridge[12]. Blant analysemetodene i **SAP2000** finnes blant annet jordskjelvanalyser tilrettelagt for enkle og avanserte beregninger i henhold til Eurokode jordskjelvspekter og tidsserier, bjelke-/ platesamvirke og bølbelastgeneratorer. Det er også mulig å foreta ikke-lineære analyser, fri svingningsanalyse og lineær statisk analyse[5].



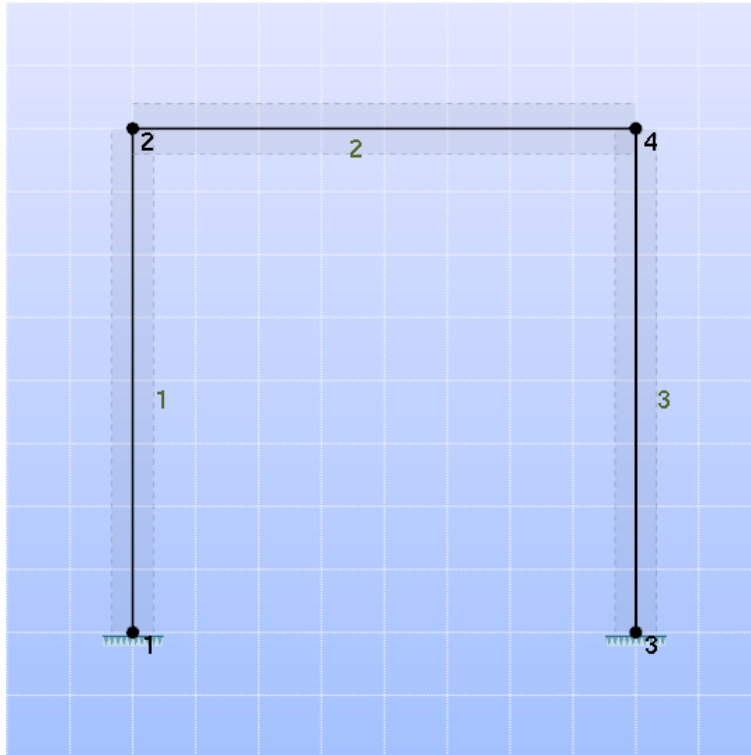
Figur 74: Logo SAP2000

5 Testing

5.2 Utvalgte eksempler

5.2.1 Eksempel 1

Eksempel 1 er en enetasjes portalramme som strekker seg over et felt (se figur 75). Lengden på feltet er 4 meter og høyden på konstruksjonen er også på 4 meter. Søylene i konstruksjonen har tverrsnitt IPE330 og bjelkene har tverrsnitt IPE400 (se 5.2.2 for begrunnelse). Søylene er av vanlig S355 stål, mens bjelken er av et egendefinert stålmateriale som er 90 ganger tyngre enn S355. Ellers er egenskapene ved stål materialet likt som for S355. Konstruksjonen er fast innspent i bunn. Hvert *member* har totalt 50 *elements*, noe som gir 150 *elements* totalt.



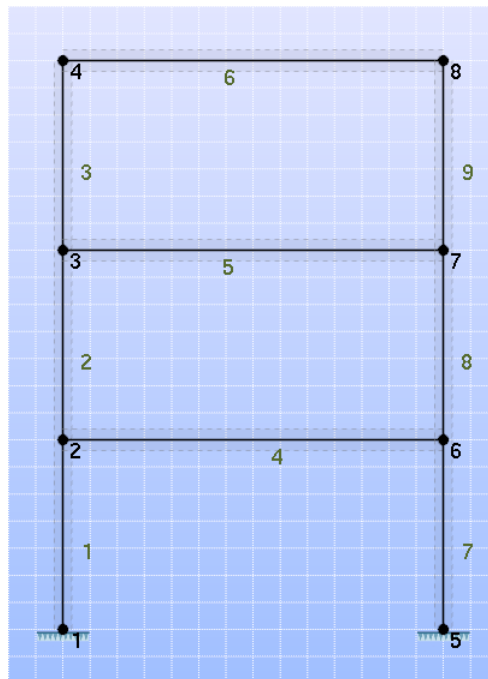
Figur 75: Testeksempel 1 - 1 etasjers 1 etasjers portalramme over 1 felt

I eksempelet vil det bli sett på 4 responsparametere og 4 responser:

1. Horisontal utbøyning i knutepunkt 2, u_{22}
2. Moment i opplager i knutepunkt 1, M_{11}
3. Normalkraft i opplager i knutepunkt 1, N_{11}
4. Skjærkraft i opplager i knutepunkt 1, V_{11}
5. Maksimal utbøyning, u_{maks}
6. Maksimalt moment, M_{maks}
7. Maksimal normalkraft, N_{maks}
8. Maksimal skjærkraft, V_{maks}

5.2.2 Eksempel 2

Eksempel 2 er en treetasjes portalramme som strekker seg over ett felt (se figur 76). Lengden på feltet er 7 meter og høyden på hver etasje 3,5 meter, noe som gir en total høyde på 10,5 meter. Søylene i konstruksjonen har tverrsnitt IPE330 og bjelkene har tverrsnitt IPE400. Søylene er av vanlig S355 stål, mens bjelkene er av et egendefinert stålmateriale som er 90 ganger tyngre enn S355. Ellers er egenskapene ved stålmaterialet likt som for S355. Valget falt IPE330 som søyler på grunnlag av at det var ønskelig å oppnå en elastisk kapasitetsutnyttelse på 80 % i konstruksjonen. Konstruksjonen er fast innspent i bunn. Hvert *member* har 50 *elements*, som gir 450 *elements* totalt. Eksemplet er anbefalt av Arild Holm Clausen, professor ved Institutt for Konstruksjonsteknikk, NTNU, men da med HEA300 søyler. Tverrsnittet er byttet ut siden de er forskjellige i **SAP2000** og **fap2D**. Dette gjelder også IPE300, noe som gjorde at valget falt på IPE330.



Figur 76: Testeksempel 2 - 3 etasjers 1 felts portalramme

I eksemplet vil det bli sett på 3 responsparametere og 4 responser:

1. Horisontal utbøying i knutepunkt 4, u_{46}
2. Moment i knutepunkt 2, bjelke 4, M_{42}
3. Skjærkraft i knutepunkt 2, bjelke 4, V_{42}
4. Maksimal utbøying, u_{maks}
5. Maksimalt moment, M_{maks}
6. Maksimal normalkraft, N_{maks}
7. Maksimal skjærkraft, V_{maks}

5 Testing

5.3 Avgrensninger

5.3.1 Generelle avgrensninger

Under testing ble kun sett på absoluttverdien av responsene. Dette på grunn av at i en jordskjelvsanalyse hvor det sees bort ifra de statiske kreftene i konstruksjonen vil responsene svinge mellom positiv og negativ verdi.

For alle eigenverdiberegninger er det benyttet *Subspace iteration*-algoritmen med *shift value* lik 0 Hz. *Truncated Lanczos*-algoritmen er ikke testet grundig, men visse tester har blitt foretatt for å forsikre at algoritmen regner korrekt. Dette ble det derimot ikke beskrevet i denne rapporten.

5.3.2 Masse, stivhet og dempning

Materialstivhet ble det eneste som inkluderes i konstruksjonen under testingen. Masserepresentasjonen ble satt til *lumped mass* og dempningen ble satt til å være stivhets- og masseproporsjonal Rayleigh-dempning, med a_1 og a_2 basert på *mode 1* og *mode 2*. Siden **SAP2000** kun tillater fire desimaler på a_1 og a_2 er dempningen i **fap2D** valgt som eksplisitt dempning med fire desimaler, istedenfor implisitt dempning basert på *mode 1* og *mode 2*, der a_1 og a_2 har blitt regnet ut på grunnlag av *mode 1* og *mode 2*. Dempningsfaktoren ζ_i og ζ_j er valgt til å være 0,02 i utregningen av disse faktorene. Dette gir for hvert av eksemplene følgende verdier:

- Eksempel 1: $a_1 = 0,5574 \text{ s}^{-1}$, $a_2 = 1,742\text{E-}03 \text{ s}$
- Eksempel 2: $a_1 = 0,1634 \text{ s}^{-1}$, $a_2 = 1,769\text{E-}03 \text{ s}$

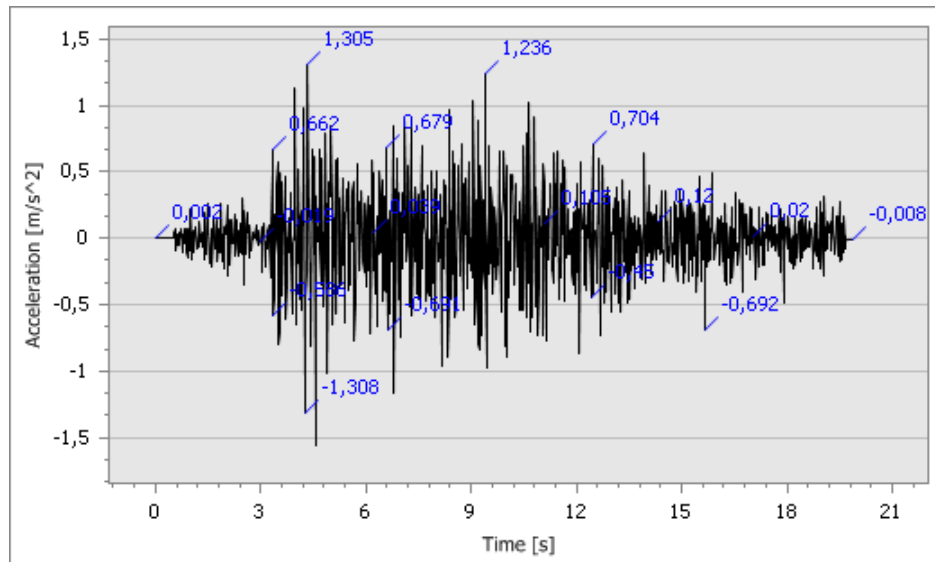
Innstillingene gjelder med mindre annet er oppgitt.

5.3.3 Tvungen svingning i tids- og frekvensplan

For å sammenligne tvungen svingning i tidsplanet med en tilsvarende analyse i frekvensplanet ble det benyttet en harmonisk tidsfunksjon med en periode på 2 sekunder som repeteres 40 ganger. Denne tidsfunksjonen multipliseres med *Default load case*, som består av en horisontal punktlast på 10 kN i knutepunkt 2 for eksempel 1 og knutepunkt 4 for eksempel 2 (se 5.2.1 og 5.2.2). For frekvensplansanalysen benyttes en harmonisk last med en frekvens på 0,5 Hz, dvs. samme periode som i tidsplansanalysen. Lastkombinasjonen benytter samme *Default load case* som tidsplansanalysen, og *Phase angle* er satt til 0,00 Hz. Når konstruksjonen når *steady state* i tidsplansanalysen forventes verdien å bli de samme som i frekvensplansanalysen. Det er benyttet en full beregningsmodell. For den tvungne svingningsanalysen i tidsplanet har det blitt valgt å bruke $\Delta\lambda$ lik 0,1 sekunder, λ_s lik 0,1 sekunder og λ_max lik 100 sekunder.

5.3.4 Tidsplananalyse ved bruk av tidsintegrasjon

For tidsplansanalysen er det valgt å ha et horisontalt jordskjelv som eksitasjon. Jordskjelvet som ble valgt er «NAHANNI__N.W.T.__CANADA. Component: 360». Grunnakselerasjon for jordskjelvet finnes i figur 77. Det ble valgt å se bort ifra skaleringsfaktorer under testingen. Dette ble gjort for å fjerne feilkilder ved analysen.



Figur 77: Grunnakselerasjon for NAHANNI__N.W.T.__CANADA. Component: 360

Det ble valgt standardverdier for de numeriske algoritmene som benyttes i analysen (se 4.1.9). **SAP2000** benytter derimot en annen faktor for β -faktoren i *HHT- α method* enn **fap2D**. **SAP2000** benytter β -faktor lik 0,24859375, mens **fap2D** benytter β -faktor lik 0,2889. Det antas i den påfølgende analysen at dette ikke er opphav til numeriske avvik.

Innstillingene gjelder med mindre annet er oppgitt.

5 Testing

5.3.5 Responsspektrumanalyse

For responsspektrumanalysen ble det valgt å bruke et designspektrum i horisontalretning. *Ground type* ble satt til C for å få krefter i konstruksjonen, mens *importance factor* er satt til II. Med en *peak ground acceleration* – a_{g40Hz} fås en *ground acceleration* på $0,4 \text{ m/s}^2$. *Behaviour factor* er satt til 2, siden det er standardverdien i **SAP2000**. Det ble ikke sett på hvor nærme svingeformene hverandre.

5.3.6 Elastisk spektrum

Settes *behaviour factor*-, q , og *viscous damping factor*, ζ , lik 1 vil et designspektrum være identisk et elastisk spektrum, med unntak av når $T < T_B[2]$. Dette fører til at for en konstruksjon som ikke har *modes* hvor svingeperioden $T < T_B$ som gir krefter i konstruksjonen ved en responsspektrumanalyse, vil resultatene ved å bruke et designspektrum være identisk som ved å bruke et elastisk spektrum. For å teste at implementasjonen av det elastiske spekteret er korrekt ble det derfor valgt å sammenligne resultatene fra et designspektrum med q lik 1, og et elastisk spektrum med ζ lik 1.

5.3.7 Parameteranalyse

Det er kun foretatt en parameteranalyse på eksempe 2, siden dette eksempelet har flere *modes* som er relevante i tidsplansanalysen og responsspektrumanalysen enn eksempel 1.

For tidsplansanalysen ble det kun sett på numerisk integrasjon via *HHT- α method* med standardverdiene for α , β og γ som er oppgitt i 4.1.9. Det ble også sett kun på tidspunktet som gir maksimalt moment for en full analyse, som er $t = 10,52$ sekunder. For å begrense størrelsen på parameteranalysen er *nts* lik 5.

I responsspektrumanalysen ble det kun sett på bruk av designspektrum, og resultatene ble generert med SRSS-algoritmen. For parameteranalysen ble det valgt å se på resultatene i **fap2D**, da resultatene i **SAP2000** vil gi tilnærmet samme differanser på responsene i konstruksjonen.

5.4 Verifisering av implementasjon

5.4.1 Eksempel 1

5.4.1.1 Fri svingning

For en fri svingningsanalyse uten inkludert skjærdeformasjon for eksempel 1 fås verdiene gitt i tabell XX. Svingeformene er identiske i **fap2D** og **SAP2000** med to signifikante siffer. Dette er en indikasjon på at masse- og stivhetsmatrisene er identiske i de to programmene.

Tabell 2: Eksempel 1 - Fri svingning – Uten skjærdeformasjon

Svingeform	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
fap2D	2,80 Hz	10,69 Hz	30,47 Hz	53,20 Hz	67,82 Hz	80,40 Hz	118,43 Hz	133,07 Hz	144,61 Hz	153,59 Hz
SAP2000	2,80 Hz	10,69 Hz	30,47 Hz	53,20 Hz	67,82 Hz	80,40 Hz	118,43 Hz	113,07 Hz	144,61 Hz	153,59 Hz

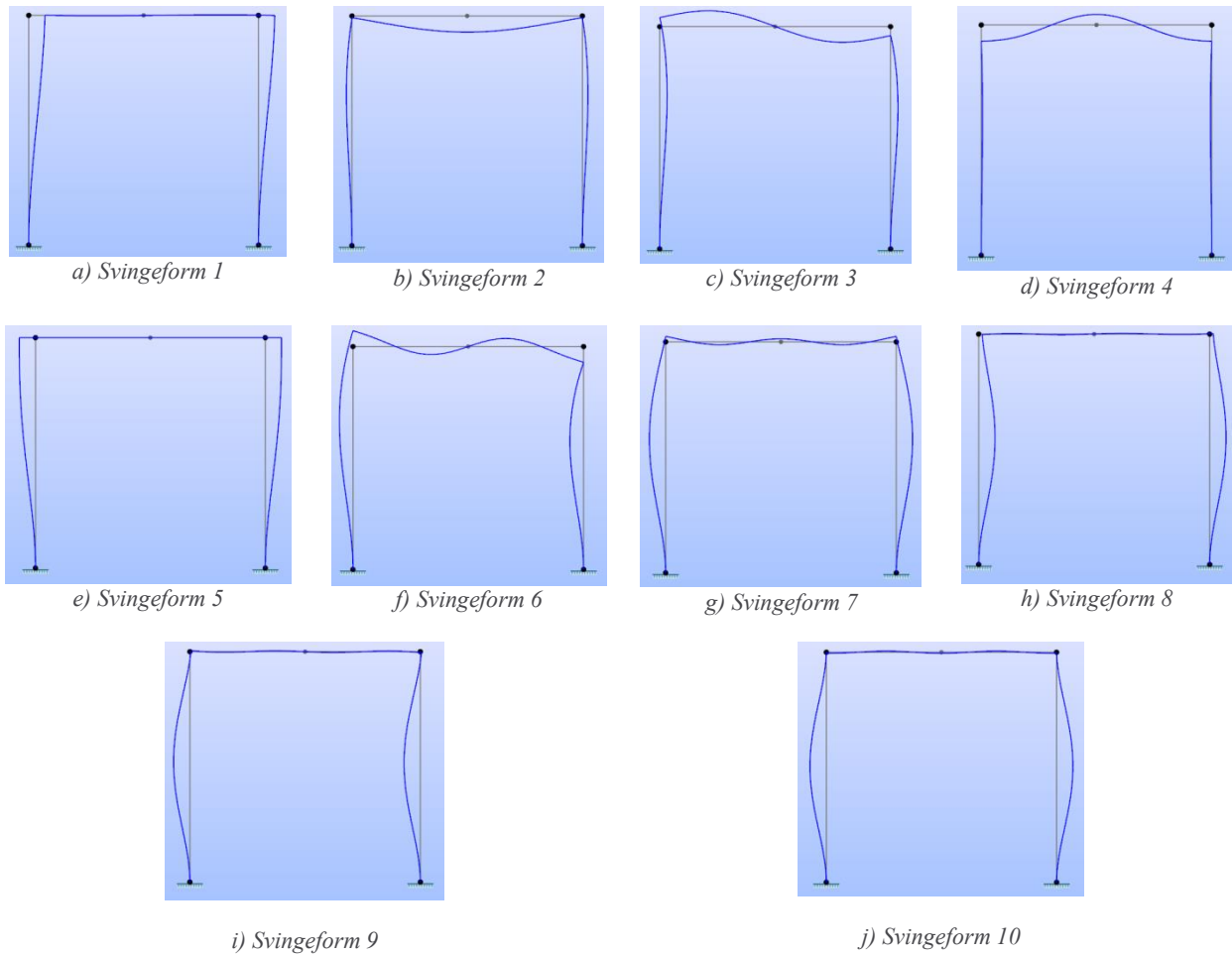
Dersom skjærdeformasjon tas med i beregningen gir ikke de to programmene samme resultater på alle svingeformene. Svingeform 3 har et avvik på 0,02 Hz, mens på svingeform 10 er avviket 0,14 Hz. Det har ikke vært mulig å finne ut hvorfor avviket oppstår, men kan i dette tilfellet skyldes numerisk støy.

Tabell 3: Eksempel 1 - Fri svingning – Med skjærdeformasjon

Svingeform	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
fap2D	2,67 Hz	9,86 Hz	26,62 Hz	45,49 Hz	65,67 Hz	67,79 Hz	88,48 Hz	111,55 Hz	122,53 Hz	125,48 Hz
SAP2000	2,67 Hz	9,86 Hz	26,64 Hz	45,52 Hz	65,73 Hz	67,79 Hz	88,58 Hz	111,69 Hz	122,66 Hz	125,62 Hz

5 Testing

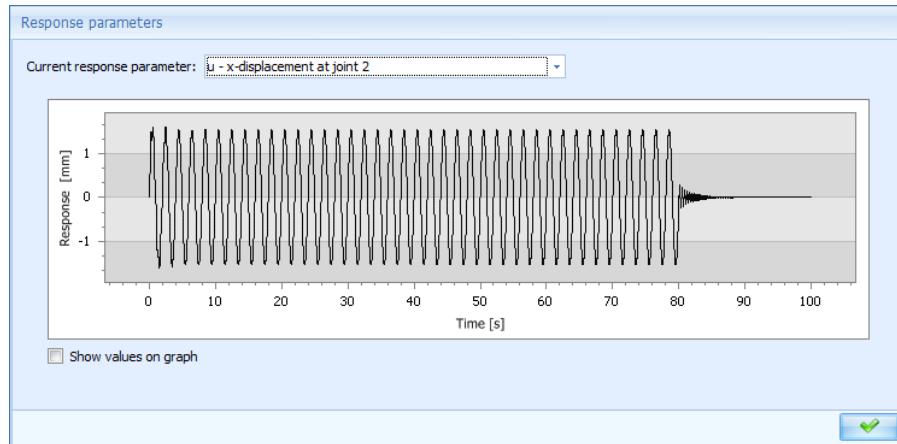
Svingeformene, der skjærdeformasjon ikke er inkludert, kan sees i figur 78. Bildene er hentet fra **fap2D**.



Figur 78: Eksempel 1 - Svingeformer

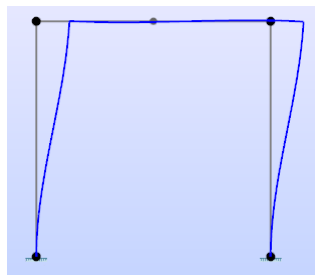
5.4.1.2 Tvungen svingning i tids- og frekvensplan

Konstruksjonen i eksempel 1 når *steady state* i en tvungen svingningsanalyse med lasten og tidsfunksjonen gitt i 5.3.3 etter et sted mellom 5 og 10 sekunder etter jordskjelvets begynnelse (se figur 79).

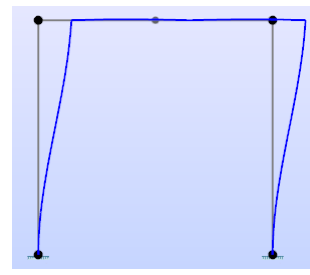


Figur 79: Horizontal forskyvning - Joint 2

Maksimal forskyvning ved *steady state* for konstruksjonen er vist i figur 80a. Her er det valgt å benytte tidspunktet 76,50 sekunder, som er et av tidspunktene for maksimal utbøyning i konstruksjonen. Figur 80b viser forskyvningen for tvungen svingning i frekvensplanet, og man ser at deformasjonsformen for begge analysene er tilnærmet identiske.



a) Forskyvning - Tidsplananalyse



b) Forskyvning – Frekvensplananalyse

Figur 80: Forskyvning - Tvungen svingningsanalyse og frekvensplananalyse

5 Testing

Det samme er resultatene av de tilhørende responsene og responsparameterne i konstruksjonen (se tabell 4 og 5). Resultatene fra begge analyser er identiske. Siden den tvungne svingningsanalysen har enkelte fellestrekk med en jordskjelvsanalyse ved bruk av tidsintegrasjon er dette en indikasjon på at jordskjelvsanalysen regner korrekt.

Tabell 4: Eksempel 1 - Tvungen svingning i tidsplanet

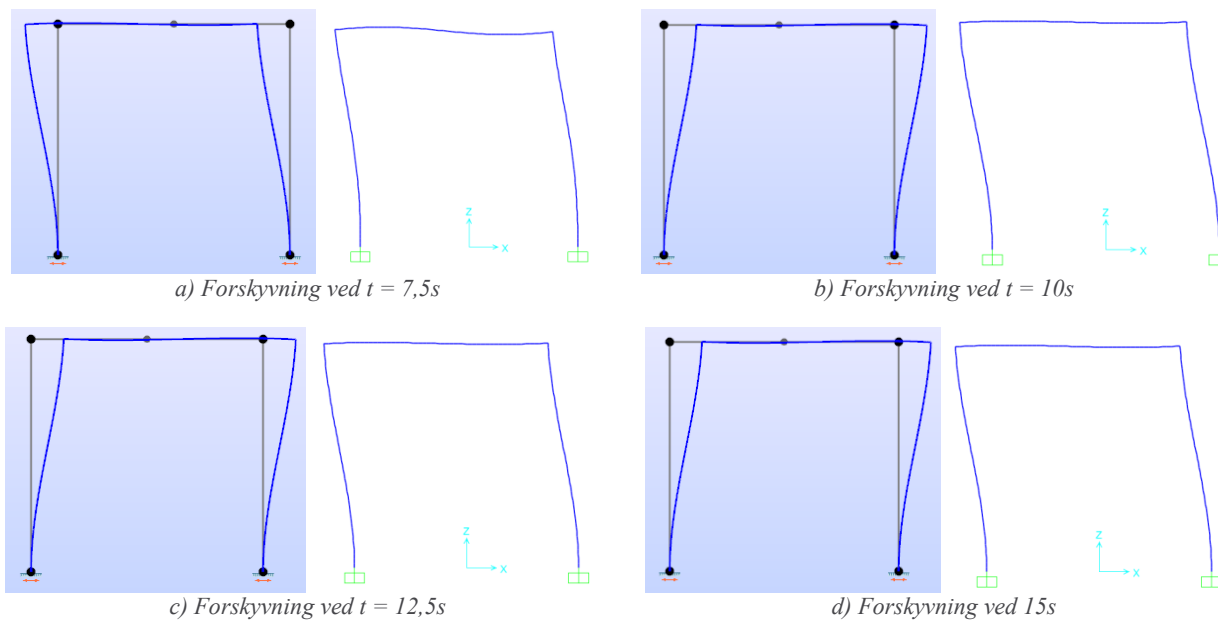
Respons / responsparameter	Verdi ved $t = 76,50s$
u_{46}	1,39 mm
M_{11}	9,51 kNm
N_{11}	4,82 kN
V_{11}	4,74 kN
u_{maks}	1,39 mm
M_{maks}	11,22 kNm
N_{maks}	5,14 kN
V_{maks}	5,18 kN

Tabell 5: Eksempel 1 – Tvungen svingning i frekvensplanet

Respons / responsparameter	Verdi
u_{46}	1,39 mm
M_{11}	9,51 kNm
N_{11}	4,82 kN
V_{11}	4,74 kN
u_{maks}	1,39 mm
M_{maks}	11,22 kNm
N_{maks}	5,14 kN
V_{maks}	5,18 kN

5.4.1.3 Tidsplananalyse

For at man skal få en forståelse over parameterne som er sett på i tidsplansanalysen vises forskyvningene ved de aktuelle tidspunktene i testingen. Figur 81 viser i **fap2D** og **SAP2000** for henholdsvis 7,5, 10, 12,5 og 15 sekunder. Figurene er beregnet med *nts* lik 10 med *HHT α method* som integrasjonsmetode med standardverdiene gitt i 4.1.9. Man ser at **fap2D** og **SAP2000** har motsatt rettet forskyvning ved tidspunktene 10, 12,5 og 15 sekunder.



Figur 81: Forskyvning **fap2D** og **SAP2000**

5 Testing

For en full beregningsmodell fås følgende resultater:

Tabell 6: Eksempel 1 - Tidsplananalyse - Full analyse - HHT- α method – *fap2D*

<i>nts</i>	1	2	3	5	10	100	1	2	3	5	10	100
	t = 7,5s						t = 10s					
u₄₆	0,55 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,65 mm	0,65 mm	1,61 mm	1,41 mm	1,39 mm	1,38 mm	1,38 mm	1,38 mm
M₁₁	3,76 kNm	4,50 kNm	4,49 kNm	4,47 kNm	4,46 kNm	4,46 kNm	10,99 kNm	9,61 kNm	9,46 kNm	9,41 kNm	9,39 kNm	9,38 kNm
N₁₁	2,00 kN	2,40 kN	2,39 kN	2,38 kN	2,38 kN	2,37 kN	5,86 kN	5,12 kN	5,05 kN	5,02 kN	5,00 kN	5,00 kN
V₁₁	1,89 kN	2,21 kN	2,21 kN	2,19 kN	2,18 kN	2,17 kN	5,36 kN	4,70 kN	4,61 kN	4,57 kN	4,56 kN	4,55 kN
u_{maks}	0,55 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,66 mm	1,62 mm	1,41 mm	1,39 mm	1,38 mm	1,38 mm	1,38 mm
M_{maks}	4,42 kNm	5,30 kNm	5,30 kNm	5,27 kNm	5,26 kNm	5,25 kNm	12,95 kNm	11,31 kNm	11,14 kNm	11,08 kNm	11,05 kNm	11,05 kNm
N_{maks}	2,00 kN	2,40 kN	2,39 kN	2,38 kN	2,38 kN	2,37 kN	5,86 kN	5,12 kN	5,05 kN	5,02 kN	5,00 kN	5,00 kN
V_{maks}	2,05 kN	2,45 kN	2,45 kN	2,44 kN	2,44 kN	2,43 kN	6,00 kN	5,25 kN	5,17 kN	5,14 kN	5,12 kN	5,12 kN
	t = 12,5s						t = 15s					
u₄₆	1,49 mm	1,41 mm	1,38 mm	1,37 mm	1,36 mm	1,36 mm	0,13 mm	0,18 mm	0,16 mm	0,15 mm	0,15 mm	0,15 mm
M₁₁	10,12 kNm	9,62 kNm	9,42 kNm	9,31 kNm	9,26 kNm	9,25 kNm	0,90 kNm	1,19 kNm	1,11 kNm	1,05 kNm	1,02 kNm	1,01 kNm
N₁₁	5,39 kN	5,12 kN	5,02 kN	4,96 kN	4,93 kN	4,92 kN	0,48 kN	0,64 kN	0,59 kN	0,56 kN	0,54 kN	0,54 kN
V₁₁	5,04 kN	4,74 kN	4,64 kN	4,58 kN	4,55 kN	4,54 kN	0,44 kN	0,56 kN	0,53 kN	0,51 kN	0,50 kN	0,49 kN
u_{maks}	1,49 mm	1,41 mm	1,39 mm	1,37 mm	1,36 mm	1,36 mm	0,13 mm	0,18 mm	0,16 mm	0,15 mm	0,15 mm	0,15 mm
M_{maks}	11,95 kNm	11,35 kNm	11,12 kNm	10,99 kNm	10,93 kNm	10,91 kNm	1,05 kNm	1,40 kNm	1,30 kNm	1,23 kNm	1,19 kNm	1,18 kNm
N_{maks}	5,39 kN	5,12 kN	5,02 kN	4,96 kN	4,93 kN	4,92 kN	0,48 kN	0,64 kN	0,59 kN	0,56 kN	0,54 kN	0,54 kN
V_{maks}	5,53 kN	5,25 kN	5,14 kN	5,08 kN	5,06 kN	5,05 kN	0,49 kN	0,65 kN	0,60 kN	0,57 kN	0,56 kN	0,55 kN

Tabell 7: Eksempel 1 - Tidsplananalyse - Full analyse – Newmark's- β method – *fap2D*

<i>nts</i>	1	2	3	5	10	100	1	2	3	5	10	100
	t = 7,5s						t = 10s					
u₄₆	0,60 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,65 mm	0,65 mm	1,56 mm	1,40 mm	1,39 mm	1,38 mm	1,38 mm	1,38 mm
M₁₁	4,08 kNm	4,51 kNm	4,49 kNm	4,47 kNm	4,46 kNm	4,46 kNm	10,63 kNm	9,57 kNm	9,45 kNm	9,40 kNm	9,39 kNm	9,38 kNm
N₁₁	2,17 kN	2,40 kN	2,39 kN	2,38 kN	2,38 kN	2,37 kN	5,66 kN	5,10 kN	5,04 kN	5,01 kN	5,00 kN	5,00 kN
V₁₁	2,06 kN	2,21 kN	2,21 kN	2,19 kN	2,18 kN	2,17 kN	5,19 kN	4,67 kN	4,60 kN	4,57 kN	4,55 kN	4,55 kN
u_{maks}	0,60 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,66 mm	1,56 mm	1,41 mm	1,39 mm	1,38 mm	1,38 mm	1,38 mm
M_{maks}	4,80 kNm	5,31 kNm	5,30 kNm	5,27 kNm	5,26 kNm	5,25 kNm	12,52 kNm	11,26 kNm	11,13 kNm	11,07 kNm	11,05 kNm	11,05 kNm
N_{maks}	2,17 kN	2,40 kN	2,39 kN	2,38 kN	2,38 kN	2,37 kN	5,66 kN	5,10 kN	5,04 kN	5,01 kN	5,00 kN	5,00 kN
V_{maks}	2,22 kN	2,46 kN	2,45 kN	2,44 kN	2,44 kN	2,43 kN	5,80 kN	5,22 kN	5,16 kN	5,13 kN	5,12 kN	5,12 kN
	t = 12,5s						t = 15s					
u₄₆	1,50 mm	1,40 mm	1,38 mm	1,37 mm	1,36 mm	1,36 mm	0,16 mm	0,17 mm	0,16 mm	0,15 mm	0,15 mm	0,15 mm
M₁₁	10,20 kNm	9,57 kNm	9,40 kNm	9,30 kNm	9,26 kNm	9,25 kNm	1,12 kNm	1,18 kNm	1,09 kNm	1,04 kNm	1,02 kNm	1,01 kNm
N₁₁	5,42 kN	5,10 kN	5,00 kN	4,95 kN	4,93 kN	4,92 kN	0,60 kN	0,63 kN	0,58 kN	0,56 kN	0,54 kN	0,54 kN
V₁₁	5,09 kN	4,70 kN	4,63 kN	4,57 kN	4,54 kN	4,54 kN	0,55 kN	0,56 kN	0,53 kN	0,51 kN	0,50 kN	0,49 kN
u_{maks}	1,50 mm	1,41 mm	1,38 mm	1,37 mm	1,36 mm	1,36 mm	0,16 mm	0,17 mm	0,16 mm	0,15 mm	0,15 mm	0,15 mm
M_{maks}	12,03 kNm	11,29 kNm	11,09 kNm	10,98 kNm	10,93 kNm	10,91 kNm	1,30 kNm	1,38 kNm	1,28 kNm	1,22 kNm	1,19 kNm	1,18 kNm
N_{maks}	5,42 kN	5,10 kN	5,00 kN	4,95 kN	4,93 kN	4,92 kN	0,60 kN	0,63 kN	0,58 kN	0,56 kN	0,54 kN	0,54 kN
V_{maks}	5,57 kN	5,22 kN	5,13 kN	5,08 kN	5,05 kN	5,05 kN	0,61 kN	0,64 kN	0,60 kN	0,57 kN	0,56 kN	0,55 kN

5 Testing

Tabell 8: Exempel 1 - Tidsplananalyse - Full analyse - HHT- α method – SAP2000

<i>nts</i>	1	2	3	5	10	100	1	2	3	5	10	100
	t = 7,5s						t = 10s					
u₄₆	0,46 mm	0,29 mm	0,19 mm	0,09 mm	0,00 mm	0,09 mm	1,36 mm	1,28 mm	1,24 mm	1,20 mm	1,16 mm	1,11 mm
M₁₁	3,15 kNm	2,00 kNm	1,33 kNm	0,64 kNm	0,02 kNm	0,64 kNm	9,26 kNm	8,68 kNm	8,42 kNm	8,14 kNm	7,88 kNm	7,58 kNm
N₁₁	1,68 kN	1,07 kN	0,71 kN	0,35 kN	0,01 kN	0,37 kN	4,92 kN	4,61 kN	4,47 kN	4,32 kN	4,18 kN	4,02 kN
V₁₁	1,60 kN	0,98 kN	0,64 kN	0,28 kN	0,03 kN	0,37 kN	4,58 kN	4,31 kN	4,21 kN	4,09 kN	3,96 kN	3,82 kN
u_{maks}	0,46 mm	0,29 mm	0,19 mm	0,09 mm	0,00 mm	0,09 mm	1,36 mm	1,28 mm	1,24 mm	1,20 mm	1,16 mm	1,12 mm
M_{maks}	3,72 kNm	2,34 kNm	1,55 kNm	0,74 kNm	0,03 kNm	0,77 kNm	10,96 kNm	10,30 kNm	9,98 kNm	9,65 kNm	9,33 kNm	8,99 kNm
N_{maks}	1,68 kN	1,07 kN	0,71 kN	0,35 kN	0,03 kN	0,37 kN	4,92 kN	4,61 kN	4,47 kN	4,32 kN	4,18 kN	4,02 kN
V_{maks}	1,73 kN	1,09 kN	0,70 kN	0,36 kN	0,05 kN	0,37 kN	5,08 kN	4,79 kN	4,64 kN	4,49 kN	4,34 kN	4,18 kN
	t = 12,5s						t = 15s					
u₄₆	0,84 mm	1,10 mm	1,20 mm	1,29 mm	1,37 mm	1,44 mm	0,04 mm	0,03 mm	0,04 mm	0,05 mm	0,07 mm	0,09 mm
M₁₁	5,73 kNm	7,50 kNm	8,19 kNm	8,80 kNm	9,31 kNm	9,80 kNm	0,26 kNm	0,21 kNm	0,26 kNm	0,36 kNm	0,48 kNm	0,63 kNm
N₁₁	3,05 kN	4,00 kN	4,36 kN	4,68 kN	4,95 kN	5,22 kN	0,14 kN	0,12 kN	0,14 kN	0,20 kN	0,26 kN	0,34 kN
V₁₁	2,74 kN	3,67 kN	4,02 kN	4,34 kN	4,60 kN	4,85 kN	0,09 kN	0,09 kN	0,11 kN	0,15 kN	0,21 kN	0,29 kN
u_{maks}	0,84 mm	1,10 mm	1,20 mm	1,29 mm	1,37 mm	1,44 mm	0,04 mm	0,03 mm	0,04 mm	0,05 mm	0,07 mm	0,09 mm
M_{maks}	6,75 kNm	8,86 kNm	9,67 kNm	10,34 kNm	10,99 kNm	11,58 kNm	0,30 kNm	0,24 kNm	0,30 kNm	0,41 kNm	0,55 kNm	0,73 kNm
N_{maks}	3,05 kN	4,00 kN	4,36 kN	4,68 kN	4,95 kN	5,22 kN	0,14 kN	0,12 kN	0,14 kN	0,20 kN	0,26 kN	0,34 kN
V_{maks}	3,13 kN	4,10 kN	4,47 kN	4,80 kN	5,08 kN	5,35 kN	0,17 kN	0,12 kN	0,16 kN	0,21 kN	0,27 kN	0,35 kN

Tabell 9: Eksempel 1 - Tidsplananalyse - Full analyse – Newmark's- β method – SAP2000

<i>nts</i>	1	2	3	5	10	100	1	2	3	5	10	100
	t = 7,5s						t = 10s					
u₄₆	0,25 mm	0,16 mm	0,13 mm	0,12 mm	0,11 mm	0,11 mm	1,27 mm	1,13 mm	1,11 mm	1,11 mm	1,11 mm	1,11 mm
M₁₁	1,66 kNm	1,11 kNm	0,91 kNm	0,79 kNm	0,74 kNm	0,72 kNm	8,67 kNm	7,68 kNm	7,59 kNm	7,56 kNm	7,55 kNm	7,54 kNm
N₁₁	0,88 kN	0,59 kN	0,48 kN	0,42 kN	0,39 kN	0,38 kN	4,61 kN	4,07 kN	4,03 kN	4,01 kN	4,01 kN	4,00 kN
V₁₁	0,79 kN	0,56 kN	0,47 kN	0,43 kN	0,41 kN	0,41 kN	4,13 kN	3,80 kN	3,80 kN	3,81 kN	3,81 kN	3,81 kN
u_{maks}	0,25 mm	0,16 mm	0,13 mm	0,12 mm	0,11 mm	0,11 mm	1,28 mm	1,13 mm	1,12 mm	1,11 mm	1,11 mm	1,11 mm
M_{maks}	1,98 kNm	1,33 kNm	1,09 kNm	0,95 kNm	0,89 kNm	0,87 kNm	10,27 kNm	9,11 kNm	9,00 kNm	8,96 kNm	8,95 kNm	8,94 kNm
N_{maks}	0,88 kN	0,59 kN	0,48 kN	0,43 kN	0,41 kN	0,41 kN	4,61 kN	4,07 kN	4,03 kN	4,01 kN	4,01 kN	4,00 kN
V_{maks}	0,92 kN	0,63 kN	0,52 kN	0,45 kN	0,43 kN	0,42 kN	4,76 kN	4,24 kN	4,19 kN	4,17 kN	4,16 kN	4,16 kN
	t = 12,5s						t = 15s					
u₄₆	1,75 mm	1,53 mm	1,48 mm	1,46 mm	1,45 mm	1,45 mm	0,18 mm	0,13 mm	0,11 mm	0,10 mm	0,10 mm	0,10 mm
M₁₁	11,95 kNm	10,43 kNm	10,11 kNm	9,95 kNm	9,88 kNm	9,86 kNm	1,23 kNm	0,92 kNm	0,78 kNm	0,70 kNm	0,66 kNm	0,65 kNm
N₁₁	6,36 kN	5,55 kN	5,38 kN	5,29 kN	5,26 kN	5,25 kN	0,66 kN	0,49 kN	0,42 kN	0,37 kN	0,36 kN	0,35 kN
V₁₁	5,80 kN	5,12 kN	4,98 kN	4,92 kN	4,89 kN	4,88 kN	0,56 kN	0,44 kN	0,36 kN	0,32 kN	0,30 kN	0,30 kN
u_{maks}	1,76 mm	1,53 mm	1,49 mm	1,46 mm	1,45 mm	1,45 mm	0,18 mm	0,13 mm	0,11 mm	0,10 mm	0,10 mm	0,10 mm
M_{maks}	14,10 kNm	12,32 kNm	11,95 kNm	11,75 kNm	11,67 kNm	11,64 kNm	1,44 kNm	1,07 kNm	0,91 kNm	0,81 kNm	0,77 kNm	0,76 kNm
N_{maks}	6,36 kN	5,55 kN	5,38 kN	5,29 kN	5,26 kN	5,25 kN	0,66 kN	0,49 kN	0,42 kN	0,37 kN	0,36 kN	0,35 kN
V_{maks}	6,52 kN	5,70 kN	5,52 kN	5,43 kN	5,40 kN	5,38 kN	0,67 kN	0,50 kN	0,43 kN	0,38 kN	0,36 kN	0,36 kN

5 Testing

Dersom man benytter seg av *HHT- α method* får man en lavere forskjell i responsene og responsparameterne ved bruk av **fap2D** fra *nts* lik 1 til *nts* lik 2 enn ved *Newmark's β -method*. Når *nts* økes blir derimot resultatene tilnærmet identiske uavhengig av hvilken numerisk algoritme som benyttes. Resultatene blir også relativt like dersom *nts* blir satt til 5 eller større. Største forskjellen finnes enten i normalkraften eller skjærkraften.

Forskjellen mellom de to numeriske algoritmene ser ut til å ha større innvirkning på resultatene i **SAP2000** enn i **fap2D**. Dette kan skyldes at β -faktoren er forskjellig i de to programmene. *Newmark's β -method* ser ut til å være mer stabil for lavere verdier av *nts* enn *HHT- α method*. Forskyvningen u_{46} ved $t = 7,5$ sekunder for *HHT- α method* går fra å være 0,46 mm til 0,09 mm ved *nts* henholdsvis lik 1 og 100. Hvorfor responsene og responsparameterne, ved bruk av samme numeriske algoritme, ved tidspunktet lik 7,5 sekunder blir 0,00 mm er usikkert.

Avviket mellom de to programmene er prosentmessig størst ved tidspunktet 7,5 sekunder, da **fap2D** gir forskyvningen u_{46} er 0,65 mm mens **SAP2000** mener 0,11 mm ved bruk av *Newmark's β -method*. Det bemerkes også merke til at for dette tidspunktet øker forskyvningen og kreftene i konstruksjonen i **fap2D**, mens den synker i **SAP2000**. For de andre tidspunktene gir programmene resultater som ligger nærmere hverandre, men resultatene fra programmene er ikke entydig over eller under hverandre. For tidspunktene 7,5, 10 og 15 sekunder gir **fap2D** høyere forskyvninger og krefter, mens for tidspunktet 12,5 sekunder er det motsatt. For høye verdier av *nts* blir differansen mellom responsene og responsparameterne for alle tidspunktene utenom 7,5 sekunder mindre mellom programmene. Programmene ser ut til å konvergere mot hver sin løsning for resultatene.

For en modal beregningsmodell får man følgende resultater, der antall *modes* er satt til 10:

Tabell 10: Eksempel 1 - Tidsplananalyse - Modal analyse – HHT- α method – *fap2D*

<i>nts</i>	1	2	3	5	10	100	1	2	3	5	10	100
	t = 7,5s						t = 10s					
u₄₆	0,55 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,65 mm	0,65 mm	1,61 mm	1,41 kN	1,39 mm	1,38 mm	1,38 mm	1,38 mm
M₁₁	3,76 kNm	4,49 kNm	4,49 kNm	4,47 kNm	4,46 kNm	4,46 kNm	10,99 kNm	9,61 kNm	9,46 kNm	9,41 kNm	9,39 kNm	9,38 kNm
N₁₁	2,00 kN	2,40 kN	2,40 kN	2,39 kN	2,38 kN	2,38 kN	5,86 kN	5,13 kN	5,05 kN	5,02 kN	5,01 kN	5,01 kN
V₁₁	1,89 kN	2,20 kN	2,20 kN	2,19 kN	2,18 kN	2,17 kN	5,36 kN	4,69 kN	4,60 kN	4,57 kN	4,55 kN	4,55 kN
u_{maks}	0,55 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,66 mm	1,62 mm	1,41 mm	1,39 mm	1,38 mm	1,38 mm	1,38 mm
M_{maks}	4,43 kNm	5,30 kNm	5,30 kNm	5,28 kNm	5,26 kNm	5,26 kNm	12,96 kNm	11,32 kNm	11,15 kNm	11,09 kNm	11,06 kNm	11,06 kNm
N_{maks}	2,00 kN	2,40 kN	2,40 kN	2,39 kN	2,38 kN	2,38 kN	5,86 kN	5,13 kN	5,05 kN	5,02 kN	5,01 kN	5,01 kN
V_{maks}	2,05 kN	2,45 kN	2,45 kN	2,44 kN	2,43 kN	2,43 kN	6,00 kN	5,24 kN	5,16 kN	5,13 kN	5,12 kN	5,12 kN
	t = 12,5s						t = 15s					
u₄₆	1,49 mm	1,41 mm	1,38 mm	1,37 mm	1,36 mm	1,36 mm	0,13 mm	0,18 mm	0,16 mm	0,15 mm	0,15 mm	0,15 mm
M₁₁	10,12 kNm	9,62 kNm	9,42 kNm	9,31 kNm	9,26 kNm	9,25 kNm	0,90 kNm	1,19 kNm	1,11 kNm	1,05 kNm	1,02 kNm	1,01 kNm
N₁₁	5,39 kN	5,12 kN	5,02 kN	4,96 kN	4,93 kN	4,92 kN	0,49 kN	0,64 kN	0,59 kN	0,56 kN	0,54 kN	0,54 kN
V₁₁	5,04 kN	4,73 kN	4,64 kN	4,57 kN	4,54 kN	4,53 kN	0,44 kN	0,56 kN	0,53 kN	0,51 kN	0,50 kN	0,49 kN
u_{maks}	1,49 mm	1,41 mm	1,39 mm	1,37 mm	1,36 mm	1,36 mm	0,13 mm	0,18 mm	0,16 mm	0,15 mm	0,15 mm	0,15 mm
M_{maks}	11,96 kNm	11,35 kNm	11,12 kNm	10,99 kNm	10,93 kNm	10,92 kNm	1,06 kNm	1,41 kNm	1,30 kNm	1,23 kNm	1,20 kNm	1,18 kNm
N_{maks}	5,39 kN	5,12 kN	5,02 kN	4,96 kN	4,93 kN	4,92 kN	0,49 kN	0,64 kN	0,59 kN	0,56 kN	0,54 kN	0,54 kN
V_{maks}	5,53 kN	5,25 kN	5,14 kN	5,08 kN	5,05 kN	5,04 kN	0,50 kN	0,65 kN	0,60 kN	0,57 kN	0,56 kN	0,55 kN

5 Testing

Tabell 11: Exempel 1 - Tidsplananalyse - Modal analyse – Newmark δ - β method – *fap2D*

<i>nts</i>	1	2	3	5	10	100	1	2	3	5	10	100
	t = 7,5s						t = 10s					
u₄₆	0,60 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,65 mm	0,65 mm	1,56 mm	1,40 mm	1,39 mm	1,38 mm	1,38 mm	1,38 mm
M₁₁	4,08 kNm	4,51 kNm	4,49 kNm	4,47 kNm	4,46 kNm	4,46 kNm	10,62 kNm	9,57 kNm	9,45 kNm	9,40 kNm	9,39 kNm	9,38 kNm
N₁₁	2,17 kN	2,41 kN	2,40 kN	2,38 kN	2,38 kN	2,38 kN	5,66 kN	5,10 kN	5,04 kN	5,02 kN	5,01 kN	5,01 kN
V₁₁	2,06 kN	2,21 kN	2,21 kN	2,19 kN	2,18 kN	2,17 kN	5,19 kN	4,67 kN	4,59 kN	4,56 kN	4,55 kN	4,55 kN
u_{maks}	0,60 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,66 mm	0,66 mm	1,56 mm	1,41 mm	1,39 mm	1,38 mm	1,38 mm	1,38 mm
M_{maks}	4,80 kNm	5,32 kNm	5,30 kNm	5,28 kNm	5,26 kNm	5,26 kNm	12,53 kNm	11,27 kNm	11,14 kNm	11,08 kNm	11,06 kNm	11,06 kNm
N_{maks}	2,17 kN	2,41 kN	2,40 kN	2,38 kN	2,38 kN	2,38 kN	5,66 kN	5,10 kN	5,04 kN	5,02 kN	5,01 kN	5,01 kN
V_{maks}	2,22 kN	2,46 kN	2,45 kN	2,44 kN	2,43 kN	2,43 kN	5,80 kN	5,22 kN	5,16 kN	5,13 kN	5,12 kN	5,12 kN
	t = 12,5s						t = 15s					
u₄₆	1,50 mm	1,40 mm	1,38 mm	1,37 mm	1,36 mm	1,36 mm	0,16 mm	0,17 mm	0,16 mm	0,15 mm	0,15 mm	0,15 mm
M₁₁	10,20 kNm	9,57 kNm	9,40 kNm	9,30 kNm	9,26 kNm	9,25 kNm	1,12 kNm	1,18 kNm	1,05 kNm	1,04 kNm	1,02 kNm	1,01 kNm
N₁₁	5,43 kN	5,10 kN	5,00 kN	4,95 kN	4,93 kN	4,92 kN	0,60 kN	0,63 kN	0,58 kN	0,56 kN	0,54 kN	0,54 kN
V₁₁	5,09 kN	4,70 kN	4,63 kN	4,57 kN	4,54 kN	4,53 kN	0,55 kN	0,56 kN	0,53 kN	0,51 kN	0,50 kN	0,49 kN
u_{maks}	1,50 mm	1,41 mm	1,38 mm	1,37 mm	1,36 mm	1,36 mm	0,16 mm	0,17 mm	0,16 mm	0,15 mm	0,15 mm	0,15 mm
M_{maks}	12,04 kNm	11,30 kNm	11,09 kNm	10,98 kNm	10,93 kNm	10,92 kNm	1,31 kNm	1,38 kNm	1,28 kNm	1,22 kNm	1,19 kNm	1,18 kNm
N_{maks}	5,43 kN	5,10 kN	5,00 kN	4,95 kN	4,93 kN	4,92 kN	0,60 kN	0,63 kN	0,58 kN	0,56 kN	0,54 kN	0,54 kN
V_{maks}	5,56 kN	5,22 kN	5,13 kN	5,07 kN	5,05 kN	5,04 kN	0,61 kN	0,64 kN	0,60 kN	0,57 kN	0,56 kN	0,55 kN

Tabell 12:Eksempel 1 - Tidsplananalyse - Modal analyse – SAP2000

<i>nts</i>	1	2	3	5	10	100	1	2	3	5	10	100
	t = 7,5s						t = 10s					
u₄₆	0,11 mm	0,11 mm	0,11 mm	0,11 mm	0,11 mm	0,11 mm	1,11 mm	1,11 mm	1,11 mm	1,11 mm	1,11 mm	1,11 mm
M₁₁	0,72 kNm	0,72 kNm	0,72 kNm	0,72 kNm	0,72 kNm	0,72 kNm	7,54 kNm	7,54 kNm	7,54 kNm	7,54 kNm	7,54 kNm	7,54 kNm
N₁₁	0,38 kN	0,38 kN	0,38 kN	0,38 kN	0,38 kN	0,38 kN	4,00 kN	4,00 kN	4,00 kN	4,00 kN	4,00 kN	4,00 kN
V₁₁	0,41 kN	0,41 kN	0,41 kN	0,41 kN	0,41 kN	0,41 kN	3,81 kN	3,81 kN	3,81 kN	3,81 kN	3,81 kN	3,81 kN
u_{maks}	0,11 mm	0,11 mm	0,11 mm	0,11 mm	0,11 mm	0,11 mm	1,11 mm	1,11 mm	1,11 mm	1,11 mm	1,11 mm	1,11 mm
M_{maks}	0,86 kNm	0,86 kNm	0,86 kNm	0,86 kNm	0,86 kNm	0,86 kNm	8,94 kNm	8,94 kNm	8,94 kNm	8,94 kNm	8,94 kNm	8,94 kNm
N_{maks}	0,40 kN	0,40 kN	0,40 kN	0,40 kN	0,40 kN	0,40 kN	4,00 kN	4,00 kN	4,00 kN	4,00 kN	0,40 kN	0,40 kN
V_{maks}	0,41 kN	0,41 kN	0,41 kN	0,41 kN	0,41 kN	0,41 kN	4,14 kN	4,14 kN	4,14 kN	4,14 kN	4,14 kN	4,14 kN
	t = 12,5s						t = 15s					
u₄₆	1,45 mm	1,45 mm	1,45 mm	1,45 mm	1,45 mm	1,45 mm	0,10 mm	0,10 mm	0,10 mm	0,10 mm	0,10 mm	0,10 mm
M₁₁	9,86 kNm	9,86 kNm	9,86 kNm	9,86 kNm	9,86 kNm	9,86 kNm	0,65 kNm	0,65 kNm	0,65 kNm	0,65 kNm	0,65 kNm	0,65 kNm
N₁₁	5,25 kN	5,25 kN	5,25 kN	5,25 kN	5,25 kN	5,25 kN	0,35 kN	0,35 kN	0,35 kN	0,35 kN	0,35 kN	0,35 kN
V₁₁	4,88 kN	4,88 kN	4,88 kN	4,88 kN	4,88 kN	4,88 kN	0,30 kN	0,30 kN	0,30 kN	0,30 kN	0,30 kN	0,30 kN
u_{maks}	1,45 mm	1,45 mm	1,45 mm	1,45 mm	1,45 mm	1,45 mm	0,10 mm	0,10 mm	0,10 mm	0,10 mm	0,10 mm	0,10 mm
M_{maks}	11,65 kNm	11,65 kNm	11,65 kNm	11,65 kNm	11,65 kNm	11,65 kNm	0,76 kNm	0,76 kNm	0,76 kNm	0,76 kNm	0,76 kNm	0,76 kNm
N_{maks}	5,25 kN	5,25 kN	5,25 kN	5,25 kN	5,25 kN	5,25 kN	0,35 kN	0,35 kN	0,35 kN	0,35 kN	0,35 kN	0,35 kN
V_{maks}	5,38 kN	5,38 kN	5,38 kN	5,38 kN	5,38 kN	5,38 kN	0,36 kN	0,36 kN	0,36 kN	0,36 kN	0,36 kN	0,36 kN

5 Testing

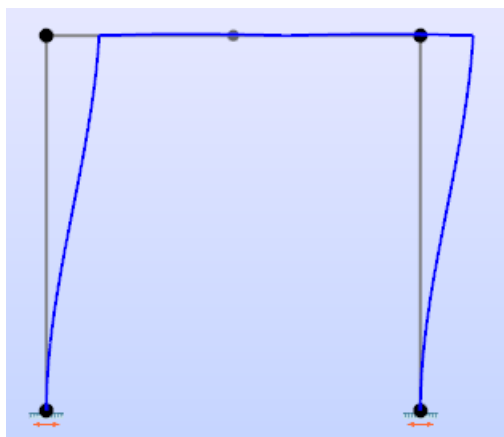
I den modale analysen er verdiene i **fap2D** tilnærmet identiske verdiene i forhold til den fulle analysen. Dette gjelder for alle tidspunktene og for begge de numeriske algoritmene. Det er noen avvik mellom full- og modal analyse, men disse kan skyldes numerisk støy.

Den modale analysen i **SAP2000** løses ikke på samme måte som den modale analysen i **fap2D**, og man ser av resultatene i tabell 12 at de er uavhengige av *nts*. Resultatene er også tilnærmet identiske resultatene ved å benytte en full analysemodell og *nts* lik 100. Det har ikke vært mulig å oppdrive hvordan den modale analysen løses i **SAP2000**.

Avviket mellom de to programmene er cirka det samme som for full beregningsmodell ved *nts* lik 10 eller 100.

5.4.1.4 Responsspektrumanalyse - Designspektrum

Forskyvningen til konstruksjonen ved responsspektrumanalysen er vist i figur 82. Alle forskyvningene har positivt fortegn i denne analysen.



Figur 82: Forskyvning - Responsspektrumanalyse

Responsene og responsparameterne i **fap2D** og **SAP2000** vises i tabell 13. Man ser at de to programmene gir tilnærmet samme resultater. Det største avviket finnes i det maksimale momentet i konstruksjonen. Størrelsen i avviket er såpass lite at det antas at analysen regner korrekt for dette eksempelet.

Tabell 13: Eksempel 1 - Responsspektrumanalyse - Designspektrum

Respons /respons- parameter	SA		SRSS		CQC	
	fap2D	SAP2000	fap2D	SAP2000	fap2D	SAP2000
u_{22}	2,22 mm	2,23 mm	2,22 mm	2,23 mm	2,22 mm	2,23 mm
M_{12}	15,13 kNm	15,24 kNm	15,11	15,22 kNm	15,11 kNm	15,22 kNm
N_{12}	8,05 kN	8,10 kN	8,04 kN	8,09 kN	8,04 kN	8,09 kN
V_{12}	7,56 kN	7,61 kN	7,48 kN	7,53 kN	7,48 kN	7,53 kN
u_{maks}	2,22 mm	2,24 mm	2,22 mm	2,24 mm	2, 22 mm	2,24 mm
M_{maks}	17,88 kNm	18,01 kNm	17,87 kNm	17,99 kNm	17,87 kNm	17,99 kNm
N_{maks}	8,05 kN	8,10 kN	8,04 kN	8,09 kN	8,04 kN	8,09 kN
V_{maks}	8,28 kN	8,34 kN	8,26 kN	8,32 kN	8,26 kN	8,32 kN

5 Testing

5.4.1.5 Elastisk spektrum

Tabell 14 viser verdiene for *SA*-, *SRSS*- og *CQC*-algoritmene for designspektrum og elastisk spektrum for responspektrumanalysen. Man ser at verdiene er tilnærmet identiske. Avviket oppstår fordi responsene og responsparameterne i *modes* som har en lavere egensvingeperiode enn T_B (se 5.3.6) ikke er utslagsgivende. For forskyvningene u_{46} og u_{maks} er derimot verdiene identiske. At verdiene er tilnærmet identiske for disse to spektrene er en god indikasjon på at det elastiske spekteret som benyttes gir korrekte resultater.

Tabell 14: Eksempel 1 - Responspektrumanalyse – Elastisk spektrum

Respons /respons- parameter	SA		SRSS		QCQ	
	Designspektrum	Elastisk spektrum	Designspektrum	Elastisk spektrum	Designspektrum	Elastisk spektrum
u_{46}	4,44 mm	4,44 mm	4,44 mm	4,44 mm	4,44 mm	4,44 mm
M_{11}	30,24 kNm	30,25 kNm	30,23 kNm	30,23 kNm	30,23 kNm	30,23 kNm
N_{11}	16,09 kN	16,10 kN	16,07 kN	16,07 kN	16,07 kN	16,07 kN
V_{11}	15,06 kN	15,09 kN	14,96 kN	14,96 kN	14,96 kN	14,96 kN
u_{maks}	4,45 mm	4,45 mm	4,45 mm	4,45 mm	4,45 mm	4,45 mm
M_{maks}	35,75 kNm	35,76 kNm	35,73 kNm	35,73 kNm	35,73 kNm	35,73 kNm
N_{maks}	16,09 kN	16,10 kN	16,07 kN	16,07 kN	14,97 kN	14,97 kN
V_{maks}	16,54 kN	16,55 kN	16,53 kN	16,53 kN	16,53 kN	16,53 kN

5.4.2 Eksempel 2

5.4.2.1 Fri svingning

For en fri svingningsanalyse uten inkludert skjærdeformasjon for eksempel 2 fås verdiene gitt i tabell XX. Svingeformene er identiske i **fap2D** og **SAP2000** med ett signifikant siffer. Dette er en indikasjon på at masse- og stivhetsmatrisene er identiske i de to programmene.

Tabell 15: Eksempel 2 - Fri svingning

Svingeform	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
fap2D	0,85	2,75	3,94	4,57	4,77	4,81	10,86	13,09	13,76	18,39
	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz
SAP2000	0,85	2,75	3,94	4,57	4,77	4,81	10,86	13,09	13,76	18,39
	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz

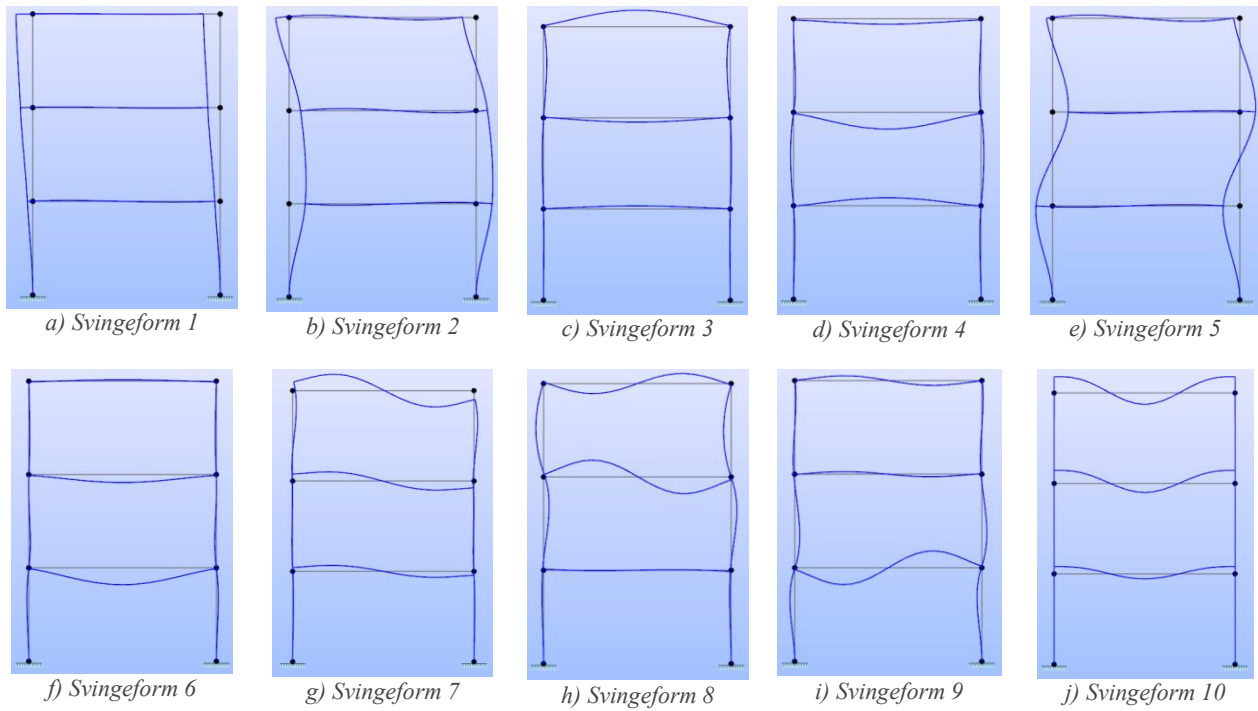
Dersom skjærdeformasjon tas med i beregningen gir ikke de to programmene samme resultater på alle svingeformene. Svingeform 8, 9 og 10 har et avvik på 0,01 Hz. Avvikene er betydelig mindre enn for eksempel 1. Grunnen til at dette avviket oppstår har ikke blitt funnet.

Tabell 16: Eksempel 1 - Fri svingning – Med skjærdeformasjon

Svingeform	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
fap2D	0,82	2,64	3,79	4,33	4,53	4,53	10,22	11,99	12,43	17,28
	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz
SAP2000	0,82	2,64	3,79	4,33	4,53	4,53	10,22	12,00	12,44	17,29
	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz

5 Testing

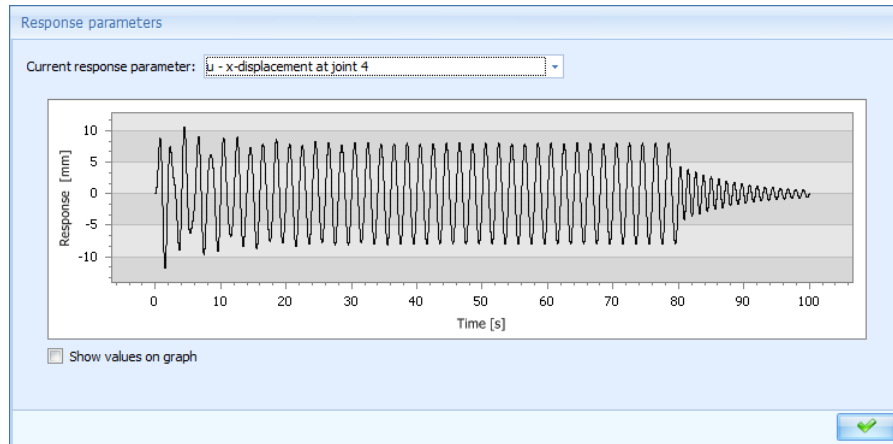
Svingeformene, der skjærdeformasjon ikke er inkludert, kan sees i figur 83. Bildene er hentet fra **fap2D**.



Figur 83: Eksempel 2 - Svingeformer

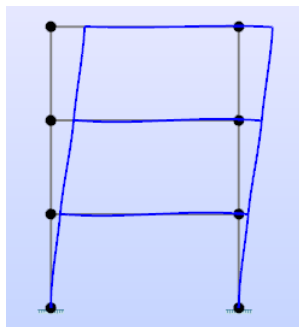
5.4.2.2 Tvungen svingning i tids- og frekvensplan

Konstruksjonen i eksempel 2 når *steady state* i en tvungen svingningsanalyse med lasten og tidsfunksjonen som i 5.3.3 et sted mellom 25 og 30 sekunder etter jordskjelvets begynnelse (se figur 84).

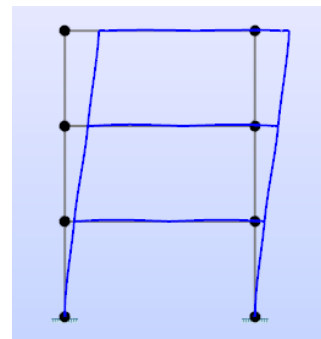


Figur 84: Horizontal forskyvning - Joint 2

Maksimal forskyvning ved *steady state* for konstruksjonen er vist i figur 85a. Her er det valgt å benytte tidspunktet 76,51 sekunder, som er et av tidspunktene for maksimal utbøyning i konstruksjonen. Figur 85b viser forskyvningen for tvungen svingning i frekvensplanet, og man ser at deformasjonsformen for begge analysene er tilnærmet identiske.



a) Forskyvning - Tvungen svingningsanalyse



b) Forskyvning - Frekvensplananalyse

Figur 85: Forskyvning - Tvungen svingningsanalyse og frekvensplananalyse

5 Testing

Det samme er resultatene for de tilhørende responsene og responsparameterne i konstruksjonen (se tabell 17 og 18). Resultatene fra begge analyser er identiske, på tross av at problemstørrelsen er større enn i eksempel 1. Siden den tvungne svingningsanalysen har enkelte fellestrekk med en jordskjelvsanalyse ved bruk av tidsintegrasjon, er dette en indikasjon på at jordskjelvsanalysen regner korrekt.

Tabell 17:Eksempel 2 - Tvungen svingning i tidsplanet

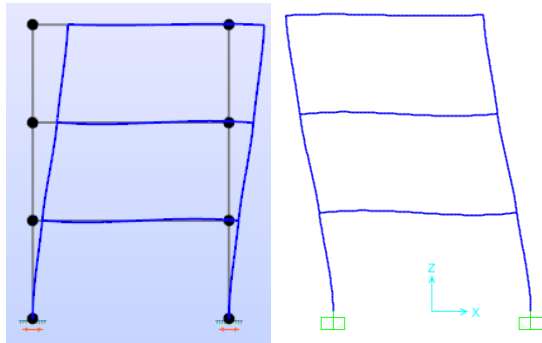
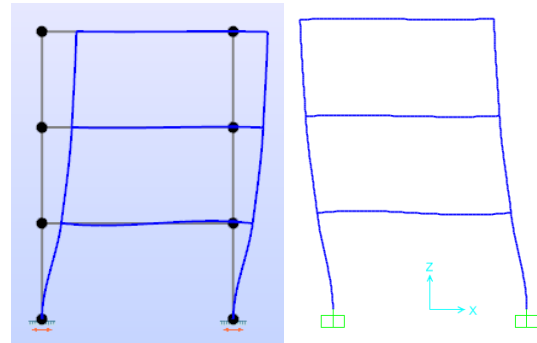
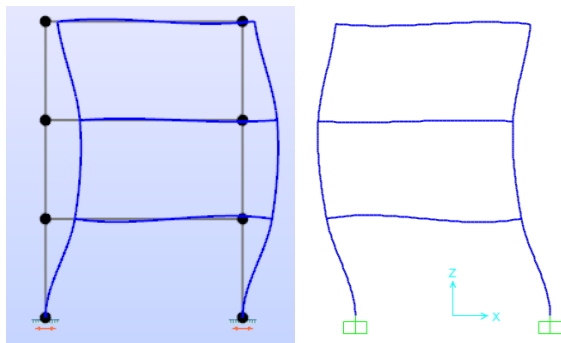
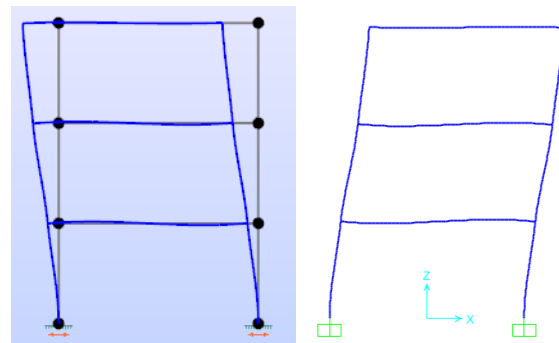
Respons / responsparameter	Verdi ved $t = 76,51s$
u_{46}	8,00 mm
M_{42}	23,86 kNm
V_{42}	6,79 kN
u_{maks}	8,00 mm
M_{maks}	23,87 kNm
N_{maks}	17,30 kN
V_{maks}	8,24 kN

Tabell 18:Eksempel 2 – Tvungen svingning i frekvensplanet

Respons / responsparameter	Verdi
u_{46}	8,00 mm
M_{42}	23,86 kNm
V_{42}	6,79 kN
u_{maks}	8,00 mm
M_{maks}	23,87 kNm
N_{maks}	17,30 kN
V_{maks}	8,24 kN

5.4.2.3 Tidsplananalyse

For at man skal få en forståelse over parameterne som er sett på i tidsplansanalysen vises forskyvningene ved de aktuelle tidspunktene for testingen. Figur 87 viser forskyvningene i **fap2D** og **SAP2000** for henholdsvis 7,5, 10, 12,5 og 15 sekunder. Figurene er beregnet med nts lik 10 med *HHT α method* som integrasjonsmetode med standardverdiene gitt i 4.1.9. Man ser at **fap2D** og **SAP2000** har motsatt rettet forskyvning ved alle tidspunktene.

a) Forskyvning ved $t = 7,5s$ b) Forskyvning ved $t = 10s$ c) Forskyvning ved $t = 12,5s$ Figur 86: Forskyvning ved $t = 15s$ Figur 87: Forskyvning **fap2D** og **SAP2000**

5 Testing

For en full beregningsmodell fås følgende resultater:

Tabell 19:Eksempel 2 - Tidsplananalyse - Full analyse - HHT- α method – *fap2D*

<i>nts</i>	1	2	3	5	10	100	1	2	3	5	10	100
	t = 7,5s						t = 10s					
u₄₆	8,33 mm	8,53 mm	8,57 mm	8,59 mm	8,60 mm	8,60 mm	5,18 mm	5,34 mm	5,38 mm	5,40 mm	5,41 mm	5,41 mm
M₄₂	28,36 kNm	26,53 kNm	26,12 kNm	25,97 kNm	25,91 kNm	25,89 kNm	24,29 kNm	23,17 kNm	22,87 kNm	22,71 kNm	22,65 kNm	22,63 kNm
V₄₂	8,31 kN	6,96 kN	6,71 kN	6,68 kN	6,69 kN	6,70 kN	6,54 kN	6,54 kN	6,39 kN	6,29 kN	6,25 kN	6,24 kN
u_{maks}	8,34 mm	8,53 mm	8,58 mm	8,60 mm	8,61 mm	8,61 mm	5,18 mm	5,34 mm	5,38 mm	5,40 mm	5,41 mm	5,41 mm
M_{maks}	28,36 kNm	26,53 kNm	26,12 kNm	25,97 kNm	25,91 kNm	25,89 kNm	29,89 kNm	29,67 kNm	29,32 kNm	29,09 kNm	28,99 kNm	28,96 kNm
N_{maks}	17,49 kN	17,81 kN	17,93 kN	18,06 kN	18,13 kN	18,15 kN	10,99 kN	12,02 kN	11,91 kN	11,80 kN	11,75 kN	11,73 kN
V_{maks}	10,26 kN	9,75 kN	9,47 kN	9,33 kN	9,26 kN	9,24 kN	14,57 kN	14,69 kN	14,51 kN	14,39 kN	14,34 kN	14,32 kN
	t = 12,5s						t = 15s					
u₄₆	0,83 mm	0,61 mm	0,60 mm	0,60 mm	0,60 mm	0,60 mm	4,51 mm	4,82 mm	4,87 mm	4,90 mm	4,90 mm	4,91 mm
M₄₂	9,16 kNm	9,89 kNm	9,81 kNm	9,77 kNm	9,76 kNm	9,75 kNm	17,60 kNm	16,11 kNm	15,87 kNm	15,75 kNm	15,71 kNm	15,70 kNm
V₄₂	2,79 kN	3,00 kN	3,00 kN	3,03 kN	3,05 kN	3,06 kN	5,01 kN	4,79 kN	4,66 kN	4,59 kN	4,56 kN	4,55 kN
u_{maks}	1,74 mm	1,81 mm	1,80 mm	1,79 mm	1,78 mm	1,78 mm	4,51 mm	4,83 mm	4,88 mm	4,90 mm	4,91 mm	4,91 mm
M_{maks}	9,16 kNm	13,31 kNm	14,15 kNm	14,52 kNm	14,66 kNm	14,70 kNm	17,60 kNm	16,11 kNm	15,87 kNm	15,75 kNm	15,71 kNm	15,70 kNm
N_{maks}	6,86 kN	5,68 kN	6,26 kN	6,70 kN	6,87 kN	6,93 kN	8,85 kN	10,14 kN	10,30 kN	10,36 kN	10,38 kN	10,39 kN
V_{maks}	4,07 kN	6,67 kN	7,17 kN	7,39 kN	7,47 kN	7,49 kN	8,27 kN	6,45 kN	5,96 kN	5,70 kN	5,59 kN	5,56 kN

Tabell 20: Eksempel 2 - Tidsplananalyse - Full analyse – Newmark's- β method – *fap2D*

<i>nts</i>	1	2	3	5	10	100	1	2	3	5	10	100
	t = 7,5s						t = 10s					
u₄₆	8,37 mm	8,54 mm	8,57 mm	8,59 mm	8,60 mm	8,60 mm	5,21 mm	5,35 mm	5,38 mm	5,40 mm	5,41 mm	5,41 mm
M₄₂	28,31 kNm	26,38 kNm	26,07 kNm	25,95 kNm	25,91 kNm	25,89 kNm	24,03 kNm	23,11 kNm	22,83 kNm	22,70 kNm	22,64 kNm	22,63 kNm
V₄₂	8,52 kN	6,83 kN	6,68 kN	6,68 kN	6,69 kN	6,70 kN	6,46 kN	6,54 kN	6,37 kN	6,28 kN	6,25 kN	6,24 kN
u_{maks}	8,38 mm	8,55 mm	8,58 mm	8,60 mm	8,61 mm	8,61 mm	5,21 mm	5,35 mm	5,39 mm	5,40 mm	5,41 mm	5,41 mm
M_{maks}	28,31 kNm	26,38 kNm	26,07 kNm	25,95 kNm	25,91 kNm	25,89 kNm	30,25 kNm	29,61 kNm	29,27 kNm	29,08 kNm	28,99 kNm	28,96 kNm
N_{maks}	17,76 kN	17,82 kN	17,96 kNm	18,08 kN	18,13 kN	18,15 kN	11,64 kN	12,02 kN	11,89 kN	11,80 kN	11,75 kN	11,73 kN
V_{maks}	10,42 kN	9,67 kN	9,43 kN	9,31 kN	9,26 kN	9,24 kN	14,90 kN	14,66 kN	14,49 kN	14,38 kN	14,34 kN	14,32 kN
	t = 12,5s						t = 15s					
u₄₆	0,74 mm	0,61 mm	0,60 mm	0,60 mm	0,60 mm	0,60 mm	4,57 mm	4,84 mm	4,88 mm	4,90 mm	4,90 mm	4,91 mm
M₄₂	9,69 kNm	9,87 kNm	9,80 kNm	9,77 kNm	9,76 kNm	9,75 kNm	17,31 kNm	16,04 kNm	15,84 kNm	15,74 kNm	15,71 kNm	15,70 kNm
V₄₂	3,05 kN	3,00 kN	3,00 kN	3,04 kN	3,05 kN	3,06 kN	4,94 kN	4,77 kN	4,65 kN	4,58 kN	4,56 kN	4,55 kN
u_{maks}	1,81 mm	1,80 mm	1,79 mm	1,79 mm	1,78 mm	1,78 mm	4,57 mm	4,84 mm	4,88 mm	4,90 mm	4,91 mm	4,91 mm
M_{maks}	9,69 kNm	13,59 kNm	14,26 kNm	14,56 kNm	14,67 kNm	14,70 kNm	17,31 kNm	16,04 kNm	15,84 kNm	15,74 kNm	15,71 kNm	15,70 kNm
N_{maks}	7,49 kN	5,59 kN	6,38 kN	6,74 kN	6,88 kN	6,93 kN	9,07 kN	10,20 kN	10,31 kN	10,36 kN	10,39 kN	10,39 kN
V_{maks}	4,62 kN	6,68 kN	7,23 kN	7,41 kN	7,47 kN	7,49 kN	7,98 kN	6,31 kN	5,89 kN	5,68 kN	5,59 kN	5,56 kN

5 Testing

Tabell 21: Eksempel 2 - Tidsplananalyse - Full analyse - HHT- α method – SAP2000

<i>nts</i>	1	2	3	5	10	100	1	2	3	5	10	100
	t = 7,5s						t = 10s					
u₄₆	7,78 mm	8,08 mm	8,20 mm	8,30 mm	8,39 mm	8,47 mm	5,55 mm	5,73 mm	5,80 mm	5,87 mm	5,92 mm	5,97 mm
M₄₂	26,97 kNm	26,82 kN	26,69 kNm	26,53 kNm	26,37 kNm	26,20 kNm	22,75 kNm	22,98 kN	23,04 kNm	23,08 kNm	23,09 kNm	23,10 kNm
V₄₂	7,47 kN	7,47 kN	7,56 kN	7,61 kN	7,65 kN	7,67 kN	6,13 kN	6,11 kN	6,07 kN	6,04 kN	6,02 kN	6,00 kN
u_{maks}	7,79 mm	8,08 mm	8,20 mm	8,31 mm	8,39 mm	8,48 mm	5,55 mm	5,73 mm	5,80 mm	5,87 mm	5,92 mm	5,98 mm
M_{maks}	26,97 kNm	26,82 kN	26,69 kNm	26,53 kNm	26,37 kNm	26,20 kNm	24,83 kNm	25,52 kNm	25,78 kNm	26,03 kNm	26,27 kNm	26,57 kNm
N_{maks}	15,94 kN	16,85 kN	17,28 kN	17,67 kN	17,99 kN	18,31 kN	10,16 kN	10,55 kN	10,69 kN	10,81 kN	10,91 kN	11,00 kN
V_{maks}	10,08 kN	9,72 kN	9,53 kN	9,35 kN	9,20 kN	9,05 kN	11,93 kN	12,30 kN	12,43 kN	12,57 kN	12,70 kN	12,87 kN
	t = 12,5s						t = 15s					
u₄₆	1,58 mm	1,40 mm	1,32 mm	1,24 mm	1,18 mm	1,11 mm	4,58 mm	4,60 mm	4,64 mm	4,69 mm	4,73 mm	4,78 mm
M₄₂	8,82 kNm	10,12 kNm	10,67 kNm	11,17 kNm	11,60 kNm	12,03 kNm	15,65 kNm	15,60 kNm	15,48 kNm	15,32 kNm	15,15 kNm	14,94 kNm
V₄₂	2,23 kN	2,33 kN	2,44 kN	2,54 kN	2,65 kN	2,77 kN	4,68 kN	4,60 kN	4,54 kN	4,49 kN	4,43 kN	4,37 kN
u_{maks}	1,82 mm	2,03 mm	2,11 mm	2,19 mm	2,25 mm	2,33 mm	4,58 mm	4,61 mm	4,64 mm	4,69 mm	4,73 mm	4,79 mm
M_{maks}	8,83 kNm	12,08 kNm	13,68 kNm	15,26 kNm	16,70 kNm	18,24 kNm	15,65 kNm	15,60 kNm	15,48 kNm	15,32 kNm	15,15 kNm	14,94 kNm
N_{maks}	2,61 kN	4,76 kN	4,94 kN	6,03 kN	7,14 kN	8,35 kN	9,74 kN	9,81 kN	9,92 kN	10,08 kN	10,24 kN	10,43 kN
V_{maks}	4,17 kN	5,87 kN	6,72 kN	7,57 kN	8,35 kN	9,20 kN	5,75 kN	5,55 kN	5,32 kN	5,38 kN	5,50 kN	5,64 kN

Tabell 22: Eksempel 2 - Tidsplananalyse - Full analyse – Newmark's- β method – SAP2000

<i>nts</i>	1	2	3	5	10	100	1	2	3	5	10	100
	t = 7,5s						t = 10s					
u₄₆	8,26 mm	8,43 mm	8,46 mm	8,47 mm	8,48 mm	8,48 mm	5,83 mm	5,94 mm	5,96 mm	5,97 mm	5,98 mm	5,98 mm
M₄₂	27,53 kNm	26,23 kNm	26,21 kNm	26,19 kNm	26,18 kNm	26,17 kNm	24,72 kNm	23,51 kNm	23,25 kNm	23,15 kNm	23,11 kNm	23,10 kNm
V₄₂	7,70 kN	7,14 kN	7,45 kN	7,60 kN	7,65 kN	7,67 kN	6,60 kN	6,23 kN	6,05 kN	6,01 kN	6,00 kN	5,99 kN
u_{maks}	8,26 mm	8,43 mm	8,46 mm	8,48 mm	8,48 mm	8,49 mm	5,83 mm	5,94 mm	5,97 mm	5,98 mm	5,98 mm	5,98 mm
M_{maks}	27,53 kNm	26,23 kNm	26,21 kNm	26,19 kNm	26,18 kNm	26,17 kNm	30,37 kNm	27,82 kNm	27,17 kNm	26,82 kNm	26,67 kNm	26,61 kNm
N_{maks}	17,30 kN	17,90 kN	18,18 kN	18,30 kN	18,34 kN	18,35 kN	11,26 kN	10,95 kN	10,96 kN	10,99 kN	11,01 kN	11,01 kN
V_{maks}	10,19 kN	9,00 kN	8,94 kN	9,00 kN	9,02 kN	9,03 kN	14,90 kN	13,56 kN	13,20 kN	13,01 kN	12,92 kN	12,90 kN
	t = 12,5s						t = 15s					
u₄₆	1,09 mm	1,08 mm	1,09 mm	1,09 mm	1,10 mm	1,10 mm	4,48 mm	4,74 mm	4,77 mm	4,78 mm	4,79 mm	4,79 mm
M₄₂	13,19 kNm	12,39 kNm	12,23 kNm	12,13 kNm	12,09 kNm	12,08 kNm	16,41 kNm	15,12 kNm	14,98 kNm	14,93 kNm	14,92 kNm	14,92 kNm
V₄₂	3,48 kN	2,90 kN	2,86 kN	2,82 kN	2,79 kN	2,78 kN	4,94 kN	4,45 kN	4,37 kN	4,36 kN	4,36 kN	4,36 kN
u_{maks}	2,52 mm	2,39 mm	2,36 mm	2,34 mm	2,34 mm	2,34 mm	4,49 mm	4,74 mm	4,77 mm	4,79 mm	4,79 mm	4,79 mm
M_{maks}	15,55 kNm	18,19 kNm	18,40 kNm	18,44 kNm	18,44 kNm	18,43 kNm	16,41 kNm	15,12 kNm	14,98 kNm	14,93 kNm	14,92 kNm	14,92 kNm
N_{maks}	8,89 kN	7,95 kN	8,35 kN	8,47 kN	8,50 kN	8,50 kN	9,33 kN	10,24 kN	10,34 kN	10,41 kN	10,44 kN	1,45 kN
V_{maks}	7,24 kN	9,13 kN	9,27 kN	9,30 kN	9,30 kN	9,30 kN	7,02 kN	5,22 kN	5,47 kN	5,59 kN	5,64 kN	5,66 kN

5 Testing

Man ser mye av de samme trendene for eksempel 2 som for eksempel 1. Dersom man benytter seg av *HHT- α method* får man en mindre differanse i responsene og responsparameterne fra *nts* lik 1 til *nts* lik 2 enn ved *Newmark's β -method*. Når *nts* økes blir derimot resultatene tilnærmet identiske uavhengig av hvilken numerisk algoritme som benyttes. Resultatene blir også relativt like dersom *nts* blir satt til 5 eller større. Største forskjellen finnes, på lik linje som i eksempel 1, enten i normalkraften eller skjærkraften.

Forskjellen mellom de to numeriske algoritmene ser ut til å ha større innvirkning på resultatene i **SAP2000** enn i **fp2D**. Dette kan skyldes at β -faktoren er forskjellig i de to programmene. *Newmark's β -method* ser ut til å være mer stabil for lavere verdier av *nts* enn *HHT- α method*. Det at avviket også forekommer for dette eksempelet er en indikasjon på at det ikke kun var en tilfeldighet i eksempel 1.

Man ser at for momentet så ligger det maksimale momentet på tidspunktet 7,5 sekunder med *nts* lik 10 på henholdsvis 25,91 kNm og 26,19 kNm ved bruk av *Newmark's β -method*. Differansen mellom de to programmene er relativt små for alle tidspunktene, og det største avviket oppstår enten i skjær- eller normalkraften. Resultatene for denne testen ser også ut til å konvergere mot bestemte verdier for hver respons og responsparameter.

For en modal beregningsmodell får man følgende resultater, der antall *modes* er satt til 10:

Tabell 23: Eksempel 2 - Tidsplananalyse - Modal analyse – HHT- α method – *fap2D*

<i>nts</i>	1	2	3	5	10	100	1	2	3	5	10	100
	t = 7,5s						t = 10s					
u₄₆	8,33 mm	8,53 mm	8,57 mm	8,59 mm	8,60 mm	8,60 mm	5,18 mm	5,34 mm	5,38 mm	5,40 mm	5,41 mm	5,41 mm
M₄₂	28,37 kNm	26,53 kNm	26,12 kNm	25,97 kNm	25,91 kNm	25,89 kNm	24,28 kNm	23,17 kNm	22,87 kNm	22,71 kNm	22,64 kNm	22,62 kNm
V₄₂	8,32 kN	6,95 kN	6,69 kN	6,67 kN	6,68 kN	6,68 kN	6,55 kN	6,57 kN	6,42 kN	6,32 kN	6,28 kN	6,27 kN
u_{maks}	8,34 mm	8,53 mm	8,58 mm	8,60 mm	8,61 mm	8,61 mm	5,18 mm	5,34 mm	5,38 mm	5,40 mm	5,41 mm	5,41 mm
M_{maks}	28,37 kNm	26,53 kNm	26,12 kNm	25,97 kNm	25,91 kNm	25,89 kNm	29,91 kNm	29,70 kNm	29,34 kNm	29,12 kNm	29,02 kNm	28,99 kNm
N_{maks}	17,49 kN	17,82 kN	17,93 kN	18,06 kN	18,13 kN	18,15 kN	10,98 kN	12,00 kN	11,89 kN	11,79 kN	11,73 kN	11,72 kN
V_{maks}	10,26 kN	9,75 kN	9,47 kN	9,33 kN	9,26 kN	9,24 kN	14,68 kN	14,70 kN	14,52 kN	14,40 kN	14,35 kN	14,33 kN
	t = 12,5s						t = 15s					
u₄₆	0,83 mm	0,61 mm	0,60 mm	0,60 mm	0,60 mm	0,60 mm	4,51 mm	4,82 mm	4,87 mm	4,90 mm	4,90 mm	4,91 mm
M₄₂	9,16 kNm	9,89 kNm	9,81 kNm	9,77 kNm	9,76 kNm	9,75 kNm	17,60 kNm	16,12 kNm	15,87 kNm	15,76 kNm	15,71 kNm	15,70 kNm
V₄₂	2,79 kN	3,01 kN	3,01 kN	3,05 kN	3,07 kN	3,07 kN	5,00 kN	4,79 kN	4,66 kN	4,58 kN	4,55 kN	4,54 kN
u_{maks}	1,74 mm	1,81 mm	1,80 mm	1,79 mm	1,78 mm	1,78 mm	4,51 mm	4,83 mm	4,88 mm	4,90 mm	4,91 mm	4,91 mm
M_{maks}	9,16 kNm	13,32 kNm	14,17 kNm	14,54 kNm	14,67 kNm	14,72 kNm	17,60 kNm	16,12 kNm	15,87 kNm	15,76 kNm	15,71 kNm	15,70 kNm
N_{maks}	6,86 kN	5,68 kN	6,25 kN	6,70 kN	6,87 kN	6,92 kN	8,86 kN	10,15 kN	10,30 kN	10,36 kN	10,39 kN	10,39 kN
V_{maks}	4,06 kN	6,68 kN	7,17 kN	7,39 kN	7,47 kN	7,50 kN	8,26 kN	6,44 kN	5,95 kN	5,69 kN	5,58 kN	5,55 kN

5 Testing

Tabell 24:Eksempel 2 - Tidsplananalyse - Modal analyse – Newmark's- β method – *fap2D*

<i>nts</i>	1	2	3	5	10	100	1	2	3	5	10	100
	t = 7,5s						t = 10s					
u₄₆	8,37 mm	8,54 mm	8,57 mm	8,59 mm	8,60 mm	8,60 mm	5,21 mm	5,35 mm	5,38 mm	5,40 mm	5,41 mm	5,41 mm
M₄₂	28,31 kNm	26,38 kNm	26,07 kNm	25,95 kNm	25,91 kNm	25,89 kNm	24,02 kNm	23,10 kNm	22,83 kNm	22,69 kNm	22,64 kNm	22,62 kNm
V₄₂	8,52 kN	6,83 kN	6,67 kN	6,67 kN	6,68 kN	6,68 kN	6,47 kN	6,57 kN	6,40 kN	6,31 kN	6,28 kN	6,27 kN
u_{maks}	8,38 mm	8,55 mm	8,58 mm	8,60 mm	8,61 mm	8,61 mm	5,21 mm	5,35 mm	5,39 mm	5,40 mm	5,41 mm	5,41 mm
M_{maks}	28,31 kNm	26,38 kNm	26,07 kNm	25,95 kNm	25,91 kNm	25,89 kNm	30,27 kNm	29,64 kNm	29,30 kNm	29,10 kNm	29,02 kNm	28,99 kNm
N_{maks}	17,76 kN	17,82 kN	17,96 kN	18,08 kN	18,13 kN	18,15 kN	11,62 kN	12,01 kN	11,88 kN	11,78 kN	11,73 kN	11,72 kN
V_{maks}	10,42 kN	9,67 kN	9,43 kN	9,31 kN	9,26 kN	9,24 kN	14,91 kN	14,67 kN	14,49 kN	14,39 kN	14,34 kN	14,33 kN
	t = 12,5s						t = 15s					
u₄₆	0,74 mm	0,61 mm	0,60 mm	0,60 mm	0,60 mm	0,60 mm	4,57 mm	4,84 mm	4,88 mm	4,90 mm	4,91 mm	4,91 mm
M₄₂	9,68 kNm	9,87 kNm	9,80 kNm	9,77 kNm	9,75 kNm	9,75 kNm	17,31 kNm	16,04 kNm	15,84 kNm	15,75 kNm	15,71 kNm	15,70 kNm
V₄₂	3,05 kN	3,01 kN	3,02 kN	3,05 kN	3,07 kN	3,07 kN	4,93 kN	4,77 kN	4,64 kN	4,58 kN	4,55 kN	4,54 kN
u_{maks}	1,81 mm	1,81 mm	1,79 mm	1,79 mm	1,78 mm	1,78 mm	4,57 mm	4,84 mm	4,88 mm	4,90 mm	4,91 mm	4,91 mm
M_{maks}	9,68 kNm	13,60 kNm	14,27 kNm	14,57 kNm	14,68 kNm	14,72 kNm	17,31 kNm	16,04 kNm	15,84 kNm	15,75 kNm	15,71 kNm	15,70 kNm
N_{maks}	7,49 kN	5,58 kN	6,38 kN	6,74 kN	6,87 kN	6,92 kN	9,07 kN	10,21 kN	10,32 kN	10,37 kN	10,39 kN	10,39 kN
V_{maks}	4,62 kN	6,84 kN	7,23 kN	7,41 kN	7,48 kN	7,50 kN	7,97 kN	6,30 kN	5,88 kN	5,67 kN	5,58 kN	5,55 kN

Tabell 25:Eksempel 2 - Tidsplananalyse - Modal analyse – SAP2000

<i>nts</i>	1	2	3	5	10	100	1	2	3	5	10	100
	t = 7,5s						t = 10s					
u₄₆	8,48 mm	8,48 mm	8,48 mm	8,48 mm	8,48 mm	8,48 mm	5,98 mm	5,98 mm	5,98 mm	5,98 mm	5,98 mm	5,98 mm
M₄₂	26,17 kNm	26,17 kNm	26,17 kNm	26,17 kNm	26,17 kNm	26,17 kNm	23,10 kNm	23,10 kNm	23,10 kNm	23,10 kNm	23,10 kNm	23,10 kNm
V₄₂	7,68 kN	7,68 kN	7,68 kN	7,68 kN	7,68 kN	7,68 kN	5,97 kN	5,97 kN	5,97 kN	5,97 kN	5,97 kN	5,97 kN
u_{maks}	8,49 mm	8,49 mm	8,49 mm	8,49 mm	8,49 mm	8,49 mm	5,98 mm	5,98 mm	5,98 mm	5,98 mm	5,98 mm	5,98 mm
M_{maks}	26,17 kNm	26,17 kNm	26,17 kNm	26,17 kNm	26,17 kNm	26,17 kNm	26,60 kNm	26,60 kNm	26,60 kNm	26,60 kNm	26,60 kNm	26,60 kNm
N_{maks}	18,34 kN	18,34 kN	18,34 kN	18,34 kN	18,34 kN	18,34 kN	11,02 kN	11,02 kN	11,02 kN	11,02 kN	11,02 kN	11,02 kN
V_{maks}	9,03 kN	9,03 kN	9,03 kN	9,03 kN	9,03 kN	9,03 kN	12,87 kN	12,87 kN	12,87 kN	12,87 kN	12,87 kN	12,87 kN
	t = 12,5s						t = 15s					
u₄₆	1,10 mm	1,10 mm	1,10 mm	1,10 mm	1,10 mm	1,10 mm	4,79 mm	4,79 mm	4,79 mm	4,79 mm	4,79 mm	4,79 mm
M₄₂	12,08 kNm	12,08 kNm	12,08 kNm	12,08 kNm	12,08 kNm	12,08 kNm	14,91 kNm	14,91 kNm	14,91 kNm	14,91 kNm	14,91 kNm	14,91 kNm
V₄₂	2,79 kN	2,79 kN	2,79 kN	2,79 kN	2,79 kN	2,79 kN	4,35 kN	4,35 kN	4,35 kN	4,35 kN	4,35 kN	4,35 kN
u_{maks}	2,34 mm	2,34 mm	2,34 mm	2,34 mm	2,34 mm	2,34 mm	4,79 mm	4,79 mm	4,79 mm	4,79 mm	4,79 mm	4,79 mm
M_{maks}	18,44 kNm	18,44 kNm	18,44 kNm	18,44 kNm	18,44 kNm	18,44 kNm	14,94 kNm	14,91 kNm	14,91 kNm	14,91 kNm	14,91 kNm	14,91 kNm
N_{maks}	8,50 kN	8,50 kN	8,50 kN	8,50 kN	8,50 kN	8,50 kN	10,45 kN	10,45 kN	10,45 kN	10,45 kN	10,45 kN	10,45 kN
V_{maks}	9,30 kN	9,30 kN	9,30 kN	9,30 kN	9,30 kN	9,30 kN	5,66 kN	5,66 kN	5,66 kN	5,66 kN	5,66 kN	5,66 kN

5 Testing

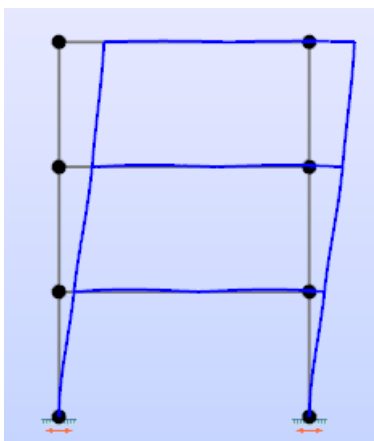
For eksempel 2 er verdiene i **fap2D** tilnærmet identiske verdiene de gitt den fulle analysen. Dette gjelder for alle tidspunktene og for begge de numeriske algoritmene. Det er noen avvik mellom full- og modal analyse, men disse kan være numeriske støy.

Den modale analysen til **SAP2000** løses ikke på samme måte som den modale analysen i **fap2D**, og man ser av resultatene i tabell 25 at de er uavhengige av *nts*. Resultatene her er også tilnærmet identiske resultatene ved å benytte en full analysemodell og *nts* lik 100.

Avviket mellom de to programmene er cirka det samme som for full beregningsmodell ved *nts* lik 10 eller 100.

5.4.2.4 Responsspektrumanalyse - Designspektrum

Forskyvningen til konstruksjonen ved responsspektrumanalysen er vist i figur 88. Alle forskyvningene har positive fortegn i denne analysen.



Figur 88: Forskyvning – Responsspektrumanalyse - SRSS

Responsene og responsparameterne fra **fap2D** mot **SAP2000** vises i tabell 26. De to programmene gir tilnærmet samme resultater. Størst avvik finnes i det maksimale momentet i konstruksjonen. Størrelsen i avviket er såpass lite at det antas at analysen regner korrekt for dette eksempelet.

Tabell 26: Eksempel 2 - Responsspektrumanalyse - Designspektrum

Respons /respons- parameter	SA		SRSS		QCQ	
	fap2D	SAP2000	fap2D	SAP2000	fap2D	SAP2000
u_{46}	9,91 mm	9,97 mm	9,14 mm	9,19 mm	9,14 mm	9,19 mm
u_{maks}	9,92 mm	9,98 mm	9,15 mm	9,20 mm	9,15 mm	9,20 mm
M_{42}	35,35 kNm*	36,56 kNm	30,57 kNm	30,74 kNm	30,58 kNm	30,74 kNm
V_{42}	10,05 kN	10,11 kN	8,62 kN	8,89 kN	8,63 kN	8,67 kN
M_{maks}	36,32 kNm	36,57 kNm	30,57 kNm	30,74 kNm	30,58 kNm	30,74 kNm
N_{maks}	22,26 kN	22,39 kN	19,15 kN	19,26 kN	19,15 kN	19,26 kN
V_{maks}	17,42 kN	17,54 kN	12,32 kN	12,40 kN	12,34 kN	12,40 kN

5 Testing

5.4.2.5 Elastisk spektrum

Tabell 27 viser verdiene for *SA*-, *SRSS*- og *QCQ*-algoritmene for designspektrum og elastisk spektrum for responsparameteranalysen. I eksempelet er alle resultatene identiske ved bruk av de tre algoritmene med unntak av M_{42} , V_{42} og N_{maks} . Grunnen til dette kommer av at det er kun er disse responsene og responsparameterne som får høye nok verdier til å ha utslag i de *modes* som er lavere enn T_B .

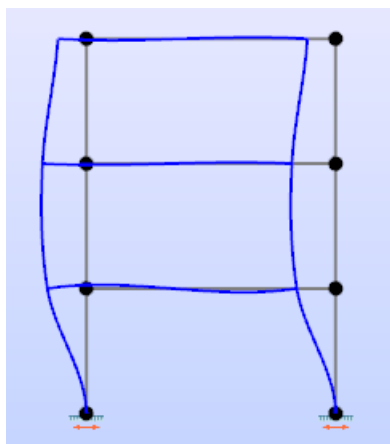
Tabell 27: Eksempel 2 - Responsspektrumanalyse – Elastisk spektrum

Respons / respons- parameter	<i>SA</i>		<i>SRSS</i>		<i>QCQ</i>	
	Designspektr um*	Elastisk spektrum	Designspektr um*	Elastisk spektrum	Designspektr um*	Elastisk spektrum
u_{46}	19,82 mm	19,82 mm	18,28 mm	18,28 mm	18,28 mm	18,28 mm
M_{42}	70,63 kNm	70,66 kNm	61,14 kNm	61,14 kNm	61,16 kNm	61,16 kNm
V_{42}	19,97 kN	20,03 kN	17,25 kN	17,25 kN	17,25 kN	17,25 kN
u_{maks}	19,85 mm	19,85 mm	18,30 mm	18,30 mm	18,29 mm	18,29 mm
M_{maks}	72,63 kNm	72,63 kNm	61,14 kNm	61,14 kNm	61,16 kNm	61,16 kNm
N_{maks}	44,39 kN	44,45 kN	38,31 kN	38,31 kN	38,29 kN	38,29 kN
V_{maks}	34,83 kN	34,83 kN	24,64 kN	24,64 kN	24,68 kN	24,68 kN

5.5 Parameteranalyse

5.5.1 Tidsplananalyse

For å få en forståelse over responser og responsparametere som er betraktet i tidsplansanalysen vises forskyvningene ved $t = 10,52$ sekunder, som er tidspunktet hvor maksimalt moment opptrer i tidsplansanalysen. Forskyvningen til konstruksjonen i dette tidspunktet vises i figur 89.



Figur 89: Forskyvning - Tidsplananalyse ved $t = 10,52s$

5.5.1.1 Skjærdeformasjon

Tabell 28 viser at konstruksjonen får mindre forskyvninger og krefter dersom det tas med skjærdeformasjon.

Tabell 28: Tidsplananalyse - Skjærdeformasjon

Respons / responsparameter	Uten skjærdeformasjon	Med skjærdeformasjon
u_{46}	2,42 mm	1,65 mm
M_{42}	20,31 kNm	15,15 kNm
V_{42}	6,09 kN	4,32 kN
u_{maks}	3,84 mm	3,13 mm
M_{maks}	33,38 kNm	21,23 kNm
N_{maks}	17,70 kN	8,84 kN
V_{maks}	17,15 kN	10,61 kN

5 Testing

5.5.1.2 Full- kontra modal analyse

For at det skal være enklere for leseren å sammenligne resultatene for antall *modes* er resultatene for en full analyse med *nts* lik 5 gjengitt i tabell 29.

Tabell 29: Tidsplananalyse - Full analyse

Respons / responsparameter	Verdi
u_{46}	2,42 mm
M_{42}	20,31 kNm
V_{42}	6,09 kN
u_{maks}	3,84 mm
M_{maks}	33,38 kNm
N_{maks}	17,70 kN
V_{maks}	17,15 kN

Dersom egenvektorer med *shift value* lik 0 benyttes fås verdiene i tabell 30 for forskjellig antall *modes* som tas med i analysen. Resultatene viser at mesteparten av responsen ligger i de 5 første *modes*. 1 *mode* fører til en større maksimalforskyvning i konstruksjonen enn med 2 *modes*, mens kreftene øker desto flere *modes* som tas med. Fra 10 til 100 *modes* er det nesten ingen forskjell i konstruksjonens respons.

Tabell 30: Tidsplananalyse - Modal analyse - Eigenvektorer

Respons /respons-parameter	<i>Modes</i>					
	1	2	3	5	10	100
u_{46}	3,79 mm	2,30 mm	2,30 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm
M_{42}	12,60 kNm	21,28 kNm	21,28 kNm	19,99 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm
V_{42}	3,56 kN	5,69 kN	5,69 kN	5,49 kN	6,12 kN	6,10 kN
u_{maks}	3,80 mm	4,07 mm	4,07 mm	3,84 mm	3,84 mm	3,84 mm
M_{maks}	12,60 kNm	28,87 kNm	28,87 kNm	33,32 kNm	33,41 kNm	33,39 kNm
N_{maks}	7,89 kN	11,58 kN	11,58 kN	17,66 kN	17,69 kN	17,70 kN
V_{maks}	4,70 kN	14,39 kN	14,39 kN	17,08 kN	17,16 kN	17,14 kN

For lastavhengige Ritzvektorene er det valgt å benytte en lastkombinasjon som består av *Own weight*, som vektorene baseres på. Resultatene i tabellen 31 viser at man må ha med minimum 6 *modes* for å få tilnærmet samme resultater som for 1 *mode* med Eigenvektorer. Med 10 *modes* får man et underestimat, mens med 100 *modes* er resultatene for eigenvektorer og lastavhengige Ritzvektorer tilnærmet like. Dette er en indikasjon på at analysen regner korrekt når det benyttes lastavhengige Ritzvektorer.

Tabell 31: Tidsplananalyse - Modal analyse - Lastavhengige Ritz-vektorer

Respons /respons- parameter	Modes						
	5	6	7	8	9	10	100
u_{46}	0,00 mm	3,73 mm	3,80 mm	3,80 mm	2,71 mm	2,30 mm	2,42 mm
M_{42}	0,11 kNm	11,98 kNm	12,60 kNm	12,59 kNm	18,13 kNm	21,27 kNm	20,31 kNm
V_{42}	1,73 kN	4,25 kN	3,56 kN	3,35 kN	1,31 kN	5,67 kN	6,09 kN
u_{maks}	0,01 mm	3,74 mm	3,80 mm	3,80 mm	3,70 mm	4,07 mm	3,84 mm
M_{maks}	0,48 kNm	12,82 kNm	12,60 kNm	12,61 kNm	23,74 kNm	28,87 kNm	33,39 kNm
N_{maks}	1,88 kN	9,64 kN	7,89 kN	8,07 kN	10,65 kN	11,58 kN	17,71 kN
V_{maks}	1,73 kN	5,39 kN	4,70 kN	4,71 kN	13,57 kN	14,40 kN	17,14 kN

5 Testing

5.5.1.3 Antall *elements per member*

For både en modal- og en full beregningsmodell gis korrekte resultater for responser og responsparametere ved cirka 6 *elements per member*. De to beregningsmodellene gir derimot ikke samme maksimalt moment i konstruksjonen, og differansen er på 0,03 kNm. Det er usikkert på om den maksimale normalkraften i konstruksjonen er korrekt ved 50 *elements per member*, eller om den maksimale normalkraften vil øke dersom antallet elementer økes. Kreftene i konstruksjonen er derimot tilnærmet like i konstruksjonen for begge beregningsmodellene, uavhengig av hvor mange *elements per member* som benyttes.

Tabell 32: Tidsplananalyse - Full analyse - Antall *elements per member*

Respons /respons- parameter	<i>Elements per member</i>								
	2	3	4	5	6	8	10	20	50
u₄₆	2,51 mm	2,43 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm
M₄₂	19,44 kNm	20,10 kNm	20,27 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm
V₄₂	5,55 kN	5,86 kN	6,05 kN	6,08 kN	6,09 kN	6,09 kN	6,09 kN	6,09 kN	6,09 kN
u_{maks}	3,68 mm	3,82 mm	3,83 mm	3,83 mm	3,84 mm	3,84 mm	3,84 mm	3,84 mm	3,84 mm
M_{maks}	32,05 kNm	33,18 kNm	33,35 kNm	33,39 kNm	33,39 kNm	33,39 kNm	33,39 kNm	33,39 kNm	33,38 kNm
N_{maks}	8,75 kN	12,04 kN	13,58 kN	14,49 kN	15,08 kN	15,83 kN	16,26 kN	17,17 kN	17,70 kN
V_{maks}	16,42 kN	17,03 kN	17,13 kN	17,15 kN	17,15 kN	17,15 kN	17,15 kN	17,15 kN	17,15 kN

Tabell 33: Tidsplananalyse - Modal analyse - Antall *elements per member*

Respons /respons- parameter	<i>Elements per member</i>								
	2	3	4	5	6	8	10	20	50
u₄₆	2,51 mm	2,43 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm
M₄₂	19,43 kNm	20,09 kNm	20,27 kNm	20,30 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm
V₄₂	5,55 kN	5,85 kN	6,04 kN	6,09 kN	6,11 kN	6,12 kN	6,12 kN	6,12 kN	6,12 kN
u_{maks}	3,68 mm	3,82 mm	3,83 mm	3,83 mm	3,84 mm	3,84 mm	3,84 mm	3,84 mm	3,84 mm
M_{maks}	32,06 kNm	33,20 kNm	33,37 kNm	33,41 kNm	33,42 kNm	33,42 kNm	33,41 kNm	33,41 kNm	33,41 kNm
N_{maks}	8,72 kN	12,01 kN	13,56 kN	14,47 kN	15,07 kN	15,81 kN	16,26 kN	17,15 kN	17,69 kN
V_{maks}	16,44 kN	17,04 kN	17,14 kN	17,16 kN	17,16 kN	17,16 kN	17,16 kN	17,16 kN	17,16 kN

5.5.1.4 Stivhet, masse og dempning

Dersom geometrisk stivhet inkluderes i konstruksjonen, med *Default load case* som basis for den geometriske stivheten, reduseres den maksimale forskyvningen mens kreftene i konstruksjonen økes. Dette er som forventet ved en slik deformasjonsform når det er trykk i søylene.

Tabell 34: Tidsplananalyse - Geometrisk stivhet

Respons / responsparameter	Uten geometrisk stivhet	Med geometrisk stivhet
u_{46}	2,42 mm	2,12 mm
M_{42}	20,31 kNm	20,44 kNm
V_{42}	6,09 kN	6,11 kN
u_{maks}	3,84 mm	3,86 mm
M_{maks}	33,38 kNm	33,64 kNm
N_{maks}	17,70 kN	17,37 kN
V_{maks}	17,15 kN	17,56 kN

5 Testing

For å sammenligne resultatene mellom *lumped mass*, *diagonalized mass*, *consistent mass* og *consistent mass* for antall *elements per member* er verdiene i tabell 32 gjengitt i tabell 35. Man ser at uavhengig av hva slags masserepresentasjon som benyttes i konstruksjonen fås de samme resultater ved å benytte 50 *elements per member*. For færre *elements per member* ser man at både 10 og 20 *elements per member* gir relativt like resultater. For færre *elements per member* enn dette er det *consistent mass* som ligger nærmest antatt korrekt løsning.

Tabell 35: Tidsplananalyse - Masse - Lumped mass

Respons /respons- parameter	Elements per member								
	2	3	4	5	6	8	10	20	50
u_{46}	2,51 mm	2,43 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm
M_{42}	19,43 kNm	20,09 kNm	20,27 kNm	20,30 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm
V_{42}	5,55 kN	5,85 kN	6,04 kN	6,09 kN	6,11 kN	6,12 kN	6,12 kN	6,12 kN	6,09 kN
u_{maks}	3,68 mm	3,82 mm	3,83 mm	3,83 mm	3,84 mm	3,84 mm	3,84 mm	3,84 mm	3,84 mm
M_{maks}	32,06 kNm	33,20 kNm	33,37 kNm	33,41 kNm	33,42 kNm	33,42 kNm	33,41 kNm	33,41 kNm	33,38 kNm
N_{maks}	8,72 kN	12,01 kN	13,56 kN	14,47 kN	15,07 kN	15,81 kN	16,26 kN	17,15 kN	17,70 kN
V_{maks}	16,44 kN	17,04 kN	17,14 kN	17,16 kN	17,16 kN	17,16 kN	17,16 kN	17,16 kN	17,15 kN

Tabell 36: Tidsplananalyse - Masse – Diagonalized mass

Respons /respons- parameter	Elements per member								
	2	3	4	5	6	8	10	20	50
u_{46}	2,42 mm	2,41 mm	2,41 mm	2,41 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm
M_{42}	20,27 kNm	20,32 kNm	20,35 kNm	20,34 kNm	20,33 kNm	20,32 kNm	20,32 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm
V_{42}	5,81 kN	5,91 kN	6,03 kN	6,06 kN	6,07 kN	6,08 kN	6,08 kN	6,09 kN	6,09 kN
u_{maks}	3,81 mm	3,85 mm	3,84 mm	3,84 mm	3,84 mm	3,84 mm	3,84 mm	3,84 mm	3,84 mm
M_{maks}	33,35 kNm	33,48 kNm	33,48 kNm	33,46 kNm	33,44 kNm	33,42 kNm	33,40 kNm	33,39 kNm	33,38 kNm
N_{maks}	9,12 kN	12,13 kN	13,62 kN	14,51 kN	15,10 kN	15,84 kN	16,28 kN	17,17 kN	17,70 kN
V_{maks}	17,09 kN	17,18 kN	17,19 kN	17,18 kN	17,18 kN	17,16 kN	17,16 kN	17,15 kN	17,15 kN

Tabell 37: Tidsplananalyse - Masse - Consistent mass

Respons /respons- parameter	Elements per member								
	2	3	4	5	6	8	10	20	50
u₄₆	2,43 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm	2,42 mm
M₄₂	20,01 kNm	20,22 kNm	20,27 kNm	20,29 kNm	20,30 kNm	20,30 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm	20,31 kNm
V₄₂	5,80 kN	5,98 kN	6,04 kN	6,06 kN	6,07 kN	6,08 kN	6,09 kN	6,09 kN	6,09 kN
u_{maks}	3,80 mm	3,83 mm	3,83 mm	3,83 mm	3,83 mm	3,83 mm	3,83 mm	3,84 mm	3,84 mm
M_{maks}	33,30 kNm	33,35 kNm	33,37 kNm	33,37 kNm	33,38 kNm	33,38 kNm	33,38 kNm	33,38 kNm	33,38 kNm
N_{maks}	9,04 kN	12,06 kN	13,57 kN	14,47 kN	15,07 kN	15,82 kN	16,27 kN	17,16 kN	17,70 kN
V_{maks}	17,10 kN	17,13 kN	17,14 kN	17,14 kN	17,14 kN	17,14 kN	17,14 kN	17,14 kN	17,15 kN

5 Testing

Dersom det velges å se på hvordan Rayleigh-dempningen forandrer responsen og responsparameterne i konstruksjonen fås resultatene i tabell 38. Her er det sett på kombinasjoner av de forskjellige *modes*, altså at a1 og a2 blir utregnet implisitt. For utregningen er det valgt å holde ζ_i og ζ_j lik 0,20. Resultatene viser at massen dominerer i konstruksjonen, uavhengig av hvilken kombinasjon man ser på. Desto høyere mode som velges, desto mer blir forskjellen i koeffisientene. Responsene og responsparameterne i konstruksjonen reduseres jo mer dempning som tas med i konstruksjonen, selv om *mode* 1 og 3 gir større krefter i konstruksjonen enn *mode* 1 og 2. Dette er grunnet deformasjonsformen konstruksjonen får ved dette tidspunktet.

Tabell 38: Tidsplananalyse - Dempning - Masse- og stivhetsproporsjonal dempning

Respons /respons- parameter	<i>Modes</i>			
	1 og 2	1 og 3	2 og 3	2 og 4
Koeffisient a1	0,163361595819	0,175979890915	0,406996439477	0,431234302113
Koeffisient a2	0,001768743895	0,001327793576	0,000951445978	0,000870137598
u₄₆	2,42 mm	2,34 mm	0,89 mm	0,77 mm
M₄₂	20,31 kNm	20,68 kNm	14,90 kNm	14,49 kNm
V₄₂	6,09 kN	6,29 kN	4,80 kN	4,73 kN
u_{maks}	3,84 mm	3,93 mm	3,05 mm	3,01 mm
M_{maks}	33,39 kNm	35,46 kNm	30,25 kNm	30,06 kNm
N_{maks}	17,70 kN	19,58 kN	18,95 kN	19,11 kN
V_{maks}	17,15 kN	18,31 kN	15,91 kN	15,85 kN

5.5.1.5 Skaleringsfaktor

Skaleringsfaktoren for jordskjelvet viste seg å ha en lineær sammenheng for konstruksjonens respons. Dette er som forventet og en indikasjon på at skaleringsfaktoren fungerer korrekt.

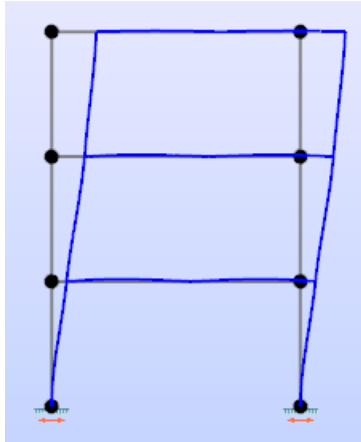
Tabell 39: Tidsplananalyse - Skaleringsfaktor

Respons /respons- parameter	Skaleringsfaktor				
	0,50	0,75	1,00	1,25	1,5
u₄₆	1,21 mm	1,81 mm	2,42 mm	3,02 mm	3,63 mm
M₄₂	10,15 kNm	15,23 kNm	20,31 kNm	25,39 kNm	30,46 kNm
V₄₂	3,05 kN	4,57 kN	6,09 kN	7,62 kN	9,14 kN
u_{maks}	1,92 mm	2,88 mm	3,84 mm	4,80 mm	5,75 mm
M_{maks}	16,69 kNm	25,04 kNm	33,38 kNm	41,73 kNm	50,07 kNm
N_{maks}	8,85 kN	13,28 kN	17,70 kN	22,13 kN	26,55 kN
V_{maks}	8,57 kN	12,86 kN	17,15 kN	21,43 kN	25,72 kN

5 Testing

5.5.2 Responsspektrumanalyse

For å få en forståelse over responser og responsparametere som er sett på i responsspektrumanalysen vises forskyvningen til konstruksjonen ved bruk av verdiene gitt i 5.3.7 og SRSS-algoritmen i figur 90:



Figur 90: Forskyvning - Responsspektrumanalyse - SRSS

5.5.2.1 Skjærdeformasjon

Tabell 40 viser at konstruksjonen får større forskyvninger, men mindre krefter dersom det tas med skjærdeformasjon.

Tabell 40: Responsspektrumanalyse - Skjærdeformasjon

Respons /responsparameter	Uten skjærdeformasjon	Med skjærdeformasjon
u_{46}	9,14 mm	9,47 mm
M_{42}	30,57 kNm	29,33 kNm
V_{42}	8,62 kN	8,28 kN
u_{maks}	9,15 mm	9,48 mm
M_{maks}	30,57 kNm	29,33 kNm
N_{maks}	19,15 kN	18,47 kN
V_{maks}	12,32 kN	11,89 kN

5.5.2.2 Modal analyse

Dersom det benyttes av egenvektorer med *shift value* lik 0 for antall *modes* som tas med i analysen fås verdiene i tabell 41. Resultatene viser at mesteparten av konstruksjonens respons ligger i de 2 første *modes*. Hver *mode* som legges til i analysen fås større forskyvninger og krefter i konstruksjonen. Fra 10 til 100 *modes* er det nesten ingen forskjell i konstruksjonens respons.

Tabell 41: Responsspektrumanalyse - Antall modes

Respons /respons- parameter	Modes					
	1	2	3	4	5	10
u₄₆	9,11 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm
M₄₂	30,26 kNm	30,56 kNm	30,56 kNm	30,56 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm
V₄₂	8,55 kN	8,62 kN	8,62 kN	8,62 kN	8,62 kN	8,62 kN
u_{maks}	9,12 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm
M_{maks}	30,26 kNm	30,56 kNm	30,56 kNm	30,56 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm
N_{maks}	18,94 kN	19,15 kN	19,15 kN	19,15 kN	19,15 kN	19,15 kN
V_{maks}	11,28 kN	12,25 kN	12,25 kN	12,25 kN	12,32 kN	12,32 kN

5.5.2.3 Antall elements per member

For responsspektrumanalysen, som kun kan benytte en modal beregningsmodell, fås korrekte verdier ved cirka 4 *elements per member*. Det er usikkert om den maksimale normalkraften i konstruksjonen er korrekt ved 50 *elements per member*, eller om den maksimale normalkraften vil øke dersom antallet elementer økes.

Tabell 42: Responsspektrumanalyse - Antall elements per member

Respons /respons- parameter	Elements per member								
	2	3	4	5	6	8	10	20	50
u₄₆	9,15 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm
M₄₂	30,66 kNm	30,59 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm
V₄₂	8,76 kN	8,68 kN	8,65 kN	8,64 kN	8,64 kN	8,63 kN	8,63 kN	8,62 kN	8,62 kN
u_{maks}	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm
M_{maks}	30,66 kNm	30,59 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm
N_{maks}	19,53 kN	19,32 kN	19,25 kN	19,21 kNm	19,19 kNm	19,18 kN	19,17 kN	19,16 kN	19,15 kN
V_{maks}	12,36 kN	12,33 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN

5 Testing

5.5.2.4 Stivhet og masse

Dersom geometrisk stivhet inkluderes i konstruksjonen med *Default load case* som basis for den geometriske stivheten, ser man av resultatene i tabell 43 at den maksimale forskyvningen i konstruksjonen har økt. Man ser også at resultatene fra de andre responsene og responsparameterne i konstruksjonen har økt. Dette er som forventet ved en slik deformasjonsform når det er trykk i søylene i konstruksjonen.

Tabell 43: Responsspektrumanalyse - Geometrisk stivhet

Respons /responsparameter	Uten geometrisk stivhet	Med geometrisk stivhet
u₄₆	9,14 mm	9,35 mm
M₄₂	30,57 kNm	31,43 kNm
V₄₂	8,62 kN	8,89 kN
u_{maks}	9,15 mm	9,36 mm
M_{maks}	30,57 kNm	31,43 kNm
N_{maks}	19,15 kN	19,55 kN
V_{maks}	12,32 kN	12,79 kN

For å sammenligne resultatene mellom *lumped mass*, *diagonalized mass* og *consistent mass* for antall *elements per member* er verdiene i tabell 42 gjengitt som tabell 44. Uavhengig av hva slags masserepresentasjon som benyttes i konstruksjonen fås de samme responsene og responsparametrene ved å benytte 50 *elements per member*. For færre *elements per member* ser man at både 10 og 20 *elements per member* gir relativt like resultater for de tre forskjellige masserepresentasjonene. For færre *elements per member* enn dette er det *consistent mass* som ligger nærmest antatt korrekt løsning. Dette er det samme som for tidsplansanalysen ved bruk av tidsintegrasjon.

Tabell 44: Responsspektrumanalyse - Lumped mass

Respons /respons- parameter	Elements per member								
	2	3	4	5	6	8	10	20	50
u₄₆	9,15 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm
M₄₂	30,66 kNm	30,59 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm
V₄₂	8,76 kN	8,68 kN	8,65 kN	8,64 kN	8,64 kN	8,63 kN	8,63 kN	8,62 kN	8,62 kN
u_{maks}	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm
M_{maks}	30,66 kNm	30,59 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm
N_{maks}	19,53 kN	19,32 kN	19,25 kN	19,21 kNm	19,19 kNm	19,18 kN	19,17 kN	19,16 kN	19,15 kN
V_{maks}	12,36 kN	12,33 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN

Tabell 45: Responsspektrumanalyse - Diagonalized mass

Respons /respons- parameter	Elements per member								
	2	3	4	5	6	8	10	20	50
u₄₆	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm
M₄₂	30,66 kNm	39,59 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm
V₄₂	8,75 kN	8,68 kN	8,65 kN	8,64 kN	8,64 kN	8,63 kN	8,63 kN	8,62 kN	8,62 kN
u_{maks}	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm
M_{maks}	30,66 kNm	30,59 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm
N_{maks}	19,50 kN	19,31 kN	19,24 kN	19,21 kN	19,19 kN	19,18 kN	19,17 kN	9,16 kN	9,15 kN
V_{maks}	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN

5 Testing

Tabell 46: Responsspektrumanalyse – Consistent mass

Respons /respon- parameter	Elements per member								
	2	3	4	5	6	8	10	20	50
u₄₆	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm	9,14 mm
M₄₂	30,65 kNm	30,60 kNm	30,59 kNm	30,58 kNm	30,58 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm
V₄₂	8,74 kN	8,69 kN	8,66 kN	8,65 kN	8,64 kN	8,64 kN	8,63 kN	8,63 kN	8,62 kN
u_{maks}	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm	9,15 mm
M_{maks}	30,65 kNm	30,60 kNm	30,59 kNm	30,58 kNm	30,58 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm	30,57 kNm
N_{maks}	19,16 kN	19,15 kN	19,15 kN	19,15 kN	19,15 kN	19,15 kN	19,15 kN	19,15 kN	19,15 kN
V_{maks}	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN	12,32 kN

5.5.2.5 Grunntype og behaviour-factor

Tabell 47 viser at desto verre grunnforholdene er desto større blir konstruksjonens respons. Dette gjelder for grunntypene A – D, mens grunntype E er mer gunstig for konstruksjonen. Grunnen til dette er formen på responsspekteret som benyttes det benyttes ved grunntype E.

Tabell 47: Responsspektrumanalyse - Grunntyper

Respons /respons-parameter	Grunntype				
	A	B	C	D	E
u_{46}	4,66 mm	7,00 mm	9,14 mm	13,42 mm	11,10 mm
M_{42}	15,60 kNm	23,40 kNm	30,57 kNm	44,76 kNm	37,12 kNm
V_{42}	4,41 kN	6,60 kN	8,62 kN	12,64 kN	10,48 kN
u_{maks}	4,67 mm	7,00 mm	9,15 mm	13,43 mm	11,11 mm
M_{maks}	15,60 kNm	23,40 kNm	30,57 kNm	44,76 kNm	37,12 kNm
N_{maks}	9,77 kN	14,66 kN	19,15 kN	28,03 kN	23,26 kN
V_{maks}	6,32 kN	9,45 kN	12,32 kN	17,58 kN	14,96 kN

Behaviour-factor variabelen til konstruksjonen skalerer ned akselerasjonen som konstruksjonen eksiteres med. Desto høyere *behaviour-factor* desto lavere blir *ground acceleration* – a_g . For konstruksjonen er det en lineær sammenheng mellom konstruksjonens respons og *behaviour-factor* q . Hadde derimot konstruksjonen hatt egensvingningsperioder som ga betydelig utslag mindre enn T_B (se 5.3.6), ville ikke dette vært tilfelle.

Tabell 48: Responsspektrumanalyse - Behaviour factor – q

Respons /respons-parameter	<i>Behaviour factor - q</i>				
	1,0	1,5	2	2,5	3
u_{46}	18,28 mm	12,19 mm	9,14 mm	7,31 mm	6,09 mm
M_{42}	61,14 kNm	40,76 kNm	30,57 kNm	24,46 kNm	20,38 kNm
V_{42}	17,25 kN	11,50 kN	8,62 kN	6,90 kN	5,75 kN
u_{maks}	18,30 mm	12,20 mm	9,15 mm	7,32 mm	6,10 mm
M_{maks}	61,14 kNm	40,76 kNm	30,57 kNm	24,46 kNm	20,38 kNm
N_{maks}	38,31 kN	25,54 kN	19,15 kN	15,32 kN	12,77 kN
V_{maks}	24,64 kN	16,43 kN	12,32 kN	9,86 kN	8,21 kN

5 Testing

5.5.2.6 CQC, SRSS, SA og Modes

Man ser av tabell 49 at resultatene blir tilnærmet identiske ved bruk av SRSS- og CQC-algorithmene. Avviket kan være numerisk støy. Det vises av resultatene at SA-algoritmen er den mest konservative algoritmen, noe som er forventet[11].

Tabell 49: Responsspektrumanalyse - SA, SRSS, CQC

Respons /respons-parameter	Algoritme		
	SA	SRSS	CQC
u_{46}	9,91 mm	9,14 mm	9,14 mm
M_{42}	35,35 kNm	30,57 kNm	30,58 kNm
V_{42}	10,05 kN	8,62 kN	8,63 kN
u_{maks}	9,92 mm	9,15 mm	9,15 mm
M_{maks}	36,32 kNm	30,57 kNm	30,58 kNm
N_{maks}	22,25 kN	19,15 kN	19,15 kN
V_{maks}	17,42 kN	12,32 kN	12,34 kN

Av resultatene i tabell 50 kommer det frem at mesteparten av utslaget kommer fra *mode 1*. *Mode 2* bidrar også en del, men hverken *mode 3* eller *4* bidrar til konstruksjonens respons. Dette er fordi disse *modes* ikke har noen horisontalforskyvning, noe som også gjelder for *mode 6* og *10*. *Mode 5*, *7,8* og *9* gir noe utslag, men betydelig mindre enn *mode 1* og *2*. Samme *modes* er, som vist tidligere, utslagsgivende i jordskjelvsanalysen ved bruk av tidsintegrasjon.

Tabell 50: Responsspektrumanalyse - Modes

Respons /respons-parameter	Mode									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
u_{46}	9,11 mm	0,74 mm	0,00 mm	0,00 mm	0,06 mm	0,00 mm	0,00 mm	0,00 mm	0,00 mm	0,00 mm
M_{42}	30,26 kNm	4,27 kNm	0,00 kNm	0,00 kNm	0,64 kNm	0,00 kNm	0,01 kNm	0,00 kNm	0,16 kNm	0,00 kNm
V_{42}	8,55 kN	1,05 kN	0,00 kN	0,00 kN	0,10 kN	0,00 kN	0,03 kN	0,00 kN	0,31 kN	0,00 kN
u_{maks}	9,12 mm	0,92 mm	0,00 mm	0,00 mm	0,16 mm	0,00 mm	0,00 mm	0,00 mm	0,01 mm	0,00 mm
M_{maks}	30,26 kNm	9,09 kNm	0,00 kNm	0,00 kNm	3,07 kNm	0,00 kNm	0,05 kNm	0,05 kNm	0,23 kNm	0,00 kNm
N_{maks}	18,93 kN	5,35 kN	0,00 kN	0,00 kN	3,00 kN	0,00 kN	0,15 kN	0,04 kN	0,19 kN	0,00 kN
V_{maks}	11,28 kN	4,78 kN	0,00 kN	0,00 kN	1,76 kN	0,00 kN	0,07 kN	0,07 kN	0,31 kN	0,00 kN

6 Konklusjon

Implementasjonene ser tilsynelatende ut til å regne korrekt. Selv om det er et avvik mellom **fap2D** og **SAP2000** i både tidsplansanalysen ved bruk av tidsintegrasjon og responsspektrumanalysen er begge analysene innenfor et akseptabelt nivå. Dersom *nts* settes til 3 eller mindre blir det avviket i tidsplansanalysen ved bruk av tidsintegrasjon noe stort, og det anbefales derfor at *nts* settes lik 5 for denne analysen. For *nts* lik 10 eller 100 gir både **fap2D** og **SAP2000** resultater som tilsier at implementasjonen regner korrekt. Begge programmene ser også ut til å konvergere mot en løsning dersom *nts* økes.

Forskjellen i resultatene mellom **fap2D** og **SAP2000** kan skyldes at **SAP2000** gjør noe med tidsfunksjonen under selve analysen. Med dette menes eksempelvis at knekkpunkter i grafen har blitt gjort krumme, eller at det antas ikkelineær akselerasjon mellom to punkter. Påstander om dette har det ikke har vært mulig å bekrefte.

I responsspektrumanalysen er avviket mellom de to programmene mindre, og det er tydelig at implementasjonen regner korrekt i de testede eksemplene. *CQC*-algoritmen har gitt omtrent samme resultater som *SRSS*-algoritmen i nesten alle eksemplene hvor den er brukt, noe som er uheldig for verifiseringen av algoritmen.

Det har vært vanskelig å uttale seg om hvorfor analysene oppfører seg slik de gjør, avhengig av både *nts*, numerisk algoritme og beregningsmodell. Grunnene til resultatene kan være så mangt, siden det er et betydelig antall parametere som benyttes i analysen og antallet beregninger som utføres er høyt. Teori rundt disse analysene har også vært vanskelig å skaffe, da meste av litteratur ser på mindre eksempler, og ofte med flere idealiseringer enn det som er foretatt her.

6 Konklusjon

7 Videre arbeid

Modal dempning kan implementeres i responsspektrumanalysen. **SAP2000** har dette implementert[13], og det burde derfor implementeres i **fap2D** også. Det bør bli mulig å benytte lastavhengige Ritzvektorer i responsspektrumanalysen. Kombinasjoner av retninger på responsspektrumanalysen er også noe som hadde vært aktuelt å implementere.

For import og eksport av jordskjelv burde det bli lagt til flere filformater. Mulighet for å benytte filformatet `.dat`, som blant annet benyttes av MATLAB[21] bør bli lagt til. Hvordan filen er oppbygd er per dags dato veldig sensitivt for importeringen, noe som kan være frustrerende for bruker.

Det kan også være en idé å kunne generere responsene i konstruksjonen ved bruk av *CQC*-algoritmen. For at dette skal være mulig må **Frame2D** utvides[14], men utvidelsen krever små endringer i C#-delen av koden. Siden det ikke har vært store avvik mellom *SRSS*- og *CQC*-algoritmen (se 5.2.2.6) burde det bli testet med flere eksempler, og da eksempler hvor det forventes en forskjell mellom de to algoritmene.

Avvikene som har oppstått mellom **fap2D** og **SAP2000** bør bli sett nærmere på. Selv om avvikene er innenfor rimelighetens grenser bør påstandene i konklusjonen bekreftes eller avkreftes. Fremtidige mastergradsstudenter som vil skrive masteroppgave innenfor dynamikk kan gå dypere i teorien på resultatene i denne rapporten. En slik oppgave kan bli veldig akademisk, og det bør derfor vurderes om det skal bli en selvstendig oppgave i stedet for å kombinere den med en implementasjon i **fap2D**.

For å få bort numerisk støy er det implementert en *checkbox* i *fap2D Settings* (se A.3.13) som lar bruker bestemme om numerisk støy skal fjernes eller ikke. Løsningen for hvor mye numerisk støy som skal fjernes er per dags dato implementert relativt primitivt og det bør åpnes for å gi flere alternativer for bruker for når numerisk støy skal fjernes. For at dette skal være mulig må **Frame2D** utvides[14].

Ressurser leses per dags dato fra mappen «Resources», noe som er uheldig siden filene er lett tilgjengelig for bruker. Visual Studio har interne filer som er dedikert til ressurser. Disse kalles *resource-files*, med fyltypen `.resx`. Implementering av disse vil føre til en ytelsesøkning i programmet, siden det er mer effektivt å lese inn fra `.resx`-filer enn fra mapper. Per dags dato leses alle bilder som benyttes i *GUI*-et inn via slike filer, og disse trenger det derfor ikke å gjøres noe med. Filene vil ved bruk av `.resx`-filer bli kompilert til `.dll`-filene til programmet, som gjør det umulig for utenforstående å aksessere filene.

8 Referanseliste

- [1] Facebook, 2013, *Facebook*, www.facebook.com
- [2] Standard Norge, 2004, *Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger*
- [3] Telefonsamtale med Pål Eskerud, daglig leder Focus Software AS, 24.05.2013
- [4] EDR Medeso, Åpnet januar 2013, *SAP2000*,
<http://www.edr.no/index.php/produkter/bim/sap2000>
- [5] Computers and Structures Inc., *SAP2000 Overview*, Åpnet januar 2013,
<http://www.csiberkeley.com/sap2000>
- [6] Daniel Aase, Brita Årvik, 2010, GUI for fap2D, Masteroppgave, NTNU, Trondheim
- [7] Kolbein Bell, 2011, *fap2D – A WINDOWS-based program for static and dynamic analysis of 2D frame type structures*
- [8] Erik Aasmundrud, 2012, *Jordskjelvsberegninger med fap2D*, Prosjektoppgave, NTNU, Trondheim
- [9] Hans M. Hilber, Thomas J. R. Hughes, Robert L. Taylor, 1977, *Improved Numerical Dissipation for Real Time Integration Algorithms in Structural Dynamics*, Berkeley, California
- [10] Fredrik Larsen, 2011, fap2D – Dimensjonering av komponenter av stål, Masteroppgave, NTNU
- [11] Edward L. Wilson, 2002, *Three-Dimensional Static and Dynamic Analysis Structures – A Physical Approach With Emphasis on Earthquake Engineering*
- [12] Computers and Structures Inc., *About CSi*, Åpnet januar 2013,
<http://www.csiberkeley.com/company/about>
- [13] Computers and Structures Inc., *Damping in response-spectrum analysis*,
<https://wiki.csiberkeley.com/display/kb/Damping+in+response-spectrum+analysis>
- [14] Kolbein Bell, 2013, *Frame2D data structures*
- [15] DevExpress, Åpnet januar 2013, <http://www.devexpress.com/>
- [16] VisualSVN, Åpnet januar 2013, <http://www.visualsvn.com/>
- [17] TortoiseSVN, Åpnet januar 2013, <http://tortoisesvn.net/>
- [18] Microsoft Visual Studio Professional 2012, Åpnet januar 2013,
<http://www.microsoft.com/visualstudio/eng/products/visual-studio-professional-2012>
- [19] Windows 7, Åpnet januar 2013, <http://windows.microsoft.com/nb-no/windows7/products/home>
- [20] Windows 8, Åpnet januar 2013, http://windows.microsoft.com/nb-no/windows-8/meet?ocid=GA8_O_WOL_Hero_Win7_FPP_Null
- [21] Matlab, Åpnet januar 2013, <http://www.mathworks.se/products/matlab/>
- [22] Jakob Nielsen, 2008, *OK-Cancel or Cancel-OK?*, Åpnet januar 2013,
<http://www.nngroup.com/articles/okndashcancel-or-cancelndashok/>
- [23] Brandon Bray, 2012, *Announcing the release of .NET Framework 4.5 RTM – Product and Source Code*, Åpnet mai 2012,

8 Referanseliste

<http://blogs.msdn.com/b/dotnet/archive/2012/08/15/announcing-the-release-of-net-framework-4-5-rtm-product-and-source-code.aspx>

- [24] Jan Kristian Dolven, 2010, *Further development of GUI for fap2D*, Masteroppgave, NTNU, Trondheim

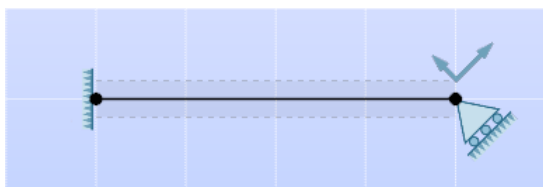
A Mindre implementasjoner

Vedlegget er en innføring i mindre implementasjoner som har blitt utbedret av ved siden av jordskjelvsanalysene. Dette omfatter både utbedringer av feil, optimaliseringer og forbedringer av programvaren. Under noen av implementasjonene har andre utviklere bidratt, og i så tilfelles står det spesifisert hvem.

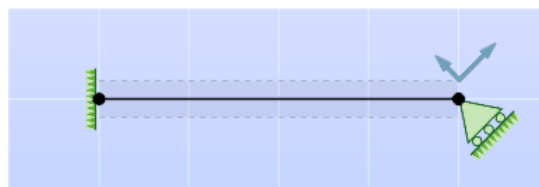
A.1 Utbedrede feil

A.1.1 Indikasjon på foreskreven forskyvning

I tidligere versjon av **fap2D** ble ikke foreskreven forskyvning indikert korrekt. Dersom det er en foreskreven forskyvning skal opplageret bli grønt (se figur 91) i stedet for blått (se figur 92). Dette skjedde før kun på noen utvalgte opplagre, men nå er alle utfall testet og utbedret.



Figur 91: Opplagere uten foreskreven forskyvning



Figur 92: Opplagere med foreskreven forskyvning

A.1.2 Modes i Computational model

Når man skal kjøre en modal analyse har man muligheten til å velge antall modes som skal benyttes i analysen. Dette gjøres ved å trykke på *Computational model* i den respektive analysen. I den tidligere versjonen av **fap2D** ble antall modes satt til $n - 1$ dersom man økte antall *modes* og $n + 1$ dersom man reduserte antall *modes*, der n er antall *modes* man ønsker å benytte seg av. Dersom bruker ikke forandret antall *modes* ble analysen kjørt med 10 *modes*, noe som er standard i programmet. Feilen er nå utbedret.

A.1.3 Escape knapp, Avbryt- og OK-knapper

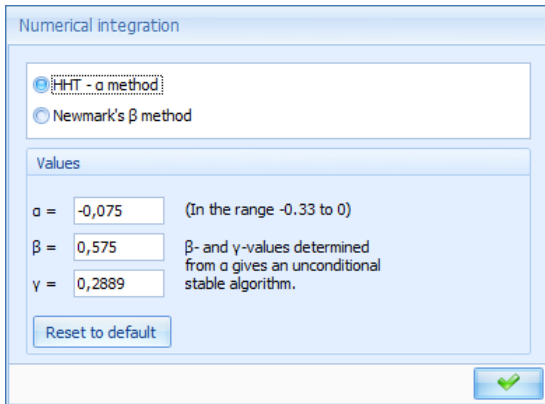
I alle dialogbokser som inneholdt en *user control* som håndterte en tidsfunksjon var det ikke mulig å benytte seg av *Esc* for å gå ut av dialogboksen. Dette er nå implementert, og dersom bruker trykker *Esc* vil det automatisk bli enten trykket Ok eller Avbryt avhengig av om dialogboksen har begge eller kun en av disse knappene. Dersom bruker trykker Enter vil det automatisk bli trykket Ok, eventuelt Legg til i noen dialogbokser (deriblant dialogboksen for lasttog).

Ok- og Avbryt-knappene var heller ikke satt konsekvent på samme side i alle dialogbokser. I Windows-programvare er det normalt å ha OK-knappen til venstre og Avbryt-knappen til høyre[22], og derfor er denne fulgt dette oppsettet i **fap2D**.

A Mindre implementasjoner

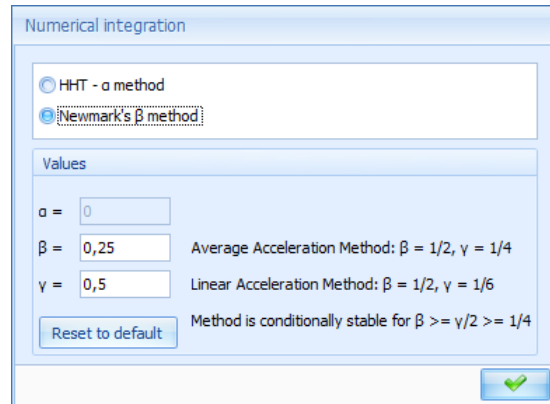
A.1.4 Numerisk integrasjon

I dialogboksen *Numerical integration* var det i den tidligere versjonen feil standardverdier for *Newmark's β method*. Standardverdiene var satt til β lik 0,5 og γ lik 0,25. Verdiene ble derimot byttet rett før de ble sendt inn i **Frame2D**, og dette hadde derfor ingen konsekvenser for selve resultatene. Standardverdiene er nå korrekte, og byttingen rett før verdiene sendes inn i **Frame2D** er fjernet.



The dialog box is titled "Numerical integration". It has two radio buttons: "HHT - α method" (which is selected) and "Newmark's β method". Below the radio buttons is a section titled "Values" containing three input fields: $\alpha = -0,075$ (with a note "(In the range -0.33 to 0)"), $\beta = 0,575$, and $\gamma = 0,2889$. A note states: " β - and γ -values determined from α gives an unconditional stable algorithm." There is a "Reset to default" button and a green checkmark icon at the bottom right.

Figur 93: Dialogboksen «Numerical integration» - *HHT- α method*



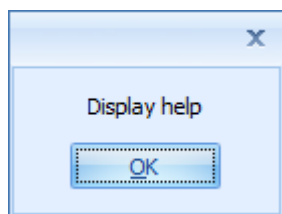
The dialog box is titled "Numerical integration". It has two radio buttons: "HHT - α method" and "Newmark's β method" (which is selected). Below the radio buttons is a section titled "Values" containing three input fields: $\alpha = 0$, $\beta = 0,25$, and $\gamma = 0,5$. There are two notes: "Average Acceleration Method: $\beta = 1/2, \gamma = 1/4$ " and "Linear Acceleration Method: $\beta = 1/2, \gamma = 1/6$ ". A third note states: "Method is conditionally stable for $\beta \geq \gamma/2 \geq 1/4$ ". There is a "Reset to default" button and a green checkmark icon at the bottom right.

Figur 94: Dialogboksen «Numerical integration» - *Newmark's β method*

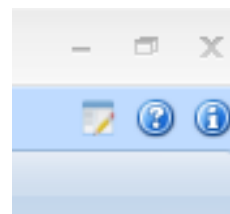
Det er også implementert en *Restore to default*-knapp for å tilbakestille verdiene som er anbefalt å bruke. Verdiene som blir som vist i figur 93 for *HHT- α method*, og figur 94 for *Newmark's β method*.

A.1.5 Help requested (F1)

Dersom en bruker trykker F1 i et program er det normalt at en brukermanual åpnes. I **fap2D** er denne brukermanualen en .pdf-fil som åpnes i brukerens nettleser / .pdf-leser, men når bruker prøvde å åpne denne kom en *MessageBox* (se figur 95) opp istedenfor. Eneste muligheten bruker hadde for å få opp brukermanualen var å trykke på «?» oppe til høyre i programmet (se figur 96). Det var heller ikke mulig å få opp brukermanualen dersom man trykket f1 i en dialogboks.



Figur 95: MessageBox

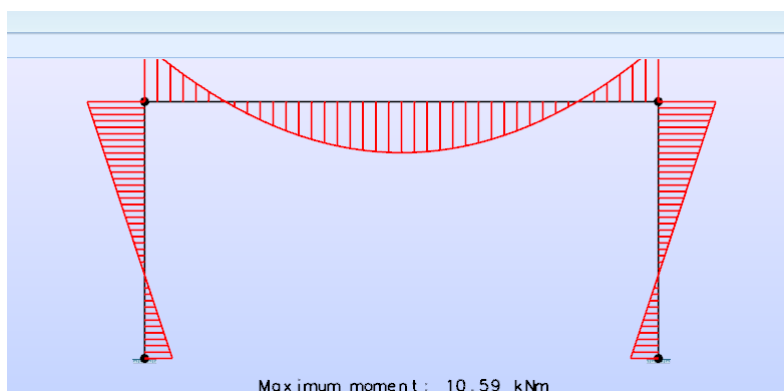


Figur 96: Knapp for brukermanual

Nå har alle dialogbokser og hovedvinduet muligheten til å åpne brukermanualen ved å trykke f1. Dette er implementert som et *Override event*, noe som gjør at programmet slipper å opprette et *event* for hver dialogboks og et for hovedvinduet. Dette er minnebesparende. Bruker kan fortsatt åpne brukermanualen ved å trykke på «?» oppe til høyre i programmet.

A.1.6 Knappen *Zoom to model*

Dersom bruker trykte på *Zoom to model* i *Results*-fanen hendte det at noen av diagrammene kunne bli avkuttet i den tidligere versjonen (se figur 97).



Figur 97: Zoom to model problem

Dette er nå løst ved at det zoomes ut et intervall lengre enn før. Et nytt problem som da har oppstått er at noen modeller kan bli litt for små i forhold til idealstørrelse, men dette ble gruppen enige i at var et bedre alternativ enn at noe av diagrammet ikke syntes.

A Mindre implementasjoner

A.1.7 Alt+tab problem

I noen dialogbokser var det i tidligere versjon mulig å trykke alt+tab slik at dialogboksen forsvant bak hovedvinduet i **fap2D**. Dette førte til at man kunne fortsette som normalt i programmet selv om dialogbokser var åpne. Problemet har oppstått fordi dialogbokser har blitt åpnet ved metoden `.Show()` istedenfor `.ShowDialog()`. Nå åpnes alle dialogbokser ved metoden `.ShowDialog()`, slik at dette ikke mulig lengre.

A.1.8 Dempning

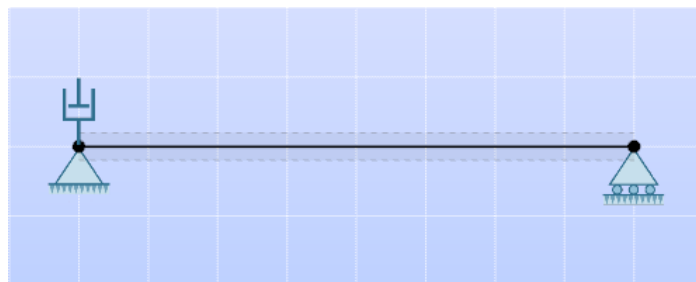
Det hendte at verdiene i dialogboksen *Damping* ikke ble satt korrekt i henhold til hva bruker ønsket. Hvilke verdier som ikke ble satt korrekt var det dessverre ikke mulig å finne noe mønster på. Det var heller ikke mulig å sette eksplisitt dempning, lukke dialogboksen, åpne dialogboksen på nytt og se at eksplisitt dempning var satt. Ifølge dialogboksen var da implisitt dempning valgt. Verdiene settes nå korrekt og alle parametere er verifisert at de blir sendt korrekt inn i **Frame2D**. a_1 - og a_2 -koeffesientene i Rayleigh-dempningen har også gått fra å kunne ha 4 mulige desimaler til 12 desimaler.

A.1.9 Kapasitetskontroll

I den elastiske kapasitetskontrollen hendte det at bruker ikke fikk opp resultater. Dette var grunnet en *if*-setning rett før kontrollen som ble *true* færre ganger enn den burde. *If*-setningen er nå fjernet siden den var overflødig for analysen. Den elastiske kapasitetskontrollen er tilsynelatende stabil nå.

A.1.10 Punktdempere

Dersom bruker hadde lagt til punktdempere i konstruksjonen (se figur 98) og spesifisert *Concentrated damping only* eller *Rayleigh-dampning* med *Include point dampers*, der begge alternativene kun er mulig i en MDOF modell, ville bruker få returnert fra **Frame2D** «Forsøk på lesing fra eller til beskyttet minne. Dette er ofte en indikasjon på at minne er ødelagt». Grunnen til dette var at tidligere utviklere testet om det var punktmasser i konstruksjonen istedenfor punktdempere, og når det da ikke befant seg noen punktmasser i konstruksjonen ble ikke tabellene som sendes inn i **Frame2D** korrekte. Det er verifisert at dette virker.



Figur 98: Punktdemper

A.2 Utbedret dataflyt

A.2.1 Bruk av ressurser

I tidligere versjoner av **fap2D** lå ressurser delvis spredt rundt i mappen «fap2D». Alle ressurser som benyttes av programmet ligger nå enten i undermapper til en mappen kalt *Resources* som ligger i hovedmappen til **fap2D**, eller en mappe med samme navn under fap2D.Gui. I fap2D.Gui ligger alle bilder som brukes av dialogbokser, og grunnen til at dette er valgt er at man da kan se bildet i utviklingsområdet under utviklingen av for eksempel en dialogboks. I *Resources* i hovedmappen er ressursene fordelt i følgende undermapper:

- *Database*: database for materialer og tverrsnitt
- *Documentation*: lisensfil og brukermanual
- *EarthquakeTextfiles*: tekstfiler med predefinerte jordskjelv
- *Frame2D*: .dll-fil for **Frame2D**
- *Pointers*: alle bilder for egendefinerte pekere
- *Textures*: alle bilder som blir tegnet på modellen, for eksempel momenter og randbetingelser
- *UnManagedLibs*: ekstra .dll-filer som benyttes av programmet

Ressurser som blir benyttet av dialogbokser har også blitt gått igjennom og fjernet dersom de ikke blir benyttet.

Det ble gjort et forsøk på å gjøre om disse mappene til .resx-filer. Arbeidet ble forkastet grunnet at det ville ta for mye tid (se vedlegg B).

A.2.2 Bruk av bildesamlinger

Dersom det skal benyttes bilder på knapper i dialogbokser brukes en bildesamling i C# (*ImageCollection*). I dialogboksene som var i den tidligere versjonen av **fap2D** ble det benyttet et unødvendig høyt antall slike bildesamlinger, og flere inneholdt de samme bildene. Det er nå laget to bildesamlinger som skal benyttes i dialogboksene:

1. *imageCollectionBtnsAll*: inneholder bilder som er aktuelle for alle standardknapper i dialogboksen. Dette kan for eksempel være bildet til en OK-knapp.
2. *imageCollectionLargeBtnsAll*: inneholder bilder som er aktuelle for alle store standardknapper i dialogboksen. Dette kan for eksempel være en Legg til-knapp.

Dersom det er andre knapper i dialogboksen som trenger en figur som er eksklusivt for dialogboksen lages en egen bildesamling for dette.

A Mindre implementasjoner

A.2.3 Bruk av *usings* og *References*

Alle klasser har blitt gjennomgått og ubrukne *using statements* har blitt fjernet fra koden. Det samme gjelder *References*. Fjerningene av disse fører til at færre biblioteker trengs å initialiseres, noe som gjør programmet mer effektivt.

A.2.3 Lagring og lasting av modell

Når modellen i den tidligere versjonen av **fap2D** ble lagret ble alle aktuelle variabler lagret som *strings* i modelldatabasen. Variablene som ikke var *strings* ble da konvertert til *strings* før de ble lagret, og konvertert fra *strings* til hva den respektive variabelen skulle være når den ble lastet. Dette er unødvendige ledd som nå er kuttet, og alle variabler med unntak av *enums* lagres som datastrukturen til den respektive variabelen. *Enums* lagres som *strings*, siden det ikke var mulig å lagre *enums* i modelldatabasen.

A.2.4 Lukking av programmet

Når man lukket **fap2D** var det flere tegnemetoder som ble kalt grunnet at størrelsen på modelleringsvinduet forandret seg. Dette resulterte i at det så ut som om modellen «hoppet rundt» på skjermen mens programmet tilsynelatende prøvde å lukkes, og det tok lengere tid å lukke programmet enn nødvendig. Modelleringsvinduet blir nå lukket med en gang bruker lukker programmet, noe som har løst begge problemene.

A.2.5 Fjerning av ubrukt funksjonalitet og kode

Gjennom hele masteroppgaven har det vært ønskelig fra utviklerne å fjerne unødvendig og ubrukt kode fra programmet. Dette har vært for å optimalisere programmet og fjerne alle prosjekter som ikke har blitt fullført av tidligere utviklere. Det har også vært for å gi en bedre oversikt til eventuelle fremtidige utviklere over hva som er implementert i programmet, siden fjerning av koden fører til en mindre og mer oversiktlig kildekode. Fjerningen har foregått av alle utviklerne tilknyttet **fap2D** denne våren og det er fjernet følgende fra programmet:

- Alle ubrukne funksjoner
- Alle ubrukne klasser
- Alle ubrukne *References* og *using statements* (se vedlegg A.2.3)
- Alle ubrukne ressurser (se vedlegg A.2.1)
- *Ghost members*
- *Area of interest*
- *ProgressBar* i oppstart av programmet (se vedlegg A.3.6)
- Dynamisk tegning av parametriserte og arbitrære tverrsnitt (se vedlegg A.3.1.14)
- *Element mesh*, *Marking*, *Results* og alle duplikater i *fap2D Settings* (se vedlegg A.4)

A.3 Utbedrede forbedringer

A.3.1 OpenGL buffer

I den tidligere versjonen av **fap2D** var størrelsen på OpenGL-bufferen, som er et minne som benyttes av OpenGL, satt til 128 bytes. Dette førte til at programmet i visse tilfeller krasjet fordi bufferet var for lite. Dersom bruker økte denne størrelsen i *fap2D Settings* kunne det samme fortsatt skje. 128 bytes var hardkodet flere steder i programmet, selv om visse buffere ble økt. I den nye versjonen av fap2D er OpenGL-bufferen satt til 16384 bytes, noe som skal være nok for normal bruk av programmet. Alle steder hvor OpenGL-bufferen var hardkodet til 128 bytes er nå byttet ut med størrelsen i *fap2D Settings*.

A.3.2 Tab order og default first select

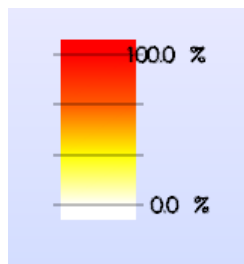
Alle dialogboksene i programmet har nå fått en *default first select*, altså hvilket objekt i dialogboksen som får fokus når dialogboksen åpnes. Denne er satt til det objektet utviklerne mente var mest naturlig for bruker å starte på i hver dialogboks. Dersom det ikke er noen objekter som virker naturlig å starte på blir *default first select* satt til å være OK-knappen. Alle objektene i alle dialogboksene er gått gjennom og det er satt en *tab order* som virker naturlig for bruker å fortsette i. Dette gjør at bruker kan bruke dialogboksen mer effektivt ved å trykke på *tab* for å navigere i dialogboksen.

A.3.3 Maximum utilization

Maximum utilization ble i den tidligere versjonen av **fap2D** skrevet som desimaltall. Hvis tallet var 1.5 betydde dette at kapasiteten til bjelken var overskredet med 50 %. *Maximum utilization* er nå skrevet som prosenttall (se figur 99), og kapasitetskartet er oppdatert i forhold til dette (se figur 100).

Maximum utilization: 11,9776 %

Figur 99: Eksempel på maximum utilization



Figur 100: Kapasitetskart

A Mindre implementasjoner

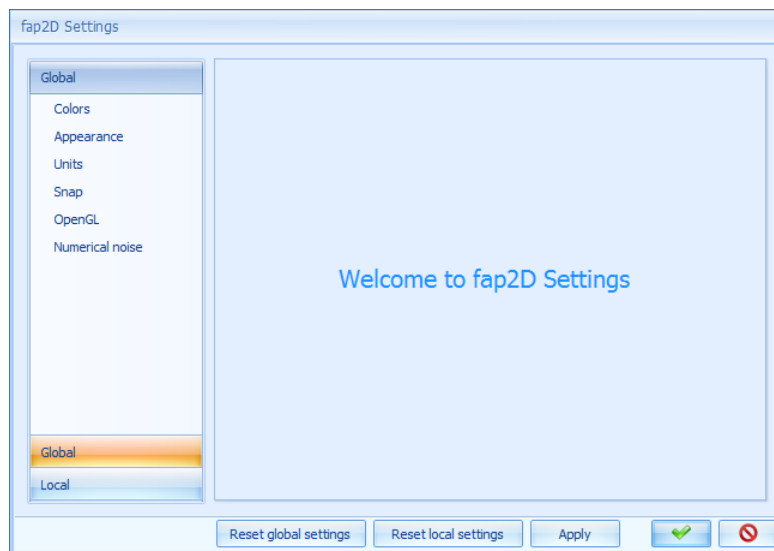
A.3.4 *fap2D Settings*

I den tidligere versjonen av *fap2D Settings* var det flere variabler som ikke ble satt korrekt dersom bruker trykte på OK-knappen, og det var flere undergrupper som aldri ble benyttet. Det forekom også duplikater av variabler, altså at samme variabler kunne bli satt på forskjellige steder i *fap2D Settings*. Det er nå lansert en ny versjon av *fap2D Settings* som har følgende oppbygning av variablene:

- *Global settings*: innstillinger for alle åpne modeller
 - *Color*: innstillinger for farger som brukes i modellvinduet
 - *Appearance*: innstillinger for utseendet til programmet
 - *Units*: innstillinger for hvilke enheter som skal brukes i programmet
 - *Snap*: innstillinger for *snap* i modellvinduet
 - *OpenGL*: innstillinger for OpenGL
 - *Numerical noise*: innstillinger numerisk støy
- *Local settings*: innstillinger kun for den aktive modellen
 - *Frame2D*: innstillinger for *print flag* til **Frame2D**. Standardverdi lik 1
 - *Structural model*: innstillinger for hvilken *eigenvalue algorithm* som skal benyttes

Det er også implementert 3 nye knapper i dialogboksen (se figur 101):

1. *Reset local settings*: tilbakestiller alle lokale innstillinger til de programdefinerte verdiene
2. *Reset global settings*: tilbakestiller alle globale innstillinger til de programdefinerte verdiene
3. *Apply*: iverksetter alle innstillingene som er forandret på med umiddelbar virkning



Figur 101: Dialogboksen «fap2D Settings»

A.3.5 About fap2D

Teksten i dialogboksen *About fap2D* er oppdatert fra forrige versjon (se figur 102). Teksten er laget av Kolbein Bell.



Figur 102: Dialogboksen «About fap2D»

A.3.6 Oppstartsskjerm

Det er lansert en ny oppstartsskjerm og *ProgressBar* i den tidligere versjonen er fjernet (se figur 103). Bildet er laget av Kolbein Bell. Kristian Pedersen har redusert oppstartstiden av programmet ved å legge enkelte prosesser i bakgrunnen av programmet. Oppgraderingen til nyere versjoner av Devexpress[15] førte til at oppstartstiden ble kuttet ytterligere.



Figur 103: Ny oppstartsskjerm

A Mindre implementasjoner

A.3.7 Velkomstskjerm

fap2D har nå fått en velkomstskjerm som åpnes for bruker etter at programmet er ferdig lastet (se figur 104). Velkomstskjermen er en dialogboks hvor bruker enten kan åpne en tom modell, åpne en eksisterende fil, eller åpne en nylig brukt modell. Bruker kan også lukke programmet ved å trykke på knappen *Exit fap2D*. Dersom bruker trykker på Avbryt-knappen vil dialogboksen lukke seg og ingen modeller vil være aktive.



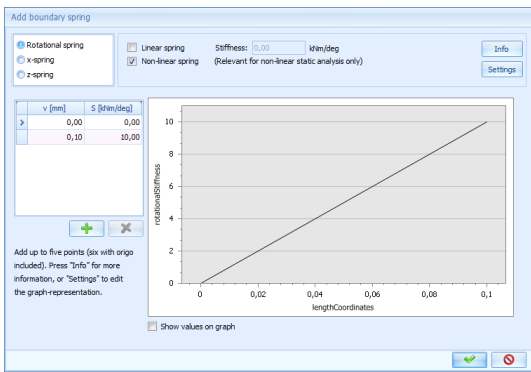
Figur 104: Dialogboksen «Welcome»

A.3.8 Grafer

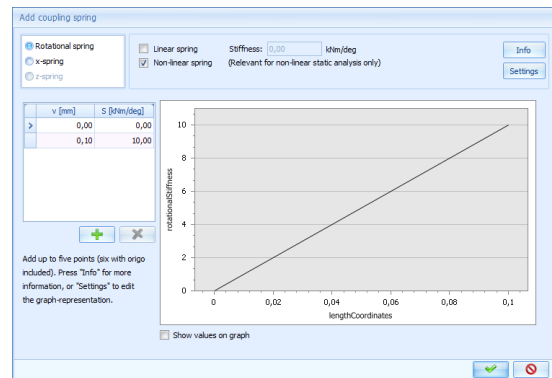
Det har vært ønskelig å benytte en type graf i hele programmet. I den tidligere versjonen var det en egenutviklet graf som ble benyttet opptil flere steder, mens grafen for responsparametere var laget ved å benytte rammeverket fra Devexpress[15]. Det er derfor utviklet grafer ved å benytte seg av rammeverket i følgende dialogbokser:

1. *Add Boundary spring* (se figur 105)
2. *Coupling spring* (se figur 106)
3. *New time function – Arbitrary* (se figur 107)

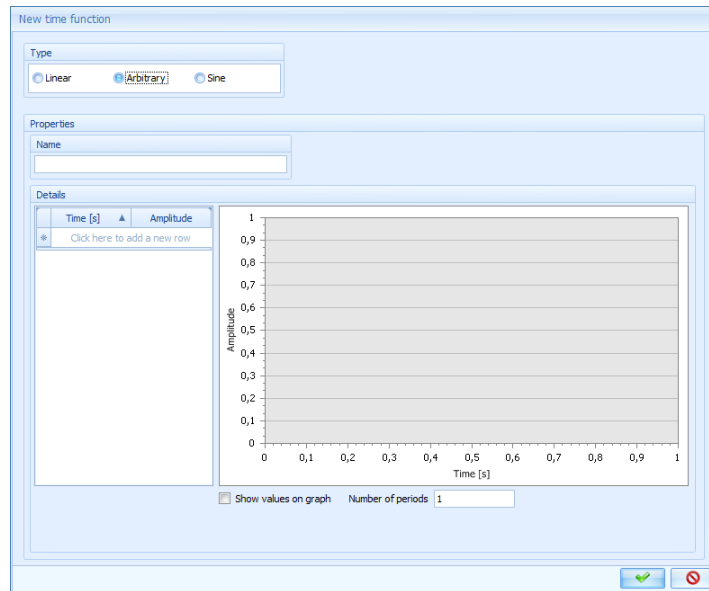
Det er også lagt til muligheten for å trykke på *Show values on graph*, slik at det kommer opp verdier (*labels*) på grafen. Zooming på grafen kan gjøres enten ved å bruke musehjulet eller trykke ctrl og +. Dette gjelder på samtlige grafer.



Figur 105: Dialogboksen «Add boundary spring» - Nonlinear spring



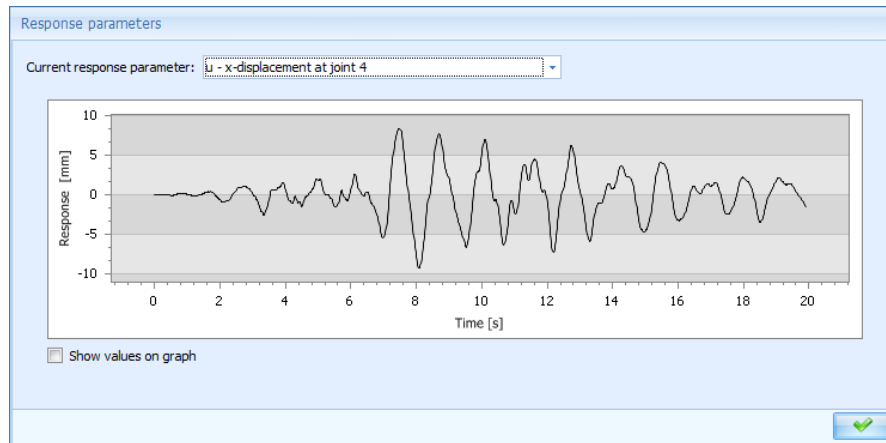
Figur 106: Dialogboksen «Add coupling spring» - Nonlinear spring



Figur 107: Dialogboksen «New time function» - Arbitrary

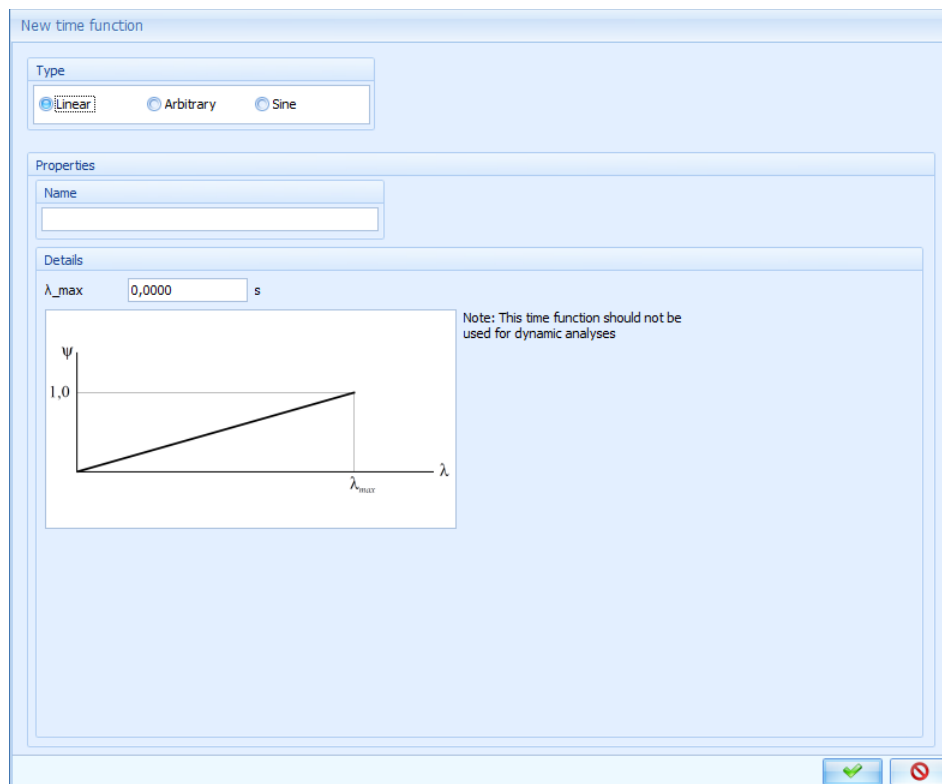
A Mindre implementasjoner

Show values on graph i dialogboksen *Response parameters* (se figur 108) har blitt lagt til, og zooming er også mulig her.



Figur 108: Dialogboksen «Response parameters»

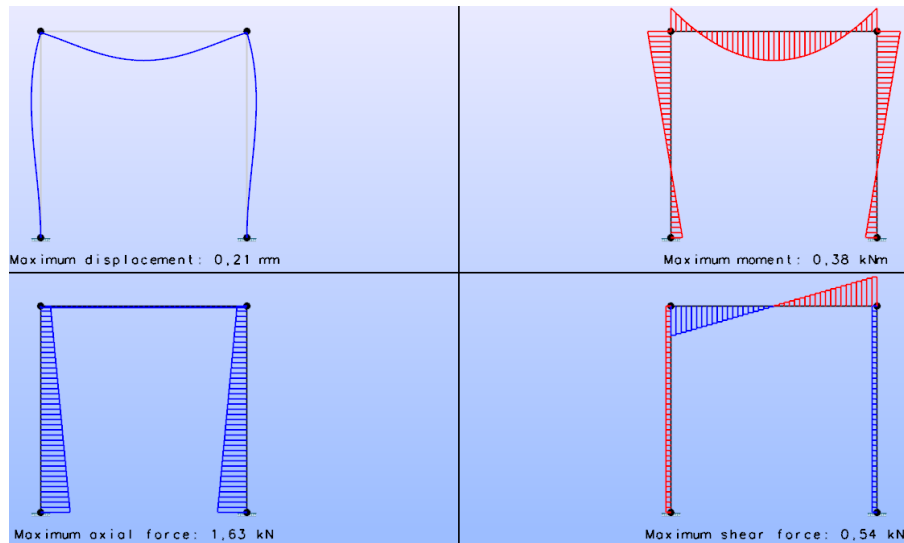
I dialogboksen *Add new time function* har det blitt lagt til en *note* på den lineære tidsfunksjonen som sier at denne ikke skal brukes i dynamiske analyser (se figur 109).



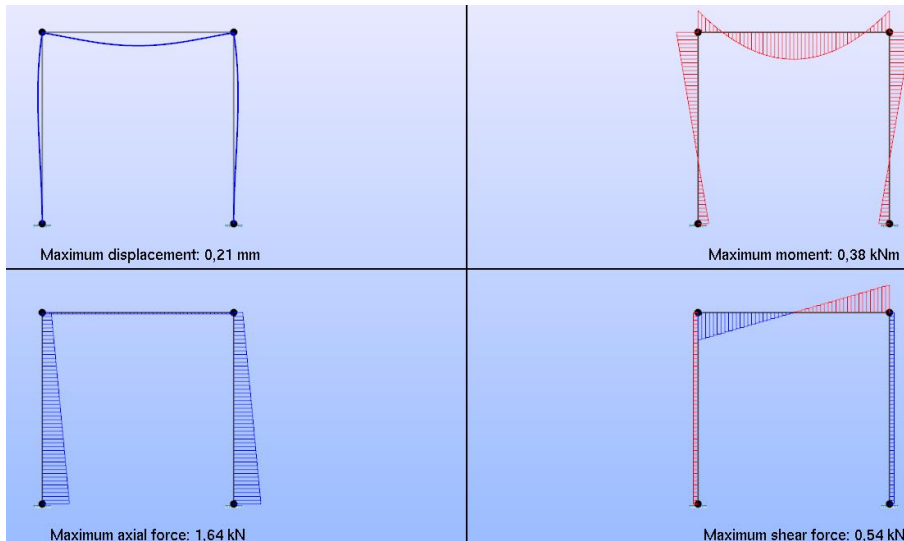
Figur 109: Dialogboksen «New time function» - Linear

A.3.9 Nye diagrammer for systemrespons

Tykkelsen på strekene i diagrammene for systemrespons har blitt halvert på moment-, skjærkraft- og normalkraftdiagrammet, mens tykkelsen på deformasjonen er den samme. Den udeformerte konstruksjonen har blitt mindre anonym, slik at det skal bli lettere for bruker å se deformasjonen til konstruksjonen i forhold til original geometri. Diagrammene i tidligere versjon av **fap2D** kan sees i figur 110, mens diagrammene i den nye kan sees i figur 111. Teksten er forandret av Kristian Pedersen.



Figur 110: uMNV-diagram - Tidligere versjon



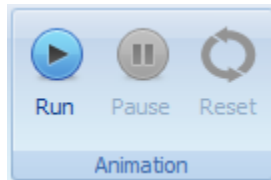
Figur 111: uMNV-diagram - Ny versjon

A Mindre implementasjoner

A.3.10 Animasjonsgruppe

I tidligere versjon var knappene for å styre animasjonen på *Free vibration*-analysen lagt i *Toolbox*-en. Siden det er laget flere animasjoner dette semesteret er det implementert en felles gruppe for animasjoner som heter *Animation*. Denne har 3 knapper (se figur 112):

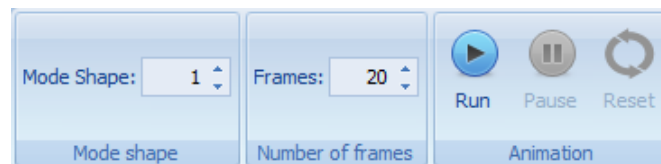
1. *Run*: starter animasjonen.
2. *Pause*: setter animasjonen på pause.
3. *Reset*: tilbakestiller animasjonen til animasjonens utgangspunkt.



Figur 112: Knappene Run, Pause og Reset

A.3.11 Animasjoner

Det er laget en lignende animasjon på *Buckling*-analysen, som har de samme egenskapene som *Free vibration*-analysen. Bruker har mulighet til å bytte på hvilken *Mode shape* man vil se på, antall *Frames* og *Run*, *Pause* og *Reset* (se figur 113). For mer informasjon se brukermanualen til **fap2D**[7].



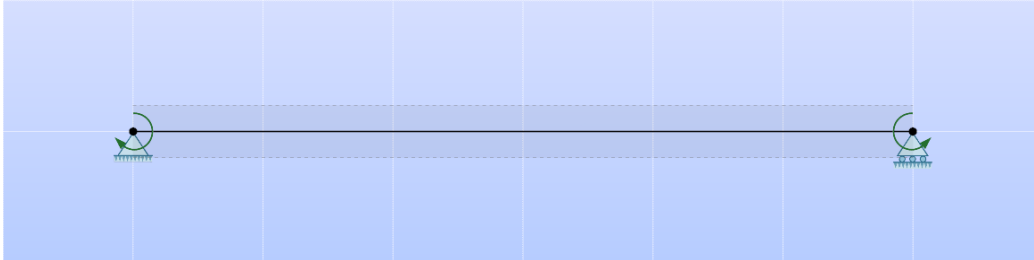
Figur 113: Grupper for Buckling-analysen

Bruker har som før mulighet for å skalere utslaget opp eller ned, men denne muligheten er fjernet mens animasjonen foregår, siden dette var opphav til noen *bugs*.

Det er også laget en animasjon for *Dynamic time domain*-analysen. Animasjonen fungerer på samme måte som animasjonen som er laget på *Earthquake time integration*-analysen. Dersom bruker trykker på knappen *Run* vil den responsen som har blitt valgt som er valgt bli fortløpende bli animert. Det er også mulig for bruker å se på *Elastic*- eller *Section*-diagrammene på samme måte som responsene under animasjonen. Animasjonen varer helt til bruker trykker på *Pause* eller til den totale lengden av tidsserien i analysen er nådd.

A.3.12 Visualisering av negative moment

I tidligere versjon av **fp2D** har det ikke vært mulig å se forskjellen på negative og positive konsentrerte momenter i modellen. Alle konsentrerte momenter ble tegnet samme vei, noe som kan være uheldig for bruker. Figur 114 viser to konsentrerte momenter på en fritt opplagt bjelke, der momentet i venstre ende er positivt og momentet på høyre ende er negativt.

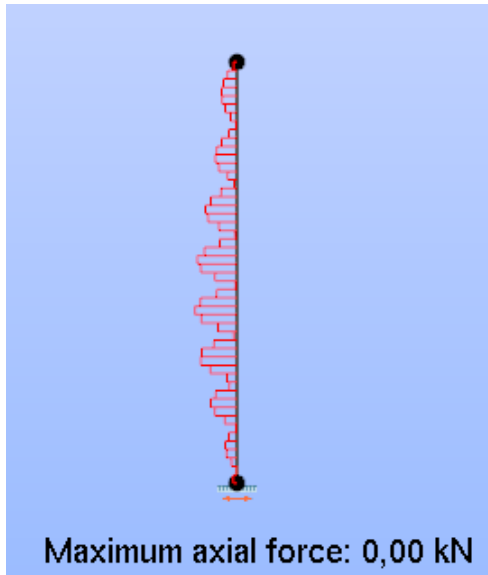


Figur 114: Positivt og negativt moment

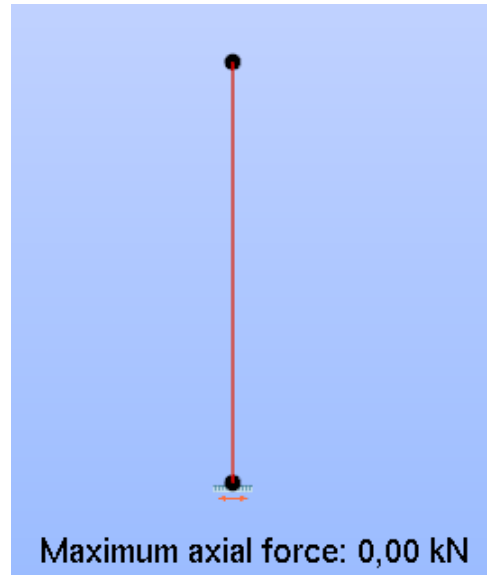
A Mindre implementasjoner

A.3.13 Numerisk støy

Det er nå implementert en innstilling i *fap2D settings* under *Numerical noise* som gir bruker mulighet til å fjerne numerisk støy. Standard i programmet er at numerisk støy fjernes. Et eksempel på hvor bruker kan oppleve numerisk støy vises i figur 115, mens det samme eksemplet med fjerning av numerisk støy vises i figur 116.

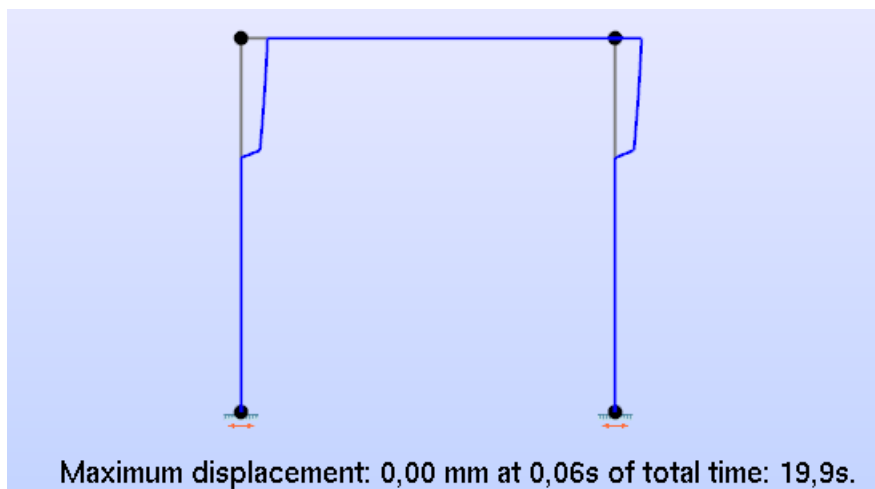


Figur 115: Numerisk støy - Av



Figur 116: Numerisk støy - På

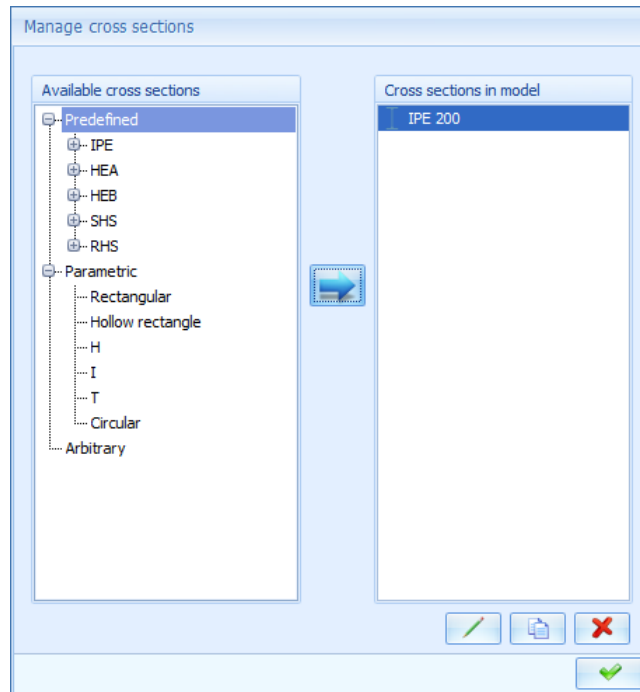
I konstruksjoner med små deformasjoner kan det oppstå en urealistisk deformasjonsform i forskyvningsdiagrammet, i tilfeller hvor fjerning av numerisk støy er på (se figur 117).



Figur 117: Numerisk støy – Små deformasjoner

A.3.14 Dialogboks for definering av tverrsnitt

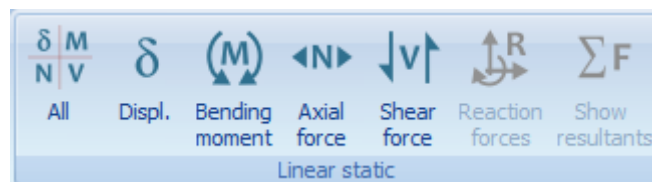
Dialogboksen for å definere tverrsnitt (se figur 118) har fått node nummer 1 er også ekspandert på *Predefined* og *Parametric*. Dette er for at bruker skal slippe å trykke på en av disse hver gang han / hun skal finne et ønskelig tverrsnitt. Dialogboksen har også blitt høyere og bredere, og IPE200 har blitt satt som predefinert tverrsnitt for alle nye modeller.



Figur 118: Dialogboksen «Manage cross sections»

A.3.15 Disable knapper i dynamiske analyser

Knappene for *Reaction forces* og *Show resultants* i gruppe *Linear static* er *disabled* for alle dynamiske analyser (se figur 119), siden reaksjonskreftene her vil være 0.



Figur 119: Knapper for forskjellige snittkrefter - Dynamiske analyser

A Mindre implementasjoner

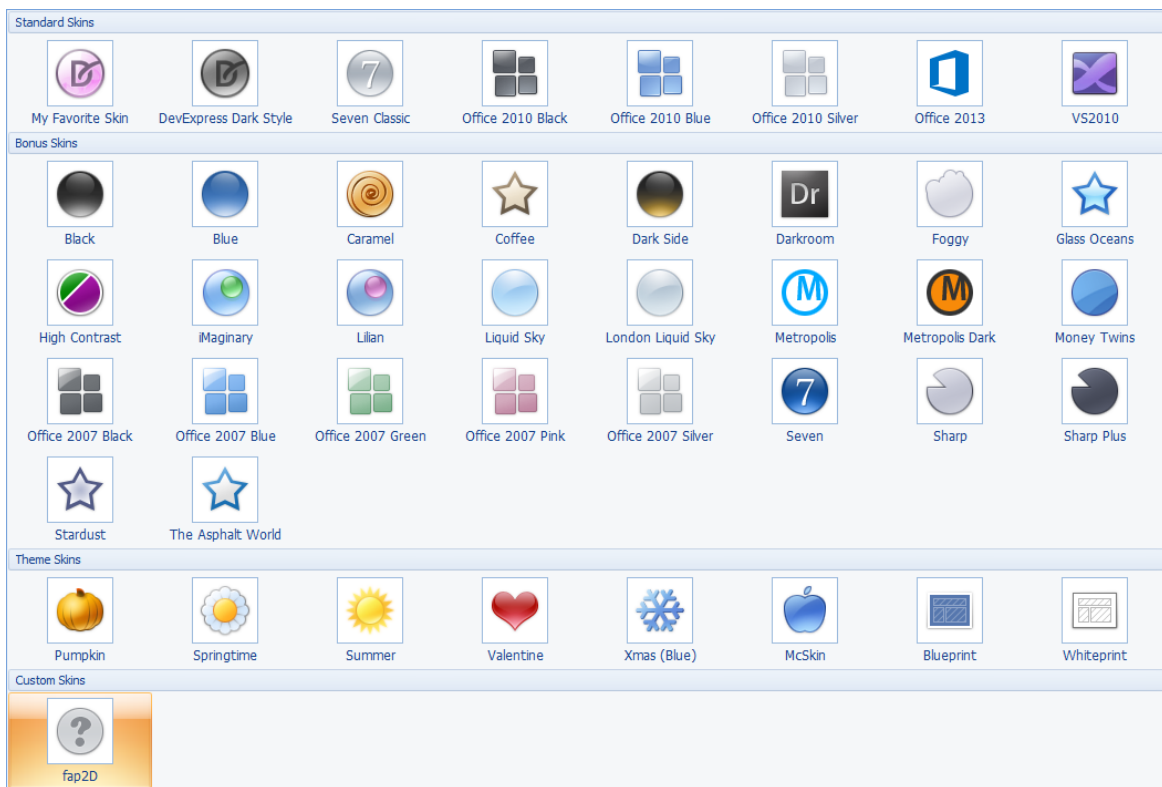
A.3.16 Oppgradering til .NET 4.5

.NET 4.5[23] ble lansert den 15. august 2012 og er den nyeste versjonen til .NET-rammeverket. .NET 4.5 støttes kun av operativsystemet Windows Vista eller nyere. **fap2D** har blitt oppdatert fra .NET 3.5 til .NET 4.5 og benytter seg derfor av den nyeste teknologien til Microsoft.

A.3.17 Oppgradering av Devexpress

fap2D benytter seg av Devexpress[15] til dialogbokser og *Ribbon*-systemet i programmet. Det har derfor vært ønskelig å benytte seg av den nyeste versjonen, noe som krevde en investering på 899 USD. Utviklergruppen ble enig i løpet av våren at dette var det verdt og Kolbein Bell gikk derfor til investering av nyeste versjon av dette rammeverket.

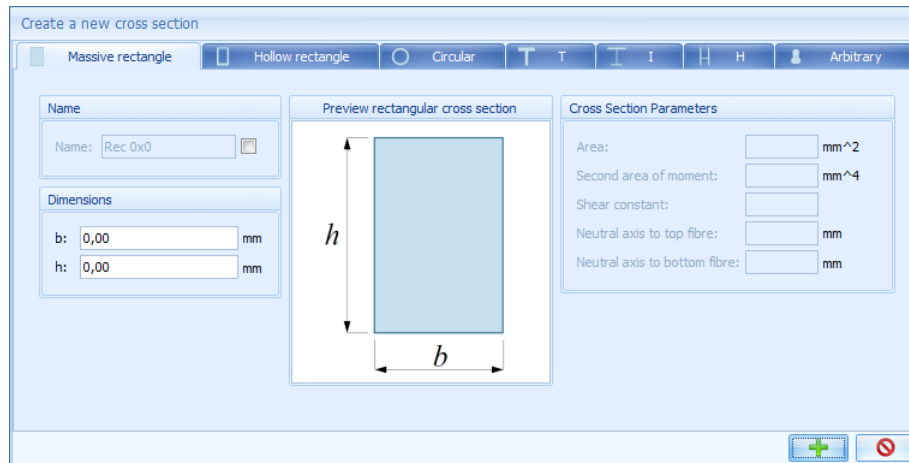
I denne perioden har det kommet flere oppdateringer av Devexpress[15], og alle har blitt implementert. Programmet har blant annet fått halvert oppstartstiden, flere *bugs* har forsvunnet og programmet har fått flere *skins* (se figur 120). Mulighetene for å utvide funksjonalitet har også blitt større, for eksempel muligheten for å se på en av verdiene på et punkt i en graf ved å holde musepekeren over punktet.



Figur 120: Skins

A.3.18 Dialogboks for parametriske og arbitrære tverrsnitt

Dialogboksen for å definere egendefinerte tverrsnitt, *Create a new cross section* (se figur 121), hadde i tidligere versjon av **fap2D** dynamiske tegninger av hvilke størrelser som ble satt av bruker til enhver tid. Dette vil si at hvis bruker skulle velge en verdi for b i *Massive rectangle* ville størrelsen b bli rød ved hjelp av OpenGL-grafikk.

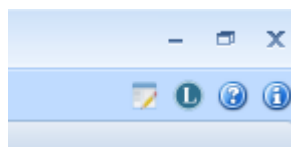


Figur 121: Dialogboksen «Create a new cross section»

Tegningen av dette var ressurskrevende for programmet og krevde unødvendig mange kodelinjer. Nå er den dynamiske tegningen fjernet og byttet ut med statiske bilder. Størrelsene som blir valgt av bruker vises fortsatt med rødt, men visualiseres ved å veksle mellom statiske figurer av tverrsnittet istedenfor.

A.3.19 Lisensknapp

For at brukerne skal ha lett tilgang på lisensen til programmet er det implementert en knapp for å få opp lisensfilen. Denne knappen, som symboliseres ved en sirkel med en L, ligger til venstre for knappen for brukermanualen, oppe til høyre i programmet (se figur 122). Når bruker trykker på denne knappen åpnes lisensfilen, som er en .pdf-fil, på samme måte som brukermanualen.



Figur 122: Knapp for lisensfil

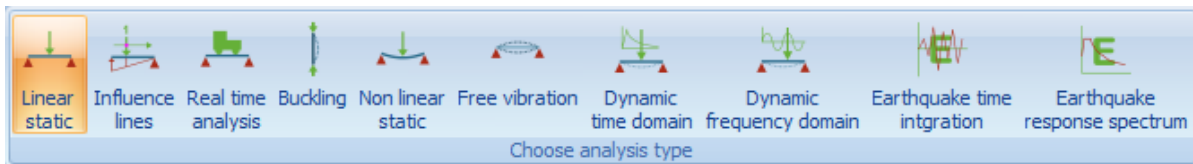
A Mindre implementasjoner

A.3.20 Nye bilder

Gjennom hele utviklingen har kandidaten vært ansvarlig for å implementere alle nye bilder i programmet. Dette gjelder bilder som er laget av Kolbein Bell, egne og de andre utviklernes bilder.

A.3.21 Ny rekkefølge på animasjonene

I den nye versjonen av **fap2D** er det en annen rekkefølge på analysene i gruppen *Analysis* (se figur 123). Rekkefølgen er bestemt av Kolbein Bell, og er den samme som på bildene av de forskjellige analysene på oppstartsskjermen til programmet (se figur 123).



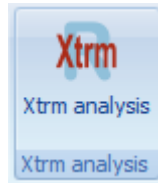
Figur 123: Forskjellige analysetyper

A.3.22 Kodekonvensjoner

Gjennom prosjekt- og masteroppgaven er det innført kodekonvensjoner for kildekoden til **fap2D**. Dette har vært for å øke lesbarheten og gjøre det lettere for nåværende og eventuelt fremtidige utviklere å jobbe med kildekoden. Navnekonvensjonene i kodekonvensjonene baserer på arbeidet til Daniel Aase og Brita Årvik[6], som igjen er hentet fra Dolven sin hovedoppgave[24]. Hele kildekoden har blitt gått igjennom flere ganger av utviklerne for å sikre at ingenting har blitt oversett.

A.3.23 Ekstremanalyse for tvungen svingning

For å få en bedre oversikt over hvilket tidspunkt de forskjellige responsene har sine maksimalverdier under tvungen svingningsanalyse er det implementert en ekstremanalyse. Denne får bruker opp ved å trykke på knappen *Xtrm analysis* (se figur 124) under fanene *Results*.



Figur 124: Knappen «Xtrm analysis»

Dialogboksen som åpnes er *Xtrm analysis* (se figur 125). Egenskapene for denne dialogboksen er de samme som for dialogboksen *Xtrm earthquake analysis*, så for mer informasjon 4.1.13.

Figur 125: Dialogboksen «Xtrm forced vibration analysis»

A Mindre implementasjoner

B Logg

Loggen er en oversikt over det daglige arbeidet som er utført. Det er her ikke lagt vekt på å ha et akademisk språk, og det vil også forekomme aspekter som er akademisk feil. I loggen er det lagt vekt på å forklare selve implementeringene, ikke det som er skrevet i dette dokumentet.

Beskrivelse av arbeid	Klasser / filer	Tid
<p><u>Tirsdag 25.12:</u> Jobbet i dag med å sette opp dokumentet som skal benyttes til å skrive masteroppgaven. Dette har vært for å ha et sted å begynne å se litt på hva jeg ønsker å skrive om i selve masteroppgaven, på et overordnet nivå.</p> <p>Jeg har også gått igjennom alle klassene i kildekoden til fap2D og ryddet opp noe. Har ut ifra denne gjennomgangen begynt på et forslag til kodekonvensjoner i programmet.</p>	Alle	6,5
<p><u>Onsdag 26.12:</u> Fortsatt arbeidet med opprydning av koden og forslag til kodekonvensjoner.</p>	Alle	3
<p><u>Torsdag 27.12:</u> Ble dag blitt ferdig med revisjon 1 for kodekonvensjonene. Selve dokumentet er ikke skrevet, men kildekoden er oppdatert etter slik jeg ser for meg at kodekonvensjonene vil ende opp. Ca 2700 kodelinjer lagt til eller fjernet og en total reduksjon på 2000 kodelinjer. Største forandring er derimot at alt nå er delt inn i like regioner og koden er strukturert bedre innenfor hver klasse, noe som fører til bedre lesbarhet.</p> <p>Begynte også arbeidet med GUI til implementasjonene mine. Ble ferdig med å lage alle <i>ribbongroups</i>ene og <i>ribbonbuttons</i>ene. Dette tok en del tid. Fikk også lagt inn bilder på de knappene jeg ville ha. Her trengs det nye bilder fra Kolbein. La også inn <i>eventen</i> som skal kjøres når man trykker på <i>run</i>, men har valgt å kopiere inn <i>eventen</i> som kjøres når man trykker <i>run</i> på <i>dynamic time domain simulation</i>, siden denne ligger nærmest det som skal kjøres i den endelige implementasjonen.</p> <p>Begynte deretter på å legge inn de predefinerte jordskjelvene. Jobbet med å få inn en liste over jordskjelvene, og prøvde å bruke mye av det som er programmert fra før.</p>	Alle <i>FrmLoadEarthquake.cs</i> <i>FrmEarthquake.cs</i> <i>FrmManageTimeFunctions.cs</i> , <i>FrmAddTimeFunction.cs</i> og <i>UC_ArbitraryTimeFunction.cs</i>	10,5
<p><u>Fredag 28.12:</u> Fortsatte arbeidet med å legge inn de predefinerte jordskjelvene. Dialogene for jordskjelvene i last skal nå være ferdig, med unntak av editering av jordskjelvene, og noen småfeil når det kommer til navn på jordskjelvene. Har fått satt opp datastrukturene til jordskjelvene, men har ikke lagt inn informasjon angående dato,</p>	<i>StructuralModel.cs</i> <i>UC_EditTimeFunctionEarthquake.cs</i> <i>FrmAddTimeFunctionsEarthquake.cs</i> <i>FrmEarthquake.cs</i>	4

sted ol. enda. Må også se på hva programmet skal gjøre hvis man trykker på Cancel i *FrmEarthquake.cs*. Det skilles mellom de originale tidsseriene for dynamisk last og jordskjelvene.

Lørdag 29.12:

Startet dagen med å fikse alle kjente *feil* i dialogboksene som benyttes for jordskjelvene. Dialogboksene fungerer nå slik jeg vil at de skal fungere, selv når det ikke er noen jordskjelv som er definert.

Deretter la jeg inn informasjonen som bør være med om jordskjelvene. Informasjonen som er lagt inn nå er:

- *Event name*
- *Date*
- *Region*
- *Recording site*
- *Country*
- *Number of samples*
- *Sampling interval [s]*
- *Max ground acceleration [m/s²]*
- *Time of max ground acceleration [s]*
- *Damping ratio in fractions of 1*
- *Total time [s]*

Denne informasjonen lagres nå av programmet på lik måte som for eksempel navnet til en dynamisk last. Informasjonen lastes selvsagt også inn på lik måte. La også inn en test for å sjekke om bruker har lagt inn korrekt data (*integer/string* etc.). Hvis dataen ikke tilfredsstillende får bruker beskjed om dette.

Til slutt begynte jeg arbeidet med å få lastet inn de 9 forskjellige predefinerte jordskjelvene. Sliter litt med å forstå hvor i programmet dette skal legges inn. La inn tidsseriene inn i kildekoden slik at de kan bli lest inn.

Tirsdag 1.1:

Fortsatte å jobbe med de predefinerte jordskjelvene. Programmet leser nå alle tekstfilene og lagrer de i standard datastrukturer. Jordskjelvene er ikke lagret i noen form for liste enda, noe som må gjøres. Sliter her litt med å forstå hvordan alle dataene lagres når man definerer en tidsserie. Måtte forandre litt på tekstfilene for å kunne lese de ordentlig, og tok blant annet bort referansenummeret, siden dette ikke vil bli brukt til noe. Det er nå et «problem» med at hvert av jordskjelvene må ha 5 datapunkt på hver linje for at det skal kunne bli lest. La derfor til punkter med 0,0 i y-retning der det trengtes (i slutten av filene). Hvis ikke dette går greit må det lages en metode for å sjekke hvor mange punkter

FrmEarthquake.cs 7
FrmAddTimeFunctionEarthquake.cs
FrmEditEarthquake.cs
UC_EditTimeFunctionEarthquake.cs
EarthquakeTimeSeries.cs
FrmMainGUI.cs

Recordhoeg1a.txt
Recordhoeg1b.txt
Recordhoeg1c.txt
Recordhoeg2a.txt
Recordhoeg2b.txt
Recordhoeg2c.txt
Recordhoeg3a.txt
Recordhoeg3b.txt
Recordhoeg3c.txt

EarthquakeTimeSeries.cs 6
FrmLoadEarthquake.cs
Recordhoeg1a.txt
Recordhoeg1b.txt
Recordhoeg1c.txt
Recordhoeg2a.txt
Recordhoeg2b.txt
Recordhoeg2c.txt
Recordhoeg3a.txt

<p>som er på siste rad i tekstfilen.</p> <p>Begynt så arbeidet med <i>FrmLoadEarthquake.cs</i>, men fikk ikke gjort så mye annet enn å satt opp hoved-GUI.</p>	<p><i>Recordhoeg3b.txt</i> <i>Recordhoeg3c.txt</i></p>
<p><u>Onsdag 2.1:</u></p> <p>Startet dagen med å jobbe med <i>FrmLoadEarthquake.cs</i>. Denne dialogboksen har nå ferdig GUI, og alle dataene blir lest inn av dialogboksen. Dialogboksen klarer nå å sette sammen hvilke randbetingelser som skal eksiteres av hvilke jordskjelv og hvilken retning som jordskjelvet skal virke. Dette må lagres globalt, og lagres for hver modell. Det må også komme grafisk frem i selve modellen hvilke randbetingelser som eksiteres av jordskjelv og i hvilken retning.</p> <p>Fant så ut at jordskjelvene som blir lagt til ikke blir lagret globalt i modellen. Hvis man lukket og åpnet en modell hvor man hadde definert et jordskjelv ville ikke disse jordskjelvene bli husket når man laster inn modellen. Måtte derfor lagre disse globalt, noe som hovedsakelig foregitt i <i>StoringUtilities.cs</i>. Fant her ut at jeg også måtte skille tydeligere mellom vanlige <i>TimeSeries</i> og <i>EarthquakeTimeSeries</i>, og jeg måtte blant annet definere en <i>bool</i> variabel som sa om tidsserien var et jordskjelv eller ikke. Programmet skiller nå korrekt mellom vanlige tidsserier og jordskjelv. For å unngå duplisering av kode, og for å gjøre det enkelt, valgte jeg å utvide <i>TimeFunction</i> i <i>ModelDataSet.xsd</i>. Per definisjon har nå alle <i>TimeFunction</i> informasjon som også omhandler jordskjelv, men blir ikke brukt hvis tidsserien ikke er et jordskjelv. Denne utvidelsen skal ikke ha noen betydning om programmet regner korrekt på de andre analysene.</p> <p>Deretter jobbet jeg med å lese inn de predefinerte jordskjelvene globalt i programmet. For at dette skulle gå har jeg valgt at de predefinerte jordskjelvene skal leses inn som <i>EarthquakeTimeSeries</i> når det blir opprettet en ny fil. Det vil da bli lest inn 9 predefinerte jordskjelv, som lagres om modellen lagres. Fikk ikke dette ordentlig til, men kom et stykke på vei.</p> <p>Fant også en del feil i dag, noe som blir sendt videre til Kristian Pedersen når masteroppgaven begynner for fullt.</p>	<p><i>FrmLoadEarthquak</i> 10 <i>e.cs</i> <i>FrmMainGui.Analy</i> <i>sisPage.cs</i> <i>StoringUtilities.cs</i> <i>ModelDataSet.xsd</i> <i>TimeFunction.cs</i> <i>UC_EditTimeFunc</i> <i>onEarthquake.cs</i> <i>UC_EditTimeFunti</i> <i>on.cs</i> <i>EarthquakeTimeSer</i> <i>ies.cs</i> <i>FrmMainGui.cs</i> <i>FrmMainGui.Appli</i> <i>cationMenu.cs</i></p>
<p><u>Torsdag 3.1:</u></p> <p>Fortsatte å jobbe med de predefinerte jordskjelvene. Klarte endelig å legge de inn slik at alle punktene i tekstfilene blir automatisk lagt til når det opprettes en ny modell. Dette arbeidet foregitt i <i>EarthquakeTimeSeries.cs</i>. Når dette var gjort og jeg sjekket zooming inn og ut av de predefinerte jordskjelvene i</p>	<p><i>EarthquakeTimeSer</i> 7 <i>ies.cs</i> <i>FrmEarthquake.cs</i> <i>UC_Graph.cs</i> <i>UC_EditTimeFunc</i> <i>onEarthquake.cs</i></p>

<p><i>FrmEarthquake.cs</i> krasjet programmet. Dette var fordi OpenGL Bufferen var for liten. Økte derfor denne fra 128 til 16384 bytes. Fikset også et par logiske feil her, og verifiserte at alt nå lagres og lastes korrekt.</p>	<p><i>FrmLoadEarthquak e.cs.</i></p>
<p>Deretter optimaliserte jeg koden i <i>UC_EditTimeFunctionEarthquake.cs</i>.</p>	
<p>Gjorde også slik at man ikke kan slette eller editere de predefinerte jordskjelvene i <i>FrmEarthquake.cs</i>.</p>	
<p>Så fortsatte jeg arbeidet på <i>FrmLoadEarthquake.cs</i>. Nå lastes alt korrekt inn i listboksene, kombinasjonene av jordskjelv, retning og randbetingelser fungerer også. Jeg opprettet en global variabel som var en liste over hvilke randbetingelser som blir eksitert. Denne kalles <i>_earthquakeOnSupports</i>, og befinner seg i <i>StructuralModel.cs</i>, sammen med alle andre variable som blir lagret globalt i modellen. Denne listen har følgende oppbygning: [<i>id, earthquakenummer, number of supports, supportid1, supportid2 ..., direction (0 = horizontal, 1 = vertical)</i>]. Dataene lagres også korrekt i denne listen, men det er ikke fikset hvis man sletter en kombinasjon enda. Det må også vises globalt i programmet at randbetingelsene eksiteres og i hvilken retning.</p>	
<p><u>Mandag 14.1 (Offisiell start):</u> Startet dagen med å sette opp skjerm, tastatur etc. på pulten og konfigurerte dette. Deretter leste jeg igennem Kolbeil Bell sin «<i>Gentlemen`s agreement</i>» for fap2D.</p>	<p><i>FrmLoadEarthquak 7 e.cs</i></p>
<p>Begynte så å programmere på <i>FrmLoadEarthquake.cs</i>. Her så jeg på hvordan <i>EarthquakeOnSupports</i> listen skal oppdateres når en eksitering blir slettet. Fikk ikke helt til dette, men velger å se nærmere på det når datastrukturen som skal inn i Frame2D blir bestemt nærmere.</p>	
<p>Deretter skrev jeg et utkast til kodekonvensjonene som benyttes på C# delen av programmet. Dette er per dags dato et veldig grovt utkast og vil bli diskutert med de andre utviklerne og Kolbein i nærmeste fremtid.</p>	
<p>Til slutt brukte jeg dagen på å oppgradere programmet til .NET 4.5 (fra .NET 3.5).</p>	
<p><u>Tirsdag 15.1:</u> Started dagen med å jobbe med å lage de globale pilene som skal indikere om de forskjellige randbetingelsene er eksitert av et jordskjelv og i hvilken retning. For å gjøre dette måtte jeg legge til</p>	<p><i>Support.cs 8 FrmLoadEarthquak e.cs ModelDataSet.xsd</i></p>

to attributter i *Support.cs*. Om en randbetingelse er eksitert eller ikke vil bli indikert når man lukker *FrmLoadEarthquake.cs*.

Deretter hadde vi et møte med Kolbein angående oppstart av masteroppgaven, «*Gentlemen's agreement*», karakteren på prosjektoppgaven og jeg viste hva jeg hadde gjort hittil.

Deretter fortsatte jeg å jobbe med *FrmLoadEarthquake.cs*. La nå til en ekstra radiobutton som indikerte at jordskjelvet er i både horisontal og vertikal retning. Verdiene er nå som følger:

- 1: Horisontalt jordskjelv
- 2: Vertikalt jordskjelv
- 3: Både horisontalt og vertikalt jordskjelv

Deretter fant jeg en bug når man lagrer en fil på måten «*save*» (ikke «*save as*»). Alle jordskjelvene forsvinner og blir gjort om til vanlige *TimeSeries*. Prøvde å fikse denne bugen, men fikk det ikke til.

Onsdag 16.1:

Begynte dagen med å legge til de nye bildene som Kolbein har laget til Jordskjelvsanalysen og Sanntidsanalysen. Sliter med å få disse gjennomsliktig, og har prøvd lenge å google problemet. Har også prøvd flere forskjellige programmer for å få til dette, men uten hell. Har derfor lagt dette litt på is.

Deretter hadde jeg en snakk med Kolbein angående datastrukturene som skal inn i **Frame2D**. Skal motta et dokument på hvordan han ønsker å ha det i nærmeste fremtid.

Så fant flere av oss utviklerne ut at alle analysene våre hadde sluttet å fungere. Dette var grunnet at vi hadde oppgradert programmet vårt til .NET 4.5, og importeringen av Dll-filen til **Frame2D** krasjet. Dette ble løst ved å forandre *CallingConvention.StdCall* til *CallCallingConvention.Cdecl*.

Jeg installerte så den nyeste versjonen av TortoiseSVN, og anbefalte de andre utviklerne å gjøre det samme.

Til slutt jobbet jeg med *FrmLoadEarthquake.cs* og arbeidet med å indikere globalt at randbetingelsene blir eksitert. Dette arbeidet har nå tatt ganske lang tid, men har funnet alle metodene som skal være nødvendig for å få til dette.

Fredag 18.1:

Fortsatte arbeidet med å indikere om randbetingelsene blir eksitert av et jordskjelv, og i så fall i hvilken retning. Sleit her med å få til

*FrmLoadEarthquak 6
e.cs*

*FrmLoadEarthquak 4
e.cs*

dette, og prøvde flere ideer. Fikk tegnet en strek i dialogboksen *FrmLoadEarthquake.cs*, men for å få til å tegne i selve modellen må jeg programmere i OpenGL. Prøvde flere måter å få til dette på, men er usikker på hvordan jeg skal gå frem for å få til dette. Brukte en del tid på å prøve å modellere jordskjelvene som blir lagt til som en last på lik linje med klassen *PointLoad.cs*, men dette skal være unødvendig og forkastet derfor dette. Må også finne en måte få tegnet alle pilene som indikerer at randbetingelsen er eksitert og hvillken retning, når modellen blir lastet inn. I dag gikk det meste av tiden med på å lese og sette seg inn i kode.

Fredag 25.1:

Startet dagen med å fikse bildene som Kolbein har sendt oss. Disse hadde før ikke en gjennomiktig bakgrunn, men dette er nå fikset. Tok litt tid å få det til, men alle bildene fra Kolbein og bildene Frans bruker midlertidig i sin del av programmet har nå gjennomiktig bakgrunn.

Deretter forandret jeg datastrukturene i *FrmLoadEarthquake*, på bakgrunn av endringer som Kolbein har foreslått. Blant forandringene var at det skal være et horisontalt og et vertikalt jordskjelv av gangen, og alle randbetingelser skal eksiteres. Jeg måtte også legge til en skaleringsfaktor. Den globale listen *EarthquakeOnSupports* lagres og leses nå korrekt, og den blir lagret globalt i *StructuralModel*. For å få til dette måtte jeg utvide *ModelDataSet.xsd* med en egen tabell for *ActiveEarthquakes*. Oppbygningen til *EarthquakeOnSupports* er nå:

[*number of earthquakes, earthquake i, direction of earthquake i, scale factor ...*]

Så fikset jeg ferdig logikken om et opplager skal ha et tegn som indikerer at det blir eksitert og i hvilken retning. Logikken for om et slikt tegn skal fjernes er nå også fikset.

Fant også en løsning på bugen som gjorde at hvis man lagret en modell over en gammel modell så ble alle tidsfunksjonene vanlige tidsfunksjoner. Dette var fordi programmet ikke leste inn om tidsseriene var jordskjelv eller ikke korrekt.

Til slutt begynte jeg arbeidet med å lage en egen dialogboks for tidsaksen til jordskjelvsanalysen, som jeg kaller *FrmTimeDomainEarthquake*. Tanken her er at attributtene om inkrementet delta t, lengden tidsaksen og lignende skal leses inn på grunnlag av de jordskjelvene som benyttes og ikke hva bruker selv velger. Lagde ferdig GUIen på dette og lagde egne globale

FrmMainGui.cs 8
FrmLoadEarthquake.cs
StructuralModel.cs
ModelDataSet.xsd
StoringUtilities.cs
FrmTimeDomainEarthquake.cs
StructuralSettings.Analyses.cs

attributter i *StructuralSettings.Analyses*. Fortsetter arbeidet på denne dialogboksen i morgen.

Lørdag 26.1:

Fortsatte arbeidet på *FrmTimeDomainEarthquake.cs*. Fikk byttet ut den gamle dialogboksen for tidsaksen med den nye jeg har laget, og programmet setter nå variablene i denne dialogboksen ut ifra hvilke jordskjelv som er aktive (i vårt tilfelle kun 1). Programmet henter nå ut for eksempel den minste sampling intervallet/lengste jordskjelv i tid og setter disse verdiene i *FrmTimeDomainEarthquake*. Disse variablene blir også satt i *FrmTimeDomainEarthquake* når programmet åpner en eksisterende fil. Dialogboksen benytter seg også nå av de globale variablene jeg lagde i går i *StructuralSettings.Analyses*.

Fant deretter ut at flere av avbryt knappene ikke fungerer i programmet i det hele tatt. Jeg fjernet derfor knappene i de dialogboksene jeg er ansvarlig for. Utviklerne av programmet har heller ikke vært konsekvent på hvilken side de setter ok- og avbryt knappene, og de fleste stedene har de satt ok-knappen på høyre side, noe som er feil. Dette vil bli informert om på førstkommende møte.

Deretter begynte jeg arbeidet med hva som skal skje når bruker trykker på *Run*. Måtte her sette meg inn i mye av koden og dokumentasjonen jeg har fått tildelt av Kolbein. Utvidet *mKey* og *tFlPar*, som ligger i *ComputationalModel.KeyParameters*, variablene med de nødvendige attributtene for jordskjelvsanalysen. Måtte også opprette to lister (som ligger i *ComputationalModel.Tables*):

- `double [] TtfdH`: liste over horisontal akselerasjon
- `double [] TtfdV`: liste over vertikal akselerasjon

Verifiserte deretter at all data blir korrekt lest inn og at alle tabeller som skal inn i **Frame2D** er korrekt i henhold til dokumentasjonen. Jeg satt også opp koden i **Frame2D.cs** som vil gjøre det mulig å benytte seg av `.dll` metoden som Kolbein lager til meg (*Frame2D.EqD*), men denne kan bli forandret innen han er ferdig.

Så satt jeg opp et forslag til hvordan resultatsiden skal se ut når analysen er kjørt. Dette er kun et forslag, og den må nok utvides en del. Kommer til å diskutere dette på førstkommende møte. Alt som mangler nå for å ha en ferdig implementasjon av jordskjelvsberegninger i tidsplanet er å indikere at randbetingelsene eksiteres globalt i modellen og subrutinen som Kolbein utvikler, inkludert det på resultatsiden av analysen.

FrmTimeDomainEarthquake.cs 8,5
FrmMainGui.cs
FrmMainGui.AnalysisPage.cs
FrmLoadEarthquake.cs
ComputationalModel.KeyParameters.cs
ComputationalModel.cs
Frame2D.cs
FrmMainGui.ApplicationMenu.cs
EarthquakeTimeSeries.cs

Til slutt benyttet jeg tiden til å gjøre om en del tilfeldige klasser ihht kodekonvensjonene vi har laget. Gikk også igjennom *EarthquakeTimeSeries.cs* og ryddet opp i koden jeg har skrevet her tidligere.

Søndag 27.1:

Startet dagen med å utvide kodekonvensjonene vi har laget med navnekonvensjonene som Daniel Aase og Brita Årvik lagde i sin masteroppgave.

Deretter fortsatte jeg å sette meg inn i hvordan jeg skal indikere at randbetingelsene blir eksitert av et jordskjelv. Dette førte til mye kodelesing, og jeg kom etter hvert frem til at måte jeg har angrepet problemet på før har vært feil. Den letteste måten fant jeg ut er å iterere over alle randbetingelsene og sjekke om variablene *.IsExcitedHorizontal* og *.IsExcitedVertical* er satt til *true*. Hvis dette er sant bytter man ut bildet av randbetingelsen med et bilde som har det samme randbetingelsen bare med en horisontal/vertikal/både horisontal og vertikal pil. Programmet gjør dette nå korrekt, og randbetingelsene blir oppdatert ved eventuelle endringer i *FrmLoadEarthquake*. Riktige bilder blir også satt når man laster inn en eksisterende modell. Fremgangsmåten førte også til at jeg kunne kutte en del kode i *FrmLoadEarthquake.cs*. Jeg trenger en del bilder av Kolbein, noe jeg tar opp med han i morgen. Når jeg programmerte dette kom det derimot opp en del spørsmål angående hvilke randbetingelser som skal eksiteres, hvilken retning de skal eksiteres i henhold til hvilken retning de står og hva man gjør med randbetingelser som har en lokal akse. Venter derfor med å fullføre dette arbeidet til i morgen.

Vi må også ta en diskusjon om hva vi skal gjøre med de forskjellige ressursene som benyttes av programmet. Per dags dato leses noe inn fra mapper i **fap2D**-mappen, noe ligger i kildekodden, noe ligger som tekstfiler i kildekoden. Noe ligger i *.resx*-filer og noe ligger i en database. Det optimale hadde vært å hatt en løsning for alt og vært konsekvent på dette. Har brukt litt tid på å lese om de forskjellige alternativene vi har her og vil ta dette opp på møtet i morgen.

Til slutt benyttet jeg tiden til å gjøre om en del tilfeldige klasser ihht kodekonvensjonene vi har laget.

Mandag 28.1:

Startet dagen med møte sammen med resten av gruppen og Kolbein. Jeg fikk bekreftet at måten jeg viser i modellen at det er

FrmLoadEarthquak 8
e.cs
FrmModel.cs
ModelSymbol.cs
ModelSymbolCollec
tion.cs
StoringUtilities.cs
Support.cs

FrmLoadEarthquak 8
e.cs
EarthquakeTimeSer

aktive jordskjelv er en grei måte å gjøre det på. Derimot vil Kolbein også ha en skaleringsfaktor i vertikalretning også. Når det kommer til opplager med en vinkel vil dette bli tatt hånd om i **Frame2D**, men jeg skal vise globalt i modellen at denne type opplager alltid blir eksitert i begge retninger dersom det er et aktivt jordskjelv i enten horisontal eller vertikal retning. Vi var derimot usikker på om det kan være forskjellige jordskjelv i de forskjellige retningene, noe Kolbein skulle ta opp med de andre professorene på instituttet. Jeg får informasjon om dette forhåpentligvis allerede i morgen. Hvis det kan være to forskjellige jordskjelv må jeg lage en algoritme for at jordskjelvene får «like mange punkter», og at de har samme lengde. Det siste løses ved å legge til mange nullpunkter i det jordskjelvet som varer kortest. Jordskjelvene må også ha samme tidsskritt. Hvordan programmet skal bruke de forskjellige ressursene som blir brukt må vi bli enige om, men vi valgte å se på dette på et senere tidspunkt. Fikk også bekreftet at variablene (som finnes ut ifra aktive jordskjelv) som settes i tidsaksen som benyttes av jordskjelvene er greit. Gikk også igjennom en del feil jeg har funnet. Disse er sendt til Kristian. *ies.cs*

Etter møtet satt jeg opp SVN-server til Kristian, som har programmert *offline* hittil. Vi fikk også *merget* hans kode med den eksisterende. Etter dette gikk vi igjennom kodekonvensjonene vi har skrevet og la til et par punkter.

I koden er det nå en del metoder vi har funnet som aldri blir benyttet. *Ghost-members* er heller ikke implementert. Jeg og Kristian, hvis vi får lov av Kolbein, har lyst til å slette alt som ikke er implementert, alle metoder og variable som ikke benyttes av programmet og alle steder i koden hvor det er *TODO-statments* (dersom dette er hensiktsmessig). Tar opp dette med Kolbein i morgen.

Deretter fikset jeg en bug i *FrmLoadEarthquake.cs* som hadde oppstått grunnet at jeg har forandret koden. Det var nå mulig å legge til mer enn et jordskjelv som er aktivt, noe som er feil. Jeg utvidet også dialogboksen med en vertikal skaleringsfaktor, og utvidet informasjonen som er synlig angående jordskjelvene med hvilken retning de virker.

Til slutt programmerte jeg om stien som benyttes når man laster inn tidsseriene for akselerasjonene til jordskjelvene. Det var her ikke en relativ sti, noe som førte til at Kristian ikke fikk kjørt koden. Dette skal nå være fikset.

Tirsdag 29.1:

Begynte dagen i dag med å møte Kolbein og snakke om hva han hadde fått høre fra Svein Remseth. De hadde kommet fremt til følgende:

- Ikke lov å bruke vertikale jordskjelv i horisontal retning og motsatt
- Man skal ha en skaleringsfaktor i både horisontal- og vertikalretning
- Jordskjelvene som blir brukt skal være av samme type
- Jordskjelvene som blir brukt skal være av samme lengde

Jeg og Kolbein hadde en diskusjon om hva som skjer med opplager som har en vinkel. Vi ble her enige om at vi skulle indikere dette ved å ha en pil i hver retning under det skrå opplageret. Det var også en diskusjon om man skulle kunne ha med foreskrevet forskyvning i analysen, noe vi må tenke mer på. Per nå ble vi enige om at jeg programmerer det som om det er mulig, også får vi heller ta det bort i ettertid.

Etter dette måtte jeg fikse en bug som gjorde at Kristian ikke fikk lest inn jordskjelvene. Dette var grunnet at hans Visual Studio-versjon har et annet språk enn vår, og dermed tolket «,» og «.» på forskjellige måter. Dette ble løst ved å fortelle **fap2D** at når jordskjelvene blir lest inn skal man ignorere denne forskjellen.

Deretter begynte jeg å arbeide med de endringene fra dagens møte. Jeg begynte med å forandre *FrmLoadEarthquake.cs* til å ikke kunne benytte jordskjelv av forskjellig type og at de måtte være i riktig retning i forhold til hvilken retning jordskjelvet fungerer. Dette fungerer nå.

Etter dette sørget jeg for at alle variable som skal benyttes i jordskjelvsanalysen blir satt rett i henhold til de forandringene som har blitt gjort. Jeg fant også en bug som gjorde at man måtte gå inn i dialogboksen *FrmLoadEarthquake.cs* for å sette verdiene på tidsaksen som benyttes i analysen, selv om det allerede er eksisterende jordskjelv aktivt. Dette løste jeg ved å sette disse variablene når man laster inn en eksisterende modell.

Til slutt brukte jeg tiden på å vise på opplagrene at de blir eksitert av jordskjelv og i hvilken retning. Her gjenstår det en del arbeid, og jeg har allerede funnet flere feil i denne klassen. Tydelig at dette ikke har blitt skikkelig stresstestet før. Har laget midlertidig tegninger for å kunne se om det jeg gjør er korrekt.

Onsdag 30.1:

Hadde i dag en ganske kort dag. Denne dagen gikk med på å lese

ModelDataSet.xsd 9
StoringUtilities.cs
FrmLoadEarthquake.cs
ComputationalModel.cs
ModelSymbolCollection.cs
ModelSymbol.cs
Support.cs

<p>seg opp på den nye subrutinen Kolbein har laget til min implementasjon i tidsplanet og laste opp den nye .dll-filen.</p>		
<p><u>Torsdag 31.1:</u> Startet dagen med å tilpasse implementasjonen min den nye subrutinen som Kolbein har laget til min implementasjon. Når dette var ferdig prøvde jeg å kjøre analysen, noe som førte til at jeg alltid fikk i retur <i>error message 45</i>. Dette er en <i>error message</i> som indikerer at skaleringsfaktoren jeg sender inn i subrutinen er feil. Sendte dette videre til Kolbein som skal se nærmere på problemet.</p> <p>Etter dette jobbet jeg litt videre med <i>FrmAddTimeFunctionEarthquake.cs</i> <i>UC_EditTimeFunctionEarthquake.cs</i>. La deriblant til at bruker må legge inn mer data for å lage et jordskjelv, deriblant <i>Sampling interval</i> og <i>number of samples</i>. Jobbet da også med hvilke feilmeldinger som kom opp på skjermen hvis dette ikke var definert.</p>	<p><i>Frame2D.cs</i> <i>ComputationalModel.cs</i> <i>FrmAddTimeFunctionEarthquake.cs</i> <i>UC_EditTimeFunctionEarthquake.cs</i></p>	<p>4</p>
<p><u>Fredag 1.2:</u> Prøvde i dag en ny .dll som jeg hadde fått fra Kolbein. Denne klarte ikke å kjøre analysen, grunnet at den prøvde å allokere minne som allerede er allokert.</p> <p>Deretter slette jeg en del unødvendig metoder i <i>UC_Graph.cs</i>. Jeg forandret også slik at tidsaksen (x-aksen) på grafene i programmet ikke zoomes mellom 0 og 100, men nå mellom 0 og 30. Til slutt brukte jeg en del tid på å leite etter problemet som Kristian har jobbet med om at alt i programmet tegnes for ofte i forhold til det som er nødvendig. Fant til slutt problemet og løsningen er sendt til han.</p>	<p><i>UC_Graph.cs</i></p>	<p>4</p>
<p><u>Mandag 4.2:</u> Startet dagen med å sende logfiler til Kolbein angående at .dll-filen jeg mottok i går ikke fungerer. Han skal se på saken.</p> <p>Deretter fortsatte jeg arbeidet med de forskjellige opplagrene som skal bli indikert av at det er aktive jordskjelv og i hvilken retning disse virker. Her var det mange feil fra tidligere utviklere som nå har blitt fikset opp i, og alle mulige utfall er nå testet. Det var også en bug om at alle opplagre på <i>subelementer</i> ikke ble indikert når man ville benytte seg av små ikoner på opplagrene. Dette er nå også fikset.</p> <p>Så fikset jeg en del bilder til Frans sin implementasjon.</p> <p>Etter dette støtte jeg, Kristian og Frans på en del problemer med</p>	<p><i>ComputationalModel.cs</i> <i>Support.cs</i> <i>ModelSymbol.cs</i> <i>ModelSymbolCollection.cs</i> <i>GlobalSettings.cs</i> <i>FrmMainGui.cs</i> <i>FrmSplashScreen.cs</i> <i>FrmWelcomeScreen.cs</i></p>	<p>11,5</p>

committing til den felles serveren vi benytter oss av. Dette fikk vi til slutt fikset opp i.

Til slutt begynte jeg arbeidet på en ny *SplashScreen* og en *WelcomeScreen*. Jeg forberedte også en del punkter til tirsdagens møte om hva jeg vil fjerne fra programmet.

Tirsdag 5.2:

Startet dagen med å fortsette arbeidet med *FrmWelcomeScreen.cs*.

Deretter mottok jeg en ny .dll-fil fra Kolbein som jeg testet. Denne klarte å kjøre, men jeg fikk veldig lave responser. Fikk maksimalt moment på en normal portalramme på langt under 1 kNm.

Så forandret jeg på rekkefølgen på analyseknappene. Rekkefølgen er nå: *Linear static*, *Real time analysis*, *Non-linear static*, *Influence lines*, *Buckling*, *Free vibration*, *Dynamic time domain*, *Dynamic frequency domain*, *Earthquake time domain*.

Deretter hadde vi fellesmøte. Her ble vi enige om (som har betydning for min implementasjon):

- Ny *splashscreen*: OK
- Ny *welcomescreen*: OK
- «About» teksten i programmet vil bli forandret
- Slette *ContextPages*: OK
- Slette alt vi har funnet tidligere som ikke benyttes eller som ikke er implementert: OK

Tok deretter en gjennomgang av det jeg har gjort tidligere og problemet med den nyeste .dll-filen. Ble enige at implementasjonen ikke skal ha med statiske laster, og at man kun ser på respons tilknyttet jordskjelvet.

Skrev så en mail til Kolbein om hva jeg trengte på dette stadiet. Hovedsakelig bilder og en sjekk på at .dll-filen hans er korrekt implementert.

Deretter sjekket jeg at jeg sender inn riktige data inn i subrutinen til Kolbein. Jeg slettet også en del gammel kode i forskjellige filer.

Onsdag 6.2:

Hadde i dag en utveksling av dll-filer og *error*-filer med Kolbein for å komme til bunns i hvorfor jeg får så små resultater i implementasjonen jeg har. Implementasjonen ser nå ut til å regne korrekt.

Torsdag 7.2:

Fortsatte i dag arbeidet med *FrmWelcomeScreen.cs*. Denne

FrmWelcomeScreen 8
.cs
FrmMainGui.cs
FrmModel.cs
DrawingUtils.cs
OpenGLUtils.cs
Member.cs
SubMember.cs
FrmMainGui.AnalysisPage.cs
FrmMainGui.ContextPages.cs
Point2d.cs
Point2dPolar.cs
FrmModel.cs
fap2D.Installer
XML.cs

2

FrmWelcomeScreen 4
.cs

<p>begynner nå å nærme seg et utkast. Har blant annet fått inn listen over «<i>Recently used files</i>», og <i>New 2D-model</i>-knappen fungerer nå korrekt. Har derimot et par feil jeg må fikse, deriblant at alle knappene ikke blir valgt korrekt.</p>	<i>FrmMainGui.cs</i>	
<p>Deretter ryddet jeg opp litt i <i>FrmMainGui.cs</i>.</p>		
<p>Til slutt hjalp jeg Frans med litt diverse bilder til hans implementasjon.</p>		
<p><u>Fredag 8.2:</u></p>	<i>FrmMainGui.cs</i>	9,5
<p>Begynte dagen med å fortsette arbeidet med <i>FrmWelcomeScreen.cs</i>. Ble iløpet av dagen ferdig med denne, selv om det kun er et utkast. Har nå lagt til knapp for ny modell, 4 demomodeller og listen over tidligere brukte filer fungerer.</p>	<i>FrmMainGui.AnalysisPage.cs</i> <i>FrmMainGui.cs</i> <i>FrmLoadFrequencyEarthquake.cs</i> <i>FrmTimeDomainTimeEarthquake.cs</i> <i>FrmTimeDomainFrequencyEarthquake.cs</i> <i>FrmLoadTimeEarthquake.cs</i>	
<p>Deretter hadde jeg en diskusjon med Frans angående knappene han skal bruke i sin implementasjon, siden jeg planlegger å lage en <i>Real-Time</i> simulasjon av jordskjelvet og tvungen svingningsanalyse i tidsplanet. Vi ble enige om å samkjøre knappene våre til en egen «<i>Animation</i>»-gruppe, som inneholder <i>Play</i>, <i>Pause</i> og <i>Restart</i>.</p>	<i>FrmMainGui.ResultPage.cs</i>	
<p>Så begynte jeg på arbeidet med å sette opp <i>GUI</i> for jordskjelvsanalyse i frekvensplanet. Dette tok relativt kort tid siden <i>GUI</i>en for tidsplansanalysen er nesten identisk. Var derfor en del mye <i>GUI</i> som kunne kopieres.</p>		
<p>Deretter skiftet jeg ut noen av de midlertidige bildene av opplagrene som blir eksitert med noen testbilder fra Kolbein. Skiftet jeg den maksimale skaleringsfaktoren til et jordskjelv til 2, siden analysen nå «fungerer» som antatt.</p>		
<p>Til slutt begynte jeg arbeidet med en <i>Real-Time</i> simulasjon av jordskjelv og tvungen svingning i tidsplanet.</p>		
<p><u>Lørdag 9.2:</u></p>	<i>FrmMainGui.ResultPage.cs</i>	10,5
<p>Fortsatte arbeidet med en <i>Real-Time</i> simulasjon av jordskjelv og tvungen svingning i tidsplanet. Dette var vanskelig å få til, av den grunn at selve kalkulasjonen må foregå i bakgrunnen (altså i en <i>backgroundworker</i>). Brukte mange timer på å få til dette, og flere av timene ble brukt på google. Problemet var det at når en kalkulasjon var ferdig måtte man oppdatere resultatvinduet, mens neste kalkulasjon foregikk. Dette foregår i 2 forskjellige tråder, noe som førte til store problemer.</p>	<i>FrmMainGui.AnalysisPage.cs</i> <i>ComputationalModel.Analyzes.cs</i> <i>FrmMainGui.cs</i> <i>FrmModel.OpenGL.cs</i> <i>ComputationalModel.Drawing.cs</i>	
<p>Deretter begynte jeg arbeidet på å forbedre <i>GUI</i>-en for <i>Real-Time</i></p>		

B Logg

<p>simulasjon av jordskjelv og tvungen svingning i tidsplanet i resultatvisningen. Dette var for eksempel å skrive ut på skjermen hvor langt i analysen man var, total tid etc. Fant her et numerisk avvik på <i>DefaultDeltaTSamplingStationsEarthquake</i>. Klarte derimot ikke å spore dette avviket.</p>	<i>FrmMainGui.Result sPage.cs</i> <i>FrmModel.OpenGL .cs</i>
<p><u>Søndag 10.2:</u> Fortsatte arbeidet med en <i>Real-Time</i> simulasjon av jordskjelv og tvungen svingning i tidsplanet. Dette arbeidet var mye av det samme som i går, altså prøve å finne løsningen på trådproblemet. Fant til slutt løsningen, og fikk dermed fullført implementasjonen av <i>Real-Time</i> simulasjon i begge analysene.</p> <p>Fikset også noen bilder for Frans til hans analyse. Jeg gjorde også slik at alle animasjonsanalyser, inkludert fri svingning og Frans sin <i>Real-Time</i> simulasjon, nå benytter seg av samme knapper for animasjon (<i>Play</i>, <i>Pause</i> og <i>Restart</i>).</p> <p>Deretter fikset jeg <i>Header</i>-en på flere av mine dialogbokser, som jeg ikke hadde sett tidligere at var feil.</p> <p>Begynte så jeg arbeidet på selve dialogboksene i jordskjelvsanalysen i frekvensplanet. Fant ut at jeg kun trengte en dialogboks for å representere jordskjelvet som en last og tidsakse, siden frekvensplansanalysen benytter seg av et responsspektrum som bestemmer alt dette. Jeg slettet derfor <i>FrmTimeDomainFrequencyEarthquake.cs</i>, og gjorde om navnet på <i>FrmTimeDomainTimeEarthquake.cs</i> tilbake til <i>FrmTimeDomainEarthquake.cs</i>.</p>	<i>FrmMainGui.Analy sisPage.cs</i> 8,5 <i>FrmMainGui.Result sPage.cs</i> <i>FrmEditEarthquake .cs</i> <i>FrmMainGui.ToolB ox.cs</i> <i>FrmMainGui.cs</i> <i>ComputationalMod el.Analysis.cs</i> <i>FrmLoadTimeEarth quake.cs</i> <i>FrmTimeDomainFr equencyEarthquake .cs</i> <i>FrmTimeDomainTi meEarthquake.cs</i> <i>FrmLoadFrequency Earthquake.cs</i> <i>FrmTimeDomainEa rthquake.cs</i> <i>FrmLoadFrequency Earthquake.cs</i>
<p><u>Mandag 11.2:</u> Begynte dagen med å oppdater «Rapporterte feil.xls»-listen vi har over alle feil i programmet per dags dato. Tidligere i denne listen har Kristian blitt skrevet som oppdager av alle mine problemer, og jeg forandret derfor dette. Jeg la også til de feilene jeg har funnet i nyere tid, inkludert noen forslag til forbedringer av programmet.</p> <p>Deretter jobbet jeg litt videre med <i>GUI</i>-en for frekvensplansanalysen. Dette var hovedsakelig arbeid med <i>FrmLoadFrequencyEarthquake.cs</i>. Dialogboksene fungerer nå som tenkt, men logikken bak er ikke laget enda.</p> <p>Så brukte jeg en del tid på å prøve å optimalisere <i>Real-time</i> simulasjonen jeg har laget til jordskjelvsanalysen og tvungen svingning i tidsplanet. Ideen min her var å prøve å kjøre igjennom</p>	<i>FrmLoadFrequency</i> 8 <i>Earthquake.cs</i> <i>FrmMainGui.Result sPage.cs</i> <i>FrmMainGui.Analy sisPage.cs</i>

hele analysen først for deretter å oppdatere kun resultatene til slutt. En hel jordskjelvsanalyse ville legge ca 800 mb i minnet, og jeg forkastet derfor ideen, selv om det ble lagt ned mye arbeid i det.

Tirsdag 12.2:

Startet dagen med møte med gruppen. Ble her enige om at vi ikke skulle lagre jordskjelvene med modellen, men laste de inn når man åpner en modell. Egendefinerte jordskjelv skal derimot bli lagret med modellen. Vil få alle bildene av opplagrene som blir eksitert av jordskjelv i nærmeste fremtid. Vil også få bilder for de forskjellige knappene under *Linear static* på resultatsiden, siden vi har blitt enige om å gjøre om disse til bilder, ikke kun tekst. Vi har også en diskusjon gående om vi skal bytte ut de interaktive bildene under egendefinerte tverrsnitt med statisk bilder for å kutte kode.

Deretter gjorde jeg slik at de predefinerte jordskjelvene ikke blir lagret med modellen. Jeg la også til en «*Open from file*» knapp i *FrmWelcomeScreen.cs*.

Så hadde jeg en prat med Kolbein angående hvordan vi skal implementere jordskjelvsanalysen i frekvensplanet. Vi ble enige om å avtale et møte med Svein Remseth angående dette og hvordan vi skal teste implementasjonen ordentlig.

Deretter gjorde jeg slik at det kun vises at opplagrene blir eksitert dersom brukeren er inne på analysen for jordskjelvet. Dette er for å unngå at det vises at det er aktive jordskjelv hvis bruker er interessert i en annen analyse enn jordskjelvsanalysen. Må her også vise det hvis man trykker på frekvensplansanalysen, men dette gjør jeg når den tid kommer.

Til slutt brukte jeg en del tid på å oppdatere koden ihht kodekonvensjonene vi nå har.

Onsdag 13.2:

Startet dagen med å forandre *buffer size* som brukes i programmet til 16384 i *GlobalSettings.cs*. Gjorde også slik at alle steder som brukte en *buffer size* refererte til denne globale innstillingen, siden det flere steder i koden var hardkodet.

Så fortsatte jeg på kodekonvensjonene på de siste filene jeg ikke rakk å gå igjennom i går.

Deretter lagde jeg noen midlertide nye bilder for *All*, *RT*, *Displacement Moment*, *Shear force* og *Normal force*, og

FrmMainGui.ApplicationMenu.cs 11
StoringUtilities.cs
ModelDataSet.xsd
TimeFunction.cs
UC_EditTimeFunctionEarthquake.cs
FrmWelcomeScreen.cs
Support.cs
StoringUtilities.cs
FrmModel.cs
FrmMainGui.AnalysisPage.cs

GlobalSettings.cs 8
FrmMainGui.cs
GlobalSettings.cs
EarthquakeTimeSeries.cs

implementerte disse i results.

Begynte så arbeidet med å gjøre måten programmet håndterer ressurser på konsekvent. Programmet henter nå alle bilder, dokumenter, .dll-filer etc. fra *Resources*-mappen i **fap2D**-mappen. Alle bilder som brukes i dialogbokser er derimot lagt i en *Resources*-mappe i kildekoden.

Til slutt testet jeg jordskjelsanalysen i tidsplanet, og sendte resultatene til Kolbein.

Torsdag 14.2:

Startet dagen med å bytte *All*, *RT*, *Displacement Moment*, *Shear force* og *Normal force*-bildene jeg lagde i går med bilder jeg mottok fra Kolbein i dag. Jeg mottok også alle bildene som trengs for å indikere de aktive jordskjelvene og begynte å implementere disse. Dette tok lang tid, siden disse måtte midtstilles ihht hverandre.

Fikset så en bug i *FrmLoadTimeEarthquake.cs* om at programmet krasjer hvis man prøver å slette et aktivt jordskjelv hvis det ikke eksisterer aktive jordskjelv.

Deretter begynte jeg arbeidet med å gjøre *ArbitraryTimeFunction*-grafene finere. Her gjorde jeg følgende forandringer:

- Smalere linjer
- Mindre firkanter i punkter med verdier
- Fikser «*Zoom to rectangle*»-knappen

Prøvde også å skalere y-aksen, men fikk ikke dette til.

Fredag 15.2:

Fortsatte arbeidet med å gjøre *ArbitraryTimeFunction*-grafene finere. Forandringene her ble:

- *GridDistance* i x-retning: 2.5s istedenfor 10s
- y-aksen er mellom -1.5 og 1.5 istedenfor -1 og 1
- Selve tidsserien til lyseblå farge istedenfor svart
- *GridWidth* mellom 0 og 200 istedenfor 0 og 1000
- Kan nå ikke zoome ut til det uendelige
- Enhet blir tegnet på y-aksen (fortsatt litt ustabil)
- Tidsenhet blir tegnet på x-aksen

Lørdag 16.2:

Begynte dagen med å sette enheter på y-aksen og *IsEditable*-egenskap på alle grafer som skulle ha det. Deretter fikset jeg stabiliteten til enheten som blir tegnet på y-aksen. Fungerer nå som den skal.

FrmMainGui.cs 8
FrmLoadTimeEarthquake.cs
UF_ListAndGraph.cs
UC_Graph.cs
GraphNode.cs

UC_Graph.cs 4,5
CoordinateSystem.cs
GraphNode.cs
Color4f.cs
UC_ArbitraryTimeFunction
UC_GraphNonLinearStiffness.cs

CoordinateSystem.cs 8
s
UC_Graph.cs
FrmEarthquake.cs
FrmEditEarthquake.cs

<p>Så prøvde jeg å skalere y-aksen ihht maksimal verdi i tidsserien som blir tegnet. Det er tenkt at denne grafen skal kunne brukes som responsparametergraf, og den må da kunne skaleres på y-aksen. Prøvde lenge å få til dette, men slik jeg ser det er det ingen måte å få til dette på per dags dato.</p>	<p><i>FrmAddTimeFunctionEarthquake.cs</i> <i>FrmEditDynamicTimeFunction</i> <i>FrmAddTimeFunction.cs</i></p>
<p>Deretter trimmet jeg de predefinerte jordskjelvene for unødvendige punkter (punkter som hadde nesten null akselerasjon i start og slutt av jordskjelvet).</p>	<p><i>FrmWelcomeScreen.cs</i> <i>GlobalSettings.cs</i></p>
<p>Jeg tok også en <i>quick-fix</i> på den numeriske ustabiliteten til DefaultDeltaTSamplingStationsEarthquake. Dette gjorde jeg ved å runde av verdien til to desimaler.</p>	<p><i>Recordhoeg1a.txt</i> <i>Recordhoeg1b.txt</i> <i>Recordhoeg1c.txt</i> <i>Recordhoeg2a.txt</i> <i>Recordhoeg2b.txt</i> <i>Recordhoeg2c.txt</i> <i>Recordhoeg3a.txt</i> <i>Recordhoeg3b.txt</i> <i>Recordhoeg3c.txt</i></p>
<p>Så lagde jeg 4 demofiler som kan lastes inn fra <i>FrmWelcomeScreen.cs</i>. Dette var fire enkle demofiler, og de må uansett byttes ut i ferdig versjon av programmet. Filen ser ut til å fungere.</p>	
<p>Til slutt begynte jeg arbeidet med å kommentere all kode som ikke er kommentert. Dette er en stor jobb og kommer til å ta lang tid. Jeg begynte derfor kun med å lage «skallet» til kommenteringen. Dette vil si at all hele rammeverket for kommenteringen utenom forklaringene blir lagt inn. Alle steder det skal kommenteres en parameter, et sammendrag etc. står det nå XXX.</p>	
<p><u>Søndag 17.2:</u> Fortsatte å lage skallet til kommenteringen. Kodekonvensjonene er også oppdatert ihht hvordan koden skal kommenteres. Tok tok to runder på hele koden.</p>	<p><i>Alle</i> 11,5</p>
<p><u>Mandag 18.2:</u> Begynte dagen med å gå igjennom alle dialogboksene og hvilke <i>imageCollections</i> de bruker. Alle dialogboksene bruker nå samme <i>imageCollections</i> på små og store knapper, mens «sære»-knapper bruker egne <i>imageCollections</i>. Jeg forandret også slik at OK- og Avbryt-knappene står på korrekt sted (OK-knappen på venstre side og Avbryt-knappen på høyre side) og er posisjonert med like mange piksler som margin.</p>	<p><i>Alle dialogbokser</i> 6,5 <i>ComputationalModel.Drawing.cs</i> <i>FrmComputationalModel.cs</i></p>
<p>Deretter implementerte jeg slik at alle dialogbokser kan trykke F1 og få opp brukermanualen til programmet. Dette ble også implementert andre steder i programmet som ellers ikke kunne benytte seg av å trykke F1. Før var det bare mulig å trykke F1 via hovedvinduet.</p>	

<p>Til slutt fikset jeg <i>FrmComputationalModel.cs</i> slik at verdien til antall modes som skal benyttes i analysen blir satt til korrekt verdi. Her satt jeg en maksimumsverdi på 100 og en minimumsverdi på 2, siden programmet ikke vil tillate 1 mode. Tar opp med Kolbein på neste møte hvorfor dette ikke er mulig.</p>		
<p><u>Tirsdag 19.2:</u> Begynte dagen med møte med gruppen. Viste frem alt jeg hadde gjort hittil. Implementasjonene av bildene var bra, men teksten som benyttes under <i>Linear static</i> må forandres. Her har man ikke vært konsekvent. Rekkefølgen bør også forandres. Ifølge Kolbein skal det være mulig å kjøre med en <i>mode</i>, og han skulle se på problemet.</p> <p>Så implementerte jeg slik at oversikten i Steel Design ikke går mellom 0 og 1 men 0 % og 100 %, siden <i>Maximum utilization</i> nå skrives i prosent Forandret deretter knappene på <i>Linear static</i> ihht hva vi hadde blitt enige om på møtet.</p> <p>Til slutt begynte jeg arbeidet med å forandre grafen som blir benyttet av responsparameterne. Dette var blant annet å gjøre grafen litt tykkere, gjøre tidsserien svart, indikere verdiene på grafen via <i>labels</i> etc.</p>	<i>FrmMainGui.cs</i> <i>FrmOpenGL.cs</i> <i>FrmGraphDialog.cs</i>	4
<p><u>Onsdag 20.2:</u> Startet dagen med å prøve en ny .dll-fil fra Kolbein som skal takle det å kjøre en analyse med 1 <i>mode</i>. Dette fungerte ikke, og programmet krasjer. Klarer ikke å spore opp hvorfor. Sendt mail til Kolbein med <i>errorlog</i> filer.</p> <p>Deretter begynte jeg å optimalisere <i>ModelDataSet.xsd</i>, slik at variablene her ikke kun blir lagres som <i>strings</i>. Nå er det slik at alle variable blir lagret som den typen de er, med unntak av <i>Enums</i> som blir lagret som <i>strings</i>.</p>	<i>FrmComputationalModel.cs</i> <i>ModelDataSet.xsd</i>	8
<p><u>Torsdag 21.2:</u> Begynte i dag arbeidet med å fikse <i>first selected</i> og <i>tab-order</i> i alle dialogboksene. Nå er det slik at <i>OKbtn</i> er <i>first selected</i>, alle objekter som har <i>tab stop = false</i> har <i>tab index = 30</i>, og <i>tab index</i> starter på 1. <i>UC_XX</i>, altså <i>UserControls</i> som benyttes i dialogbokser, starter med <i>tab index = 50</i>.</p> <p>Jobbet også en del med posisjoneringen av <i>UserControll</i>-ene i <i>FrmNewCrossSectionDialog.cs</i>.</p>	<i>Alle dialogbokser</i> <i>UC_Arbitrary.cs</i> <i>UC_Circular.cs</i> <i>UC_CSPParameter.cs</i> <i>UC_U.cs</i> <i>UC_HollowRectangle.cs</i> <i>UC_I.cs</i> <i>UC_MassiveRectangle.cs</i> <i>UC_T.cs</i>	5

	<i>FrmNewCrossSectionDialog.cs</i>	
<u>Fredag 22.2:</u> Fortsatte arbeidet med å debugge hvorfor ikke det å kjøre en analyse med en <i>mode</i> fungerer. Fant ingen løsning på problemet nå heller. Sendt enda en mail til Kolbein angående problemet.		1
<u>Lørdag 23.2:</u> Startet dagen med å skrive om hva jeg har gjort de siste to ukene, noe jeg ikke har fått gjort tidligere. Deretter jobbet jeg en del med layouten til dette loggvedlegget. Har fjernet kolonnen for dato, og heller skrevet dette på starten av beskrivelsen av arbeidet. Dette er for å få mer plass til selve beskrivelsen av hva som er gjort. Begynt deretter arbeidet med disposisjonen til selve masteroppgaven. Satt opp disposisjonen til rapporten, selv om dette tok ganske lang tid. La også til en del vedlegg, deriblant kodekonvensjonene, listene over feilene, optimaliseringene og forbedringene jeg har funnet i løpet av prosjekt- og masteroppgaven (hittil) og litt om SVN. Vil begynne selve skrivingen i nærmeste fremtid, men trenger litt mer tid til å tenke på hvordan jeg vil strukturere dokumentet. Kommer derimot til å skrive om de tingene jeg kan skrive om de kommende dagene. Disposisjonen vil bli sendt til Kolbein når jeg føler jeg er fornøyd med den for innspill.		8
<u>Søndag 24.2:</u> Benyttet det meste av dagen på å fortsette å skrive på selve masteroppgaven. Skrev om «Definisjoner og terminologi» og litt om «Arbeidsprosessen». Jeg finskrev også kodekonvensjonene, og eksemplifiserte alle punktene. Dette dokumentet, inkludert dokumentet om SVN-server, er sendt ut til alle utviklerne og Kolbein. Fikk også en del problemer med Devexpress i dag, noe som førte til at jeg måtte bruke litt tid på å reinstallere dette.		3
<u>Mandag 25.2:</u> Begynte dagen i dag med å fortsette å lete etter hvorfor det ikke går an å kjøre en jordskjelvsanalyse med 1 <i>mode</i> . Sendte filer til Kolbein, men har ikke kommet noe særlig lenger på vei. Deretter var jeg og Kolbein i møte med Svein Remseth angående hvordan vi skal teste jordskjelvsanalysen og hvordan vi skal implementere frekvensplansanalysen. Så tenkte jeg en del rundt navnene på analysene. Siden det ble tatt opp på møtet at det er usikkert på om det skal implementeres en	<i>FrmMainGui.cs</i> <i>FrmEarthquake.cs</i>	6

ren frekvensplananalyse lurer jeg på om jeg skal forandre navnene på analysene. Spør Kolbein om dette i nærmeste fremtid

Til slutt jobbet jeg med å lage import- og eksport metoder for jordskjelvsanalysen. Ble ferdig med implementasjonen av importmetoden, men ikke eksportmetoden.

Tirsdag 26.2:

Begynte dagen med møte med gruppen. Ble her enige om at vi skulle forandre grafen for arbitrær tidsfunksjon til Devexpress, slik at vi er konsekvente på bruk av grafer i programmet. Dette vil også føre til at vi kan kutte en del kode i programmet. Ble også enige om at vi skulle implementere en *checkbox* i grafen for *Response parameters*. Hvis denne er satt til *true* skal verdier vises i grafen. Skal også få bildene for tverrsnitt av Kolbein, slik at vi kan se hvordan det vil se ut å bytte ut grafikken for egendefinerte tverrsnitt med bilder.

Deretter fortsatte jeg på arbeidet med å lage en eksportmetode for jordskjelvene. Denne er nå ferdig implementert, og ved eksportering kan bruker definere sted filen skal eksporteres til samt navn på filen som skal opprettes.

Til slutt implementerte jeg knappen for å vise verdiene i grafen til *Response parameters*. Denne fungerer nå som den skal.

Onsdag 27.2:

Startet dagen med å implementere bildene for sirkulært egendefinert tverrsnitt. Sendte deretter en mail til Kolbein med bilder av implementasjonen, slik at vi kan ta en vurdering på om vi skal gjøre det for de resterende egendefinerte tverrsnittene. Fikk kuttet en del kode ved denne implementasjonen, og synes personlig det ser bedre ut.

Deretter debugget jeg problemet med å kjøre en analyse med *1 mode*. Fant etter hvert ut at programmet krasjer når den prøver å oppdatere *GUI*, og ikke i selve beregningen i subrutinen.

Så startet jeg på arbeidet med å lage en ekstremanalyse for jordskjelvsanalysen i tidsplanet. Dette skal være en analyse som finner maksimalt moment, skjærkraft, normalkraft og utbøying under enten et intervall eller hele jordskjelvets lengde. Implementerte i denne dialogboksen en egen *ProgressBar*, slik at bruker kan se hvor lang tid det er før det forekommer resultater. Fikk i dag satt opp ferdig *GUI* for denne analysen, men ikke logikken bak.

FrmEarthquake.cs 8

FrmExportEarthquake.cs

FrmGraphDialog.cs

s

FrmNewCrossSectionDialog.cs 8

UC_Circular.cs

FrmXtrmEarthquake.cs

FrmMainGui.cs

FrmMainGui.ResultPage.cs

StructuralSettings.Analyses.cs

Nesten alle dialogbokser

<p>Til slutt fikset jeg at alle dialogbokser blir åpnet ved kallet <code>.ShowDialog()</code> istedenfor <code>.Show()</code>, noe som gjør slik at dialogboksen ikke forsvinner bak hovedvinduet når det brukes alt + tab.</p>	<p><i>FrmXtrmEarthquake.cs</i> 3</p>
<p><u>Torsdag 28.2:</u> Fikk i dag en ny .dll-fil fra Kolbein, og problemet med å kjøre en analyse med 1 <i>mode</i> ser nå ut til å være løst.</p>	<p><i>UC_Graph.cs</i> <i>UC_ListAndGraph.cs</i></p>
<p>Deretter fortsatte jeg arbeidet med ekstremanalysen for jordskjelvsanalysen i tidsplanet. Ble i dag ferdig med denne, og den ser ut til å fungere som den skal.</p>	
<p>Sendte så en mail til Svein Remseth om lisens for Raumoko, slik at jeg kan begynne å teste implementasjonen mot ekstern programvare.</p>	
<p>Til slutt begynte jeg arbeidet med å konvertere den arbitrære tidsfunksjonen om til Devexpress. Dette ser ut til å være et stort arbeid.</p>	
<p><u>Fredag 1.3:</u> Fortsatte i dag arbeidet med å konvertere grafen for arbitrær tidsfunksjon til Devexpress. Slet en del med å få til rett enhet på aksene i henhold til hva slags type graf vi ser på. Måtte her legge om den del kode i relaterte klasser, men enda ikke fått det til å funger. Fikk til slutt til å laste inn tidsfunksjonene inn i grafen, og <i>checkboxsen</i> for å vise verdier på grafen fungerer korrekt. Det er nå altså en slik <i>checkbox</i> i grafen for den arbitrære tidsfunksjonen og grafen for <i>Response parameters</i>.</p>	<p><i>UC_Graph.cs</i> 3 <i>UC_ListAndGraph.cs</i> <i>FrmAddTimeFunctionEarthquake.cs</i> <i>FrmAddTimeFunction.cs</i> <i>FrmEditEarthquake.cs</i> <i>FrmEditDynamicTimeFunction</i> <i>FrmEarthquake.cs</i> <i>UC_ArbitraryTimeFunction.cs</i></p>
<p><u>Søndag 3.3:</u> Fortsatte arbeidet med å få grafen for arbitrær tidsfunksjon til å fungere. Arbeidet gikk hovedsakelig ut på å få riktige enheter på grafen, og fant ut at programmet aldri har hatt enhet for akselerasjon på y-aksen. Implementerte derfor dette, siden det er relevant for programmet. Grafen viser nå riktig enhet i forhold til hva salgs tidsfunksjon vi ser på. Har nå derimot et problem med attributten <i>.IsEditable</i>, altså om vi skal ha lov til å redigere grafen eller ikke, ikke blir satt korrekt.</p>	<p><i>UC_ArbitraryTimeFunction.cs</i> 3 <i>FrmAddTimeFunctionEarthquake.cs</i> <i>FrmAddTimeFunction.cs</i> <i>FrmEditEarthquake.cs</i> <i>FrmEditDynamicTimeFunction</i> <i>FrmEarthquake.cs</i> <i>Units.Created.cs</i></p>

<p><u>Mandag 4.3:</u> Sitter nå hos Focus Software AS for å få innspill og hjelp til implementasjonen. Skal være her i to uker.</p> <p>Begynte dagen med en demonstrasjon til Knut Anmarkrud og Daniel Aase i Focus Software AS om hva jeg har gjort hittil. De kom med noen små bemerkninger og hvordan ting kan implementeres mer effektivt. Ellers vil de komme tilbake med innspill litt senere når de har fått tenkt seg om.</p> <p>Begynte dagen med å fortsette implementasjonen av konverteringen av grafen for arbitrær tidsfunksjon til Devexpress. Grafen oppdateres nå automatisk hvis man legger til et punkt i grafen, og følgende kriterier er aktive for å legge til et punkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Punktet må ha positiv x-verdi • Punktet må ikke ha samme x-verdi som et annet punkt <p>Alt i grafen ser nå ut til å være ferdig implementert, utenom at attributten <i>.IsEditable</i> enda ikke blir satt korrekt. Vil se på dette senere.</p>	<p><i>FrmEarthquake.cs</i> 8 <i>ValidationRules.cs</i> <i>UC_ArbitraryTimeFunction.cs</i> <i>UC_ListAndGraph.cs</i></p>
<p>Begynte dagen med å sende en mail til Kolbein angående hva jeg har gjort den siste perioden, slik at han er oppdatert på dette. Sa også ifra at jeg ville sende han cirka en oppdatering i uken, siden jeg ikke har anledning til å være med på møtene med gruppen de kommende ukene.</p> <p>Deretter slettet jeg <i>FrmFreeVibrationDialog.cs</i> og <i>FrmEigenValueAlgorithm.cs</i>, to dialogbokser som ikke benyttes i programmet.</p> <p>Så fant jeg ut at attributtene i <i>fap2D Settings</i> ikke settes korrekt. Det er også flere av attributtene som kan settes fra mer enn et sted i dialogboksen, noe som er uheldig. Brukt en del tid på å debugge hvilke verdier som ikke settes og hvordan dette eventuelt kan fikses. Hadde en diskusjon med Frans og Kristian angående dette, og vi ble enige om å dele dette opp i <i>Global settings</i> og <i>Local settings</i>. Vil ta for meg dette arbeidet i nærmeste fremtid.</p> <p>Deretter fikset jeg at et negativt moment blir tegnet som et negativt moment i både modelleringsvinduet og resultatvinduet. Tidligere har alle momenter blitt tegnet samme vei.</p> <p>Så implementerte jeg <i>OK</i> og <i>Cancel</i>-knappene via egenskapene som blir satt i dialogvinduet (<i>isCancel</i> og <i>isDefault</i>) istedenfor via bruk av <i>Events</i>. Hvis det skal skje noe spesielt når man trykker <i>OK</i> eller <i>Cancel</i> må man derimot fortsatt bruke <i>Events</i>, men ved å</p>	<p><i>FrmMainGui.AnalysisPage.cs</i> 11,5 <i>FrmFreeVibrationDialog.cs (deleted)</i> <i>FrmEigenValueAlgorithm.cs (deleted)</i> <i>Alle dialogbokser</i> <i>ModelSymbol.cs</i> <i>ModelSymbolCollection.cs</i> <i>ReactionForce.cs</i> <i>PointLoad.cs</i> <i>Alle dialogbokser</i></p>

sette egenskapene i dialogvinduet lukker dialogvinduet seg nå hvis man trykker *escape* eller *enter*:

Fortsatte så arbeidet med å finne ut i hvilke dialogbokser at *Cancel*-knappen ikke fungerer. Lagde derfor en oversikt over hvilke dialogbokser den fungerte, om dialogboksen hadde en *Cancel*-knapp og om det var utbedret eller ikke (fremtidig). Vil fullføre dette dokumentet i morgen.

Til slutt implementerte jeg *OnHelpRequested* som et *override event* istedenfor ved bruk av et vanlig event. Dette er en mer effektiv måte å gjøre det på, siden minnebruken blir redusert.

Onsdag 6.3:

Fortsatte arbeidet med oversikten over hvilke dialogbokser hvor *Cancel*-knappen fungerer. Denne er nå delt med de andre utviklerne, og vi har hatt en diskusjon på hvordan vi vil implementere det. Ble enige om å benytte oss av midlertidige variable som blir satt når man trykker *OK*. Dette er et ganske stort arbeid, så vi tar dette etter hvert, gitt at vi får tid.

Deretter implementerte jeg *Hand.png* for Kristian. Dette er et bilde som skal være ved siden av musepekeren på lik linje for bildet for et bjelkesegment dersom bruker kun skal navigere rundt i modellvinduet.

Så startet jeg arbeidet med å legge om ressursene som benyttes av programmet til *.resx*-filer. *.resx*-filer er C# sine ressursfiler, altså filer som er lagd spesielt for å inneholde ressurser. Fordelen ved å benytte disse filene er at filene ikke blir lest fra mapper men kompilert med programmet inn i *.dll*-filer. Dette vil være mer effektivt, sikrere og programmet vil ha færre filer total ved installasjon. Det vil også være mer oversiktlig for fremtidige utviklere å forholde seg til. Dette er et stort arbeid, og det kan hende at jeg ikke får det til. Leste en del om ressursbruk i programmer og ligende. Ble enig med Frans og Kristian at vi legger alle *.resx*-filer i *fap2D.Utilities*, siden vi ser på dette som en *Utility*, for deretter å bruke *linked .resx*-filer inn til de *solution*-ene som bruker *.resx*-filen.

Torsdag 7.3:

Fortsatte arbeidet med å endre bruken av ressurser til bruk av *.resx*-filer. Dette innebar mange diskusjoner med Knut Anmarkrud og mye lesing på nett hvordan dette lettest kunne gjøres. Begynte med å fikse bildene som blir benyttet i *GUI*, siden flesteparten allerede ligger i *.resx*-filer. Deretter prøvde jeg å fikse *Boundary conditions* og *Textures*, men fikk bare hvite firkanter der bildene

FrmMainGui.cs 11

CustomCursors.cs

CustomCursorList.c

s

Mouse.cs

UC_Arbitrary.cs

UC_Circular.cs

UC_H.cs

UC_HollowRectang

le.cs

UC_MassiveRectan

gle.cs

UC_T.cs

ResourceCursors.re

sx

ResouceDemoFiles.

resx

ResourceDllFiles.re

sx

ResouceDocuments.

resx

ResouceGuiPictures

.resx

ResourcesBoundary 9,5

ConditionPictures.r

esx

ResourcesDatabase

s.resx

ResourcesDemoFile

s.resx

skal være. Fant ut at dette er grunnet at selve bitmapen ikke blir korrekt lest inn i grafikkmotoren.

ResourcesDialogPictures.resx
ResourcesFrame2D
DllFiles.resx
ResourcesIconFiles.resx
ResourcesPointerPictures.resx
ResourcesTextFiles.resx
ResourcesTexturePictures.resx
ResourcesUnmanagedDllFiles.resx

Alle dialogbokser og usercontrols relatert til bilder i GUI.

Fredag 8.3:

Fikk i dag en del hjelp fra Knut med å fikse problemet med bitmaps og .resx-filer. Etter mye debugging og diskusjon kom vi frem til at for å få til dette vil det kreve en stor omlegging av koden i programmet. Dette vil ta mye tid, og jeg er ikke sikker på at jeg tørr å satse på at jeg rekker dette. Har derfor besluttet at jeg legger denne delen av implementasjonen død. Kommer derimot til å skrive et avsnitt i selve rapporten om hva som bør gjøres angående ressursene som benyttes i programmet.

Deretter startet jeg å konvertere grafene som brukes i *SpringDialog.cs* om til Devexpress. Dette var to grafer jeg har glemt å konvertere. Dette er nå fikset og ser ut til å fungere som det skal.

Så fikset jeg *taborder* i alle dialogbokser, og jeg implementerte også en knapp som henter opp en lisensfil. Denne knappen er satt rett ved siden av knappen for å hente opp brukermanualen i programmet. Fikset også noen småting med navn når det kommer til analysene jeg har laget, siden responsspektrumanalysen ikke er i frekvensplanet.

Til slutt begynte jeg arbeidet med å fikse *fap2D Settings* til en fungerende versjon. Ble enige med Frans at vi deler opp underkategoriene i følgende:

- Grid: fjernes

Gjenopprettet arbeid foregående dagene. alt 11 de 2

FrmSpringDialog.cs
UC_NonLinearElasticSpring.cs
UC_GraphNonLinearStiffness.cs
UC_ListAndGraph.cs
UC_CouplingSpring.cs

Alle dialogbokser

GlobalSettings.cs
FrmMainGui.cs
FrmMainGui.AnalysisPage.cs

FrmSettings.cs

- Structural model: Global
- Computational model: Local
- Units: Global
- Element mesh: fjernes
- Appearance: Global
- OpenGL: Global
- Results: fjernes
- Colours: Global

Trenger også en knapp for *restore defaults*, og det er noen attributter som må fjernes / flyttes fra dets undergruppe.

Søndag 10.3:

Fortsatte arbeidet med å dele opp *fap2D Settings* og sette attributtene korrekt. Dette arbeidet er nå ferdig og alle variable settes korrekt. Lokale attributter settes per modell, mens globale attributter settes for hele programmet, inkludert alle modellene.

FrmSettings.cs 7
FrmSettings.Customize.cs
FrmSettings.Options.cs

Fant også en «feil» i Frans sin analyse, som kommer grunnet diskrediteringen som gjøres. Kort fortalt vil interpolasjonen av en last som havner mellom to subelementer kunne føre til at en fritt opplagt bjelke med en punktlast får to maksimumspunkter. Diskuterte eventuelle løsninger på dette problemet med Frans.

Mandag 11.3:

Begynte dagen med å implementere en *Restore global settings* og en *Reset local settings* i *fap2D Settings*. Disse ser ut til å fungere som de skal, og jeg har satt *default settings* til de verdiene som programmet starter med. Begynte så arbeidet med å lagre de lokale innstillingene med modellen. Det viste seg at det er flere innstillinger som lagres med modellen som ikke benyttes i programmet, og kan derfor fjernes. Det må også bli tatt en diskusjon på hvilke flere innstillinger som skal kunne bli satt av bruker. Vil ta opp dette med Kolbein i nærmeste fremtid. Fikk til å lagre de lokale innstillingene med modellen.

FrmSettings.cs 9
ModelDataSet.xsd
StoringUtilities.cs
FrmNumericalIntegration.cs
FrmCrossSectionDialog.cs

Deretter fikset jeg at verdien for hvilken algoritme som skal benyttes for numerisk integrasjon blir satt riktig. Tidligere har denne verdien blitt satt til motsatt algoritme i forhold til det bruker ville.

Til slutt forbedret jeg dialogboksen for definering av tverrsnitt. Forandringene ble at første nodenivå er ekspandert fra start av og dialogboksen er noe større enn før.

Tirsdag 12.3:

Begynte dagen i dag med å prøve å finne ut hvorfor det er en betydelig ventetid mellom man trykker *OK* når man har definert tverrsnitt til dialogboksen lukker seg. Fant ut at dette er en feil fra

ComputationalModel.cs 12
ComputationalModel.Analyzes.cs

B Logg

Devexpress sin side og ikke de tidligere utviklerne av programmet. Prøvde derfor å oppgradere til den nyeste versjonen vi har tilgang til av Devexpress, versjon v11.2. Dette vil si at de tidligere utviklerne ikke har oppgradert til nyeste versjon vi har tilgang på. Prøvde også å oppgradere til den nyeste versjonen av Devexpress som er gitt ut selv om dette er en *trail*-versjon. Det viste seg å være mange fordeler med denne versjonen, deriblant kjappere oppstart av programmet, bedre grafer, generell ytelsesforbedring ved åpning og lukking av dialogbokser og mange *bugfixes* fra Devexpress sin side. Kommer derfor til å sende en mail til Kolbein angående at vi burde vurdere å kjøpe nyeste versjon, selv om dette koster 899 USD.

Frame2D.cs
FrmMainGui.cs
FrmLoadLinRSpectrumEarthquake.cs
StructuralModel.cs
FrmMainGui.ResultPage.cs

Fikk så en ny .dll-fil fra Kolbein, som inneholdt subrutinen til den lineært responsespektrumanalysen. Startet derfor arbeidet med å implementere dette, noe som innebar både forandringer i *GUI* og logikken bak. Laget en global liste med *doubles* som heter *EarthquakeLinRSpectrumData*, som er bygd opp på følgende måte: [*kex, n, cs, Ta, Tb, Tc*]. Subrutinen er i henhold til Norsk Standard, og ikke Eurokode 8. Det er ikke veldig store forskjeller på disse to standardene og spektrene som benyttes, og kommer derfor til å ta opp dette med Kolbein i nærmeste fremtid. Vi må også skille mellom design spektrum og elastisk spektrum. Implementere begge?

Onsdag 13.3:

Fortsatte arbeidet med å implementere subrutinen for den lineære responsepektrumanalysen. Jeg konverterte så mye jeg kunne av inputverdiene som skal inn i subrutinen til å ligne på Eurokode 8 så langt det lot seg gjøre, selv om det er noen forskjeller. Hadde også en telefonsamtale med Kolbein angående hva vi er interesserte i at denne subrutinen skal returnere. Jeg så for meg at vi skulle få ut snittkrefter for en konstruksjon, men per nå returneres kun *peak response in each mode*. Vi hadde også en diskusjon om hvordan dette var implementert i subrutinen, hvilke data som skulle inn og hvilke data som skulle bli returnert generelt. Kolbein tror han har mistolket hvordan dette skulle implementeres litt, og vil derfor se over rutinen han har laget og laste opp en ny versjon i løpet av morgendagen. Leste også en del om forskjellen på Norsk Standard og Eurokode 8.

ComputationalModel.Analyzes.cs 8
FrmMainGui.AnalysisPage.cs
FrmMainGui.ResultPage.cs
FrmLoadLineRSpectrumEarthquake.cs

Torsdag 14.3:

Startet dagen med å implementere en *Apply*-knapp i *fap2D Settings*. Denne er implementert for å kunne se forandringene man gjør i dialogboksen fortløpende.

FrmSettings.cs 8
Frame2D.cs
FrmMainGui.AnalysisPage.cs
ComputationalMod

Fikk deretter ny .dll-fil og dokumentasjon av Kolbein for

<p>responspektrumanalysen. Dempning i konstruksjonen og numerisk integrasjon er nå ikke lengre nødvendig, og jeg fjernet derfor dette fra analysen. Var også noen variable som var forskjellig, så jeg måtte gjøre noen småjusteringer på analysen.</p>	<p><i>el.Analyzes.cs</i> <i>FrmMainGui.cs</i> <i>FrmComputationalModel.cs</i> <i>FrmMainGui.Result</i> <i>sPage.cs</i> <i>FrmLoadLinRSepect</i> <i>rumEarthquake.cs</i></p>
<p>Har også snakket en del med Knut Anmarkrud om hva som er interessant her, og vi mener at vi burde bruke CQC-/SRSS-algoritmen til å finne en omhylningskurve for de forskjellige snittkreftene, for deretter å kunne kjøre en kapasitetskontroll på dette. Dette er på grunnlag av en artikkel vi har funnet av Edward L. Wilson. Kolbein, men vi var litt usikker på dette. Kolbein skal diskutere dette nærmere med andre professorer på instituttet og tenke litt på saken. Vi diskuterte også om vi skal bruke design spektrum, elastisk spektrum eller begge.</p>	
<p>Startet også på en mail til Kolbein angående hva jeg har gjort den siste uken. Fullfører denne mailen i morgen.</p>	
<p><u>Fredag 15.3:</u> Startet dagen med å fullføre mailen til Kolbein med oppdatering om hva jeg har gjort i det siste.</p>	<p><i>StructuralSettings.A</i> 8 <i>nalyses.cs</i> <i>FrmLoadLinRSpect</i> <i>rumEarthquake.cs</i></p>
<p>Deretter gjorde jeg slik at programmet lagrer verdiene som bruker har satt i den lineære responsespektrumanalysen med modellen. Alle verdiene lagres nå med modellen, og programmet lagrer og laster disse verdiene korrekt.</p>	<p><i>FrmMainGui.Result</i> <i>sPage.cs</i></p>
<p>Til slutt implementerte jeg en real-time kapasitetskontroll for jordskjelvsanalysen i tidsplanet (ved bruk av tidsserier for akselerasjon). Har derimot litt problemer med å sette disse verdiene forløpende, og litt usikker på hvordan kapasitetskontrollen i programmet er implementert. Brukte derfor litt tid på å lese masteroppgaven til tidligere utviklere angående dette.</p>	
<p><u>Mandag 18.3:</u> Startet dagen med en diskusjon med Kolbein angående responspektrumanalysen. Vi ble enige om at vi implementerer både designspektrum og elastisk spektrum, snittkrefter for hver <i>mode</i>, og kombinasjonen av snittkreftene fra <i>n modes</i> via SRSS eller <i>Sum of absolute values</i>. Det vil da være mulig å kjøre en kapasitetskontroll på enten hver <i>mode</i> eller kombinasjonen av <i>n modes</i>. Ville motta en ny .dll-fil med dette i løpet av dagen.</p>	<p><i>ComputationalMod</i> 6,5 <i>el.Analyzes.cs</i> <i>Frame2D.cs</i> <i>ComputationalMod</i> <i>el.Tables.cs</i> <i>ComputationalMod</i> <i>e.cs</i> <i>FrmResultsLinRSepectrumEarthquake.cs</i> <i>StructuralSettings.A</i> <i>nalyses.cs</i> <i>FrmMainGui.cs</i></p>
<p>Deretter leste jeg litt mer om kapasitetskontroll i programmet, og slik jeg kan tolke det skal det ikke være noe i veien for at det skal kunne implementeres i alle de dynamiske analysene i tidsplanet.</p>	

Så mottok jeg en ny .dll-fil fra Kolbein hvor det er mulig å få ut snittkreftene som nevnt tidligere. Begynte derfor implementasjonen av dette, noe som innebar en ny dialogboks for å sette variablene om hvordan man vil generere resultatene og forandring av noen variable. Subrutinen returnerte nå også flere lister, noe som måtte tas hensyn til. Analysen ser ut til å returnere korrekte verdier i forhold til hva jeg forventer å få.

FrmMainGui.AnalysisPage.cs

Til slutt fikset jeg kapasitetskontroll i responspektrumanalysen.

Tirsdag 19.3:

Begynte dagen med møte med resten av gruppen. Siden jeg ikke har vært på disse møtene den siste perioden brukte jeg en del tid på å vise frem hva jeg har gjort til resten av gruppen. I forhold til min analyse må jeg fjerne strekene mellom hver *peak in each mode* i responspektrumanalysen. Ble også enige om å bruke .resx-filer der det er mulig, sette maksimalt antall *modes* som er mulig å se på til 20 % / 25 % av antall likninger i modellen og å *disable* knappene for *reaction forces* i de dynamiske analysene. Vi ble også enige om at vi oppgraderer programmet til nyeste versjon av Devexpress. Dette vil bli gjort i morgen, og jeg har tatt på meg ansvaret for å fikse *patching*-en og fikse problemer relatert til dette.

*FrmPeakResponseL 8
inRSpectrumEarthquake.cs
FrmMainGui.cs
FrmMainGui.Result
sPage.cs
ComputationalModel.cs*

Deretter startet jeg å implementere *peak estimates* som blir returnert av subrutinen. Dette er *peak estimates* for hver *response parameter* generert med *QCQ*-, *SRSS*- eller *Sum of absolute values*-algoritmene. Ble ferdig med dette, og det ser ut til å være korrekte verdier.

*FrmResParaLinRSpectrumEarthquake.cs
FrmMainGui.Result
sPage.cs*

Til slutt gjorde jeg slik at det ikke lenger er streker mellom *peak in each mode*, noe som førte til at jeg måtte lage en helt ny dialogboks for dette.

<p><u>Ondag 20.3:</u> Begynte dagen med å fikse en bug i hvordan bruker velger å generere resultater i responspektrumanalysen. Her ble ikke variablene satt korrekt.</p> <p>Så satt jeg antall <i>modes</i> som er tillatt å se på til 20 % av antall likninger i modellen. Har også fått bekreftet av Kolbein at måten jeg har implementert dette på er korrekt.</p> <p>Deretter fikset jeg så kapasitetskontrollen også fungerer for tvungen svingning i tidsplanet. Fikset også at både tvungen svingning og jordskjelvsanalysen i tidsplanet fungerer i <i>real-time</i>, på lik linje med <i>real-time</i>-implementasjonen for responsene i konstruksjonen. Dette ser ut til å fungere for begge analysene.</p> <p>Fikk i dag også en mail fra Svein Remseth om lisens til SAP2000. Han klarte ikke å fikse Raumoko til meg, men trur at SAP2000 vil være et like godt, om ikke bedre, alternativ for å teste implementasjonen. Har derimot ikke fått noe sted å laste det ned fra.</p> <p>Deretter fikk jeg beskjed fra Kolbein om at nyeste versjon fra Devexpress (v12.2) var kjøpt og klar for nedlastning. Jeg oppgraderte derfor programmet til nyeste versjon og begynte å fikse feil i programmet grunnet oppgraderingen.</p>	<p><i>FrmResultsLinRSpe</i> 6,5 <i>ctrumEarthquake.cs</i> <i>LocalStructuralSettings.cs</i></p> <p><i>FrmComputational</i> <i>Model.cs</i></p> <p><i>FrmMainGui.Result</i> <i>sPage.cs</i> <i>FrmMainGui.AnalysisPage.cs</i> <i>ComputationalModel.Drawing.cs</i></p>
<p><u>Torsdag 21.3:</u> Begynte dagen med å fortsette å fikse feilene i programmet grunnet oppgraderingen til nyeste versjon av Devexpress. Fikk rettet opp alle problemene med unntak av at antall <i>Skins</i> i programmet er færre enn det som er tilgjengelig fra Devexpress sin side.</p> <p>Så slettet jeg <i>Area of interest</i> fra programmet. Dette er implementert av tidligere utviklere, men ikke fullført. Ideen her var at man skulle kunne fjerne alle knapper som var relatert til en viss analyse, men Kolbein mente at dette var uinteressant å bruke tid på å implementere.</p> <p>Fikk så en ny .dll-fil fra Kolbein som inneholder både desingspektrum og elastisk spektrum, men jeg er litt usikker på hvordan jeg skal sette opp <i>GUI</i>-en for dette, så jeg har sendt Kolbein en mail med mulige løsninger og venter på svar fra han før jeg gjør noe.</p>	<p><i>Fap2d.cs</i> 3 <i>FrmMainGui.Appearance.cs</i> <i>FrmMainGui.AnalysisPage.cs</i></p> <p><i>ModelDataSet.xsd</i> <i>StoringUtilities.cs</i></p>
<p><u>Fredag 22.3:</u> Begynte dagen med å fikse slik at randbetingelsene blir indikert at</p>	<p><i>StoringUtilities.cs</i> 8,5 <i>FrmLoadTimeEarth</i></p>

<p>det er et aktivt jordskjelv i responsspektrumanalysen. Denne er uavhengig av jordskjelvsanalysen i tidsplanet (via tidsserier for akselerasjon), og vises kun når man er inne i analysegruppen for responsspektrum.</p> <p>Deretter fikk jeg en mail fra Kolbein om hva han mente angående GUI-delen for å indikere forskjellen mellom designspektrum og elastisk responsspektrum. Implementerte derfor det han mente, og fikk begge analysene til å fungere. Måtte utvide den globale listen <i>EarthquakeLinRSepctrumData</i> og jeg måtte lagre flere verdier med modellen. Alt ser nå ut til å fungere for analysene jeg har implementert / forandret på.</p>	<p><i>quake.cs</i> <i>FrmModel.cs</i> <i>StoringUtilities.cs</i> <i>Support.cs</i> <i>FrmLoadLinRSpectrumEarthquake.cs</i> <i>FrmMainGui.AnalysisPage.cs</i> <i>StructuralSettings.Analyses.cs</i> <i>LocalStructuralSettings.cs</i> <i>ComputationalModel.Analyzes.cs</i> <i>FrmMainGui.Analyses.cs</i> <i>ModelDataSet.xsd</i> <i>StoringUtilities.cs</i></p>
<p><u>Søndag 24.3:</u> Begynte dagen med å fikse at hver arbitrær tidsfunksjon må bestå av to punkt. Deaktiverte også knappene for <i>Reaction forces</i> og <i>Show resultatns</i> i alle de dynamiske analysene, i henhold til hva vi har diskutert på tidligere møte. Fant også en <i>bug</i> med <i>true displacements</i>. Dersom man trykker på denne knappen får man diagrammer som er mye større enn antatt. Sendt feilen videre til Kristian.</p> <p>Deretter begynte jeg arbeidet med å fikse at snittkreftene blir tegnet på riktig side i forhold til retning på segmentet. Per nå er ikke programmet konsekvent på hvilken side skjærkraft- og normalkraftdiagrammene tegnes på, og dersom det benyttes <i>Sum of absolute values</i> - eller <i>SRSS</i>-algoritmen tegnes momentdiagrammet på den positive siden i forhold til hvilken vei segmentet er tegnet. Dette er uheldig. Fant ingen løsning på problemet per nå.</p>	<p><i>UC_ArbitraryTime Function.cs</i> 7 <i>Element.cs</i> <i>ComputationalModel.Drawing.cs</i></p>
<p><u>Mandag 25.3:</u> Fortsatte i dag arbeidet med å fikse hvilken side av segmentet snittkreftene teges på. Fikk etter hvert dette til for normal- og skjærkraftdiagrammene, men ikke for momentdiagrammene hvis resultatene blir generert via <i>SRSS</i>- eller <i>Sum of absolute values</i>-algoritmen. Løsningen her ble derfor å tegne momentdiagrammet på begge sider av segmentet, noe som er et greit kompromiss.</p>	<p><i>Element.cs</i> 8 <i>ComputationalModel.Drawing.cs</i> <i>FrmXtrmEarthquake.cs</i> <i>ComputationalModel.Drawing.cs</i></p>

<p>Gikk så over til å legge til <i>Maximum utilization</i> i ekstremanalysen for jordskjelv i tidsplanet. Fikk dette til å fungere, og bruker kan nå se hvor høy <i>Maximum utilization</i> er og hvilket tidspunkt under jordskjelvet dette inntreffer.</p>	<p><i>ComputationalModel.Analyzes.cs</i> <i>FrmMainGui.ResultsPage.cs</i></p>
<p>Til slutt så jeg noen <i>tutorials</i> om SAP2000.</p>	
<p><u>Tirsdag 26.3:</u> Begynte dagen med å lese en del i artikkelen til Edward L. Wilson, som er nevnt tidligere.</p>	<p><i>FrmMainGui.cs</i> 3,5</p>
<p>Deretter fikset jeg <i>Zoom to model</i>-knappen, som har i visse tilfeller ført til at endene på diagrammene (snittkreftene) blir tegnet utenfor resultatvinduet. Dette er nå fikset, men noen modeller blir noe små hvis man trykker på denne knappen. Dette er derimot bedre enn at diagrammene blir tegnet utenfor resultatvinduet.</p>	<p><i>UC_EditTimeFunctionEarthquake.cs</i> <i>FrmEditEarthquake.cs</i></p>
<p>Så fikset jeg så verdiene på tidsaksene for tvungen svinging og jordskjelv i tidsplanet ikke kan settes til negative verdier. Fikset også slik at alle <i>Skins</i> som følger med Devesxpress blir lastet. Det er nå også mulig å editere jordskjelv (her var det en bug tidligere), så attributten <i>.IsEditable</i> blir nå satt korrekt i programmet.</p>	<p><i>FrmMainGui.cs</i> <i>FrmMainGui.SkinGallery.cs</i> <i>MyBarlocalizer.cs</i> <i>Fap2D.cs</i> <i>FrmTimeDomain.cs</i> <i>FrmTimeDomainEarthquake.cs</i></p>
<p>Så sendte jeg en mail til Kolbein angående hva jeg har gjort den siste perioden, med en liten liste over småting jeg trenger fra han. Jeg sier meg derimot nå ferdig med programmeringsdelen av masteroppgaven. Det vil selvfølgelig fikses feil i implementasjonen og andre småting, men jeg er nå i all hovedsak ferdig med programmeringdelen. Nå gjenstår testing og å skrive selve masteroppgaven.</p>	
<p>Til slutt så jeg en den <i>tutorials</i> om SAP2000.</p>	
<p><u>Ondag 27.3:</u> I dag har jeg kun prøvd å få til å teste implementasjonen. For å få til dette må jeg ha tak i SAP2000, men jeg har kun lisesfilen. Siden det er påske får jeg ikke tak i EDR Medeso, firmaet som er ansvarlige for å gi SAP2000 til NTNU. Fikk et automatisk svar fra han som er ansvarlig at han er tilbake den 2. april.</p>	<p>2</p>
<p>Så derfor noen flere <i>tutorials</i> om SAP2000 for å være ordentlig forberedt til jeg faktisk får programmet.</p>	
<p><u>Fredag 29.3:</u> Har i dag brukt tiden på å skrive selve masteroppgaven. Tiden har i all hovedsak gått med på å skrive logg for den siste perioden, siden jeg i denne perioden har prioritert å programmere. Har også</p>	<p>5,5</p>

B Logg

tatt en kjapp gjennomgang av disposisjonen av masteroppgaven, og kommer til å forandre denne noe.	
<p><u>Lørdag 30.3:</u></p> <p>Begynte dagen i dag med å fortsette å skrive på selve masteroppgaven. Har nå forandret disposisjonen noe og begynt å skrive notater under hvert enkelt punkt over hva jeg vil ha med.</p> <p>Har også fikset to småfeil jeg hadde i implementasjonen. For det første hadde jeg glemt å gi noen ikoner bilder i <i>FrmDampingDialog.cs</i>, og for det andre ble delta lambda for analysen og for responsparameteren i <i>FrmTimeDomainEarthquake.cs</i> satt til 10 dersom man åpnet <i>FrmLoadTimeEarthquake.cs</i> og ikke la til noen jordskjelv. Dette er nå fikset.</p>	<p><i>FrmDampingDialog.cs</i> 4,5</p> <p><i>FrmLoadTimeEarthquake.cs</i></p>
<p><u>Søndag 1.4:</u></p> <p>Startet dagen med å motta en mail fra Kolbein angående hans innspill på våre analyser og andre generelle tilbakemeldinger om programmet. Disse kom som .pdf-dokument, så jeg skrev de generelle feilene i programmet inn i Excel-dokumentet vi har over rapporterte feil. Feil i våre egne analyser fikser vi selv.</p> <p>Deretter fikset jeg en <i>textwrapping</i>-bug som har kommet etter at vi oppgraderte til nyeste versjon av Devexpress. Så fikset jeg at den udeformerte konstruksjonen som vises i resultatvinduet synes litt bedre. Jeg implementerte også en ny <i>SplashScreen</i> og forandret navnene på mine to hovedanalyser til <i>Earthquake time integration analysis</i> og <i>Earthquake response spectrum analysis</i>. Jeg la også til en <i>note</i> i <i>FrmLoadTimeEarthquake.cs</i> om at bruker kan legge til totalt to jordskjelv, siden dette ikke har kommet klart frem før. Det er nå også mulig å sette alle verdiene i <i>FrmTimeDomainEarthquake.cs</i>, selv om predefinerte verdier blir satt på grunnlag av hvilke jordskjelv som er aktive. Fikset også antall desimaler som vises i grafene. Det er nå satt til 3 desimaler på x-koordinaten og 3 på y-koordinaten, men vises kun dersom det er nødvendig.</p> <p>Diagrammene for forskyvning og <i>mode shapes</i> er nå ganget med en faktor lik 0.5 og en bug som gjorde det vanskelig å skalere grafene i programmet er fikset. Det er også implementert en animasjon av <i>Linearized buckling</i>. Hadde også fått noen nye bilder som ble implementert.</p> <p>Til slutt utvidet jeg <i>FrmXtrmEarthquakeAnalysis.cs</i> med å også se på maksimalverdiene av responsparameterne og når disse slår inn. Fant da ut at maksimalverdien av responsparameterne ikke slår</p>	<p><i>FrmBucklingDialog.cs</i> 8,5</p> <p><i>FrmComputationalModel.cs</i></p> <p><i>FrmDynamicAnalysisTypeDialog.cs</i></p> <p><i>FrmRealTimeLoadPathDialog.cs</i></p> <p><i>Element.cs</i></p> <p><i>FrmTimeDomainEarthquake.cs</i></p> <p><i>FrmSplashScreen.cs</i></p> <p><i>FrmMainGui.cs</i></p> <p><i>FrmLoadTimeEarthquake.cs</i></p> <p><i>FrmEarthquake.cs</i></p> <p><i>UC_ArbitraryTimeFunction.cs</i></p> <p><i>UC_EditTimeFunction.cs</i></p> <p><i>FrmGraphDialog.cs</i></p> <p><i>FrmResParaLinRSpectrumEarthquake.cs</i></p> <p><i>UC_ListAndGraph.cs</i></p> <p><i>UC_Graph.cs</i></p> <p><i>UC_GraphNonLinearStiffness.cs</i></p>

inn på samme tidspunkt som maksimal systemrespons. Sendt problemet videre til Kolbein.

ComputationalModel.Drawing.cs
FrmMainGui.cs
FrmMainGui.ResultsPage.cs
FrModel.BackgroundWorker.cs
FrmGraphDialog.cs
FrmResParaLinRSpectrumEarthquake.cs
UC_Graph.cs
UC_GraphNonLinearStiffness.cs

FrmXtrmEarthquake.cs

Mandag 2.4:

4

Fortsatte i dag arbeidet med å debugge problemet med at responsparameterne har maksimalverdi på ulikt tidspunkt som maksimal systemrespons.

Hadde deretter et møte med Kolbein der vi diskuterte implementasjonen jeg har. Vi kom frem til følgende:

- De nye diagrammene for resultatene ser bra ut
- Behold *Shift value* for alle tidsplansanalysene, men det er ikke mulig å ha *Load dependent ritz vectors* på responspektrumanalysen
- Få frem tydeligere i dialogboksen *FrmLoadRSpectrumEarthquake.cs* hvilke verdier som varierer når man for eksempel forandrer grunntypen
- *Show values on graph* bør være *default false*
- Slett dialogboksene *FrmDynamicAnalysis.cs* og *FrmDynamicAnalysisType.cs*, siden de aldri brukes
- Tflpar(19) er ikke satt korrekt, og hittil har *default*-verdien har hittil blitt brukt
- Vil få flere bilder til analysen i nærmeste fremtid
- Kommer til å motta en ny layout til dialogboksen *FrmLoarRSpectrumEarthquake.cs* i nærmeste fremtid

Søndag 7.4:

Begynte dagen med å slette en del klasser som ikke har blitt benyttet tidligere.

FrmDyanamicAnalysis.cs 6,5
FrmDynamicAnalysisType.cs

<p>Forandret så at <i>Show values on graph</i> er standard <i>false</i>.</p> <p>Fikset også at flere verdier i <i>FrmLoadLinRSpectrumEarthquake.cs</i>, grunnet noen bugs som er funnet. Listen <i>EarthquakeLinRSepctrumData</i> er nå satt til å være [<i>kex, xi, cs, Tb, Tc, Td, q, type(1or2), ag, ground type, ag40Hz, importance class</i>].</p>	<p><i>FrmMainGui.cs</i> <i>FrmMainGui.AnalysisPage.cs</i> <i>UC_NonLinearElasticSpring.cs</i> <i>FrmGraphDialog.cs</i> <i>FrmResParaLinRSpectrumEarthquake.cs</i> <i>UC_ListAndGraph.cs</i> <i>FrmLoadRSpectrumEarthquake.ComputationalModel.Analyzes.cs</i> <i>FrmMainGui.AnalysisPage.cs</i></p>
<p><u>Mandag 8.4:</u> Startet dagen med å fortsette å debugge problemet med responsparameterne. Etter en god stund konkluderte jeg med at problemet må ligge i Frame2D og sendte derfor en mail til Kolbein angående dette.</p> <p>Deretter fikset jeg en bug med <i>reset</i>-knappen i <i>Free vibration</i>- og <i>Buckling</i>-analysen som var at nummeret på hvilken <i>mode</i> vi så på ikke ble satt til 1. Fikset også slik at hele teksten «<i>Response parameters</i>» i <i>Results</i> nå vises.</p> <p>Fant deretter ut at jeg tidligere hadde hardkodet Frame2D print flag til 22 på de dynamiske analysene. Dette vil si at det ikke var mulig å sette dette <i>print flag</i>-et til noe annet enn 22. Dette er nå rettet opp i, og testet at parameteren blir satt korrekt.</p> <p>Hadde deretter en lang prat med Kolbein angående responsparametere, og det viser seg at måten de interne elementene har blitt nummerert er feil i forhold til hvordan det tolkes i Frame2D. Dette fører til at alle responsparametere som er interne på elementet blir feil. Må forandre metoden <i>CreateMrpdef()</i> for å fikse problemet. Har nå fjernet om man skal se på høyre eller venstre side av elementet.</p> <p>Startet deretter arbeidet med å lage en <i>Duplicate</i>-knapp på</p>	<p><i>FrmMainGui.Result 10</i> <i>sPage.cs</i> <i>FrmModel.BackGroundWorker.cs</i> <i>FrmMainGui.cs</i> <i>ComputationalModel.Analyzes.cs</i> <i>GlobalSettings.cs</i> <i>ResponseParameter.cs</i> <i>FrmEarthquake.cs</i></p>

tidsseriene for jordskjelv.		
<p><u>9.4:</u> Begynte dagen med en iterasjon av oppgavene i «Rapporterete feil.xlsx», og oppdaterte da de feilene jeg har fikset den siste perioden. Skrev også litt på selve masteroppgaven, men da hovedsakelig disposisjonsendringer og notater under hovedpunktene på analysene mine.</p> <p>Fullførte deretter <i>Duplicate</i>-knappen i tidsseriene for jordskjelv. Dersom man kopierer et jordskjelv vil alt være identisk utenom navnet som vil være navnet på det originale jordskjelvet + «(<i>Duplicate</i>)».</p> <p>Så testet jeg jeg analysene jeg har laget med <i>Load dependent Ritz-vectors</i> mot <i>Eigenvectors</i>. Resultatene er der jeg forventer at de skal være.</p> <p>Fikk så en ny .dll-fil fra Kolbein som løste problemet med tidsdifferansen på ekstremanalysen kontra responsparameterne, men problemet med de indre responsparameterne er der fortsatt.</p> <p>Hadde så en diskusjon med Frans angående å lage en felles <i>rpg</i> for <i>Time delay</i> på animasjonene, men jeg fant ut at det ikke var nødvendig å implementere dette på mine animasjoner siden disse uansett ikke vil gå for kjapt..</p> <p>Deretter fikset jeg slik at vi skriver «<i>Load case</i>» istedenfor «<i>LC</i>» og «<i>Load combination</i>» istedenfor «<i>LComb</i>» og fikset slik at teksten i <i>Combobox</i>-ene under ikke blir kuttet av grunnet plassmangel. Fikset også slik at <i>Selection</i> i <i>Toolbox</i>-en nå er <i>expanded</i> og visse knapper er <i>disabled</i> når programmet startet opp. Fikset også en layoutfeil som har oppstått grunnet oppgraderingen til Devexpress.</p> <p>Brukte den resterende tiden på å se <i>tutorials</i> om SAP2000.</p>	<p><i>FrmEarthquake.cs</i> 9</p> <p><i>FrmMainGui.cs</i> <i>FrmMainGui.cs</i> <i>FrmMainGui.Result</i> <i>sPage.cs</i> <i>FrmMainGui.ToolB</i> <i>ox.cs</i> <i>FrmAbout.cs</i> <i>FrmMaterialDialog</i> .cs</p>	
<p><u>10.4:</u> Startet dagen i dag med å lese meg litt opp igjen på dynamikkteorien. Leste hovedsakelig om tidsplansanalysen.</p> <p>Fikk så ny PC og brukte en del tid på å få alt over på denne PCen. Installerte for første gang SAP2000, og vil bruke morgendagen på å prøve å kjøre noen analyser i dette programmet.</p>	6	
<p><u>11.4:</u> Begynte dagen med å få compilert fap2D. Dette fikk jeg ikke til i går, men det var bare noen småting som skulle til. Systemet er nå</p>	<p><i>FrmMainGui.cs</i> 4 <i>FrmSplashScreen.c</i> <i>s</i></p>	

som det skal og alt fungerer.

Deretter lekte jeg meg litt i **SAP2000**, men fikk ikke til å kjøre noen relevante analyser i forhold til implementasjonen min.

Mottok så noen nye bilder fra Kolbein, deriblant bilder for noen knapper og ny oppstartsskjerm.

13.4:

Fikk i går en mail fra Kolbein angående endringer han ønsker å ha gjort i programmet på et generelt basis og begynte derfor på dette. Begynte med å forandre tilbake til «*LC*» og «*LComb*» istedenfor å skrive dette helt ut.

Fikset så at **Frame2D print flag** er en lokal instilling på alle modeller og at denne har *default*-verdi lik 1. Dette vil si at det alltid vil bli skrevet ut en logfil som bruker kan bruke.

Deretter gjorde jeg slik at IPE200 er et predefinert tverrsnitt som kan brukes i modelleringen. Bruker slipper da å gå inn i dialogboksen for å definere et tverrsnitt dersom man «kun skal modellere noe kjapt».

Fant så ut hvorfor knappene som starter en *BackgroundWorker* kan virke noe ustabil iblant. Dette er fordi metoden til en *BackgroundWorker* som heter for *.RunWorkerAsync()* må bli kalt etter man har opprettet *event*-ene som blir kjørt når *BackgroundWorker*-en jobber. Nå har jeg lagt om slik at alle *BackgroundWorker* blir opprettet med *events* når modellen blir laget / åpnet og deretter blir *.RunWorkerAsync()* kalt når man trykker på den respektive knappen. Alle knappene er nå stabile.

Fikset også slik at programmet lukker seg kjappere. Her var det mange tegnemetoder som ble kalt i det programmet lukket seg, noe som førte til en lengre lukketid. Fikset problemet ved å lukke modelleringsvinduet idet brukeren lukker programmet.

Til slutt startet jeg med å implementere en ekstremanalyse på tvungen svingning i tidsplanet.

14.4:

Fortsatte arbeidet med en ekstremanalyse på tvungen svingning i tidsplanet. Denne skal fungere på akkurat samme måte som ekstremanalysen på jordskjelvsanalysen, så implementasjonen gikk relativt fort. Forandret *default*-verdien for *start time* til 2. Implementerte også et nytt bilde jeg hadde fått fra Kolbein for ekstremanalysene.

FrmMainGui.cs 5

FrmSettings.cs
ModelDataSet.xsd
StoringUtilities.cs
LocalStructuralSettings.cs
StructuralSettings.Analyses.cs
StructuralSettings.cs

FrmModel.cs

FrmXtrmEarthquake.cs
FrmMainGui.ResultPage.cs
FrmModel.BackgroundWorker.cs
FrmModel.cs

FrmMainGui.cs
FrmXtrmDynamicTimeDomain.cs

FrmXtrmDynamicTimeDomain.cs 2
LocalStructuralSettings.cs
StructuralSettings.Analyses.cs
StructuralSettings.cs

	<p><i>s</i> <i>FrmMainGui.Result</i> <i>sPage.cs</i> <i>FrmMainGui.cs</i></p>	
<p><u>18.4:</u> Startet dagen med å lage 3 testeksemplere som jeg skal benytte til å teste implementasjonen min. Sendte en mail til Arild Holm Clausen, professor ved Institutt for Konstruksjonsteknikk, angående hva han anbefalte av stålrammer.</p> <p>Hjalp deretter Frans med problemet vi har med de interne responsparametere og hvordan vi bør legge om <i>Mrpdef</i> for å få løst dette problemet.</p> <p>Fant så en bug i animasjonen for <i>Buckling</i>, som jeg ikke er helt sikker på hvordan har oppstått. Animasjonen fungerte ikke fordi et <i>event</i> ikke var koblet opp til <i>Run</i>-knappen. Dette er nå fikset.</p> <p>Fant også ut at hvor mange punkter som skal vises på grafene har blitt tilbakestillt etter at vi oppgraderte programmet til nyeste versjon av Devexpress. Enhetene som benyttes på aksene er heller ikke optimale. Vil begynne på dette arbeidet i morgen.</p> <p>Brukte deretter en del tid på å skrive på selve masteroppgaven.</p>	<p><i>FrmMainGui.Result</i> 8 <i>sPage.cs</i> <i>FrmMainGui.cs</i></p>	
<p><u>19.4:</u> Startet i dag arbeidet med å fikse enhetene på grafene. Fikk på plass riktig tekst på alle aksene, men fikk ikke fikset enheten på y-aksen på <i>Add earthquake</i>. Fikk derimot fikset slik at det skal være minimum 25 px mellom hver verdi på grafen dersom <i>Show values on graph</i> er på. Nå er også <i>NPeriods disabled</i> på alle tidsfunksjoner som har med jordskjelv å gjøre, siden det ikke er ønskelig å kjøre jordskjelv etterhverandre.</p> <p>Fant også ut at det manglet et bilde på en knapp i <i>Periodic loading</i>. Dette er nå fikset.</p>	<p><i>FrmGraphDialog.c</i> 4 <i>s</i> <i>FrmResParaLinRSpectrumEarthquake.c</i> <i>s</i> <i>UC_ListAndGraph.cs</i> <i>UC_Graph.cs</i></p>	
<p><u>20.4:</u> Fortsatte arbeidet med å fikse enheten på y-aksen til <i>Add earthquake</i>. Tok lang tid å få til dette, men fant til slutt en løsning på problemet.</p> <p>Fikset så noe på små layoutfeil i dialogboksene som har grafer.</p> <p>Til slutt brukte jeg tiden på å fortsette arbeidet med å på masteroppgaven.</p>	<p><i>ArbitraryTimeFunction.cs</i> 6 <i>UC_EditTimeFunctionEarthquake.cs</i> <i>StoringUtilities.cs</i> <i>EarthquakeTimeSeries.cs</i> <i>FrmAddTimeFunction.cs</i> <i>FrmEarthquake.cs</i></p>	

<p>Fant også et par bugs med tanke på ctrl + z (angre). Disse er sendt videre til Kristian.</p>	<p><i>FrmAddTimeFunctionEarthquake.cs</i> <i>FrmEditEarthquake.cs</i> <i>UC_ArbitraryTimeFunction.cs</i> <i>TimeFunction.cs</i></p> <p><i>UC_ListAndGraph.cs</i> <i>UC_ArbitraryTimeFunction.cs</i> <i>UC_EditTimeFunction.cs</i> <i>UC_EditTimeFunctionEarthquake.cs</i></p>
<p><u>21.4:</u> Startet dagen med å oppgradere programmet til en nyere versjon av Devexpress (12.2.8).</p> <p>Deretter satt jeg opp et av mine testeksempler i SAP2000 og prøvde å kjøre en responsparameteranalyse. Resultatene ligger nærme de jeg får i fap2D, men ikke nærme nok til at jeg kan si meg fornøyd. Må bruke en del tid i SAP2000 for å finne ut hvorfor resultatene ikke er identiske.</p>	<p><i>Alle dialogbokser</i> 2</p>
<p><u>23.4:</u> I dag hadde vi møte med gruppen. Ikke noe relevant for mine analyser ble tatt opp.</p>	<p>2</p>
<p><u>24.4:</u> Fikk i dag en ny .dll-fil fra Kolbein som skal finne maksimalverdiene i ekstremanalysen kjappere. Måtte derimot ta bort når maksimal elastisk kapasitetsutnyttelse inntreffer. Er ikke ferdig med dette arbeidet, så fortsetter dette arbeidet i morgen.</p> <p>Oppstod derimot en bug med den nye .dll-filen som er at for å få opp resultatene i tvungen svingning i tidsplanet må analysen kjøres to ganger. Brukte mye tid på å finne ut hvorfor dette problemet har oppstått, men uten hell. Fant heller ingen løsning på problemet. Kolbein har visstnok ikke gjort noen endringer når det kommer til denne analysen, så problemet må være på C#-siden av programmet.</p> <p>Trur jeg også har funnet en bug relatert til den lineære tidsfunksjonen. Selv om man velger en delta_lambda verdi lik 1 sekund her varer tidsfunksjonen så lenge den dynamiske analysen</p>	<p><i>ComputationalModel.Analyzes.cs</i> 8 <i>ComputationalModel.Tables.cs</i> <i>ComputationalModel.cs</i> <i>Frame2D.cs</i> <i>FrmXtrmDynamicTimeDomain.cs</i> <i>FrmXtrmEarthquake.cs</i> <i>FrmMainGui.AnalysisPage.cs</i> <i>ModelDataSet.xsd</i> <i>StoringUtilities.cs</i> <i>LocalStructuralSettings.cs</i></p>

<p>varer. Må se nærmere på dette i morgen.</p>	<p><i>StructuralSettings.Analyses.cs</i> <i>StructuralSettings.cs</i> <i>s</i></p>
<p><u>25.4:</u> Fortsatt i dag arbeidet med å legge om ekstremanalysen i henhold til den nye .dll-filen til Kolbein. Denne fungerer nå slik den skal, og det går nå mye kjappere å finne maksimalverdiene.</p> <p>Deretter så jeg nærmere på den lineære tidsfunksjonen og all data blir sendt korrekt i henhold til dokumentasjonen. Sendte derfor en mail til KB om problemet. Han svarte at denne tidsfunksjonen har dårlig informasjon i dialogboksen og at min tolkning har vært feil. Denne tidsfunksjonen skal ikke benyttes på dynamiske analyser, men er ment for ikke-lineære analyser. Han skal komme med et forslag til forbedring av dialogboksen.</p> <p>Fikk også en ny .dll-fil av KB for å fjerne numerisk støy. Begynte derfor å implementere dette. Dette ble en global innstilling i «<i>fap2D settings</i>» som er en enkel <i>checkbox</i> som sier om man skal fjerne numerisk støy eller ikke. Dette fungerer nå, men det fjernes litt for mye av forskyvningen, og har sendt en mail til KB angående dette.</p> <p>Har også implementert en <i>quickfix</i> på problemet om at man må kjøre tvungen analyse i tidsplanet to ganger.</p> <p>Til slutt testet jeg implementasjonen mer mot SAP2000. Trur det er noe med skaleringsfaktorer som blir satt feil.</p>	<p><i>ComputationalModel.Analyses.cs</i> 7 <i>Frame2D.cs</i> <i>FrmXtrmDynamicTimeDomain.cs</i> <i>FrmXtrmEarthquake.cs</i> <i>StructuralSettings.Analyses.cs</i> <i>ComputationalModel.Analyses.cs</i> <i>FrmMainGui.AnalysisPage.cs</i> <i>FrmSettings.cs</i> <i>GlobalSettings.cs</i> <i>GlobalSettings.NumericalNoise.cs</i> <i>FrmMainGui.AnalysisPage.cs</i></p>
<p><u>26.4:</u> Startet dagen med et møte med Kolbein. Vi diskuterte at vi burde legge inn en <i>note</i> i dialogboksen for den lineære tidsfunksjonen som sier at den ikke bør brukes i dynamiske analyser. Ble også enige om å skru ned faktoren som bestemmer når numerisk støy skal fjernes med en tierpotens. Resultatene i SAP2000 bør ligge ca innenfor 10 % av resultatene i fap2D.</p> <p>Deretter brukte jeg mye tid på å gå igjennom store deler av SAP2000 for å sjekke parameterne som blir satt. Slik jeg kan se det er de fleste parameterne nå like, men jeg får fortsatt forskjellige resultater i forhold til både fap2D på responsparameteranalysen.</p> <p>Prøvde så til slutt å få inn tidsfunksjonen for det første predefinert jordskjelvet i fap2D inn i SAP2000. Dette klarte jeg ikke å få til,</p>	<p>8</p>

<p>og jeg må mest sannsynlig lage en metode som skriver ut alle akselerasjonene til fil fra fap2D.</p>	
<p>Fant også ut at det er noe feil i responspektrummetoden på KB sin side. Hvis man setter $\eta = 1$ og $q = 1$ så skal designspektrum og elastisk spektrum gi identiske resultater gitt at ingen av de utslagsgivende egensvingningsformene har en lavere egensvingningsperiode enn Tb. Får her forskjellige resultater og sendt en mail til KB angående dette.</p>	
<p><u>28.4:</u> Fortsatte arbeidet i dag om å skrive i masteroppgaven.</p> <p>Fikset også litt på bunnteksten i de dynamiske analysene, slik at enheten sekund (s) nå vises. Oppdaget også en liten bug i dialogboksen for dempning, som gjorde at <i>Explicit definition based on:</i> ikke ble satt korrekt når man lukket dialogboksen.</p>	<p><i>ComputationalMod 3</i> <i>el.Drawing.cs</i> <i>FrmDampingDialog.cs</i></p>
<p><u>29.4:</u> Fikk i dag en ny .dll-fil fra KB som løste det tidligere problemet med forskjellen på design- og elastisk spektrum. Disse gir nå identiske resultater gitt at $\eta = 1$ og $q = 1$ på konstruksjoner som ikke har utslagsgivende egensvingningsformene med en lavere egensvingningsperiode enn Tb.</p> <p>Brukte deretter en del tid på å fortsette å finne ut hvorfor jeg får forskjellige resultater i SAP2000 og fap2D. Sendte også en del mail med KB angående dette, og vi endte opp med å møtes på hans kontor istedenfor. Vi fant her ut at egensvingeperiodene ikke er de samme. Dette fører igjen til at vi får forskjellige resultater på en responspektrumanalyse.</p> <p>Etter mye leting fant jeg ut at grunnen til forskjellen i fri svingningsanalysene kommer at HEA 300-søylene i SAP2000 ikke er de samme som i fap2D, selv om alle parameterne er identiske. Dette tror jeg er en bug fra SAP2000 sin side, og kommer til å rapportere dette til EDR (som er ansvarlig for SAP2000 ovenfor NTNU).</p>	<p>8,5</p>
<p><u>30.4:</u> Hadde i dag møte med gruppen hvor vi diskuterte de få gjenstående tingene på programmet, deriblant lisensserver.</p> <p>Etter dette implementerte jeg ny tekst i «<i>About fap2D</i>» og det nye dokumentet som er selve lisensen for fap2D. Hadde også en diskusjon med Frans og Kristian angående hva vi skal ha i «<i>Vedlegg</i>».</p>	<p>3</p>
<p><u>1.5:</u></p>	<p><i>StructuralSettings.c 8</i></p>

Startet dagen med å gjøre *default*-verdien for antall subelementer per element til 50 istedenfor 40. Fikset også en bug, en *nullpointexception*, som oppstod i visse tilfeller når man sletter et knutepunkt.

Puttet så en *note* i dialogboksen for den lineære tidsfunksjonen som sier at den ikke skal brukes for dynamiske analyser. Fikset også noen layoutfeil i dialogboksene som har grafer, selv om jeg gjorde noe liknende for litt siden. Dette er nå slik jeg vil ha det.

Fikset så en bug med at man ikke fikk en feilmelding fra programmet hvis man prøvde å kjøre en responsspektrumanalyse uten å definere hvordan man vil generere resultatene. Fikset også en bug hvor at *ComboBox*-en for *End:* i *FrmMainGui* for tverrsnitt. *End 1:* ble tom hvis man gikk inn og ut av dialogboksen som definerer tverrsnitt. Denne bugen oppstod når jeg la til et predefinert tverrsnitt ved alle nye modeller.

Deretter modellerte jeg et eksempel jeg vil bruke til å teste implementasjonen min og fikk nesten identiske resultater i **SAP2000** og **fap2D**.

Så jobbet jeg med å få inn tidsserien for det første predefinerte jordskjelvet i **fap2D** inn i **SAP2000**. Dette fikk jeg etter litt programmering til og fant da ut at **fap2D** ikke sender inn dempning korrekt inn i **Frame2D**. Fikset derfor denne bugen, og alle data fra dempning blir nå sendt inn korrekt. Programmet krasjer derimot hvis man kun har konsentrert dempning i konstruksjonen. Har sendt en mail til KB om at jeg har en anelse om at dempning blir beregnet feil i programmet og at programmet krasjer. Får også ganske store forskjeller i **SAP2000** og **fap2D**, men klarer ikke å finne ut hvorfor, selv om jeg har en anelse om at dette kan ligge i dempningen.

Fant også en bug med geometrisk stivhet, og ingen av de dynamiske analysene kan kjøres med geometrisk stivhet. Går ut ifra at denne bugen ligger i **Frame2D**, og har derfor sendt en mail til KB angående dette.

Skrev også litt i masteroppgaven og tok en en iterasjon over «Rapporterte feil.xlsx».

2.5:

Brukte dagen på å prøve å finne ut hvorfor jordskjelvsanalysen ved bruk av tidsintegrasjon blir så forskjellig i **SAP2000** og **fap2D**. Sendt mail til KB angående noen interessante resultater.

s
SubMember.cs

UC_LinearTimeFunction.cs

UC_EditTimeFunctionEarthquake.cs

FrmAddTimeFunction.cs

FrmAddTimeFunctionEarthquake.cs

FrmEarthquake.cs

FrmEditEarthquake.cs

FrmMainGui.AnalysisPage.cs

FrmCrossSectionDialog.cs

FrmDampingDialog.cs

3.5:

Begynte dagen med å møte Kolbein angående hvorfor vi får forskjellige resultater i jordskjelvsanalysen ved bruk av tidsintegrasjon i **SAP2000** og **fap2D**. Vi diskuterte blant annet hvordan dempning blir modellert i programmet og hvor eventuelle feilkilder kan ligge.

Fant så ut at verdiene i *FrmNumericalIntegration.cs* ikke blir sendt inn korrekt inn i **Frame2D**. *Default*-verdiene som benyttes er heller ikke de som er oppgitt i dokumentasjonen. Fikset derfor slik at verdiene blir sendt inn korrekt og satt nye *default*-verdier. Sendte mail til KB om disse verdiene er greie og hvis ikke hvilke verdier han vil bruke.

Fjernet så *note* som er i ekstremanalysene om at analysen kan ta lang tid. Dette er fordi dette nå tar like lang tid å finne som å kjøre en analyse, og det er i de aller fleste tilfeller en relativt kort tid.

Satt deretter opp et dokument for å sammenligne resultatene mellom **SAP2000** og **fap2D**, der hovedvariabelen er *nts*. Denne variabelen definerer hvor mange ganger deltaT (skritt lengden i analysen) skal deles opp. Så på *nts* = 1, 3, 5, 10 og 100.

FrmNumericalIntegration.cs 8
StructuralSettings.cs
FrmMainGui.AnalysisPage.cs

FrmXtrmDynamicTimeDomain.cs
FrmXtrmEarthquake.cs

4.5:

Begynte dagen med å føre inn resultatene jeg fikk i går inn i masteroppgaven og sendte noen av resultatene til Kolbein. Han trur det er noe feil i **Frame2D**-rutinen, siden resultatene er slik de er. Hva det er som er feil er derimot usikkert. Vil få tilbakemelding på *default*-verdiene for numerisk integrasjon på mandag, siden han ikke har notatene angående tilgjengelig.

Skrev også om hvordan eksemplene jeg bruker er, siden jeg har forandret litt på de. Har også valgt å gå ned til 2 eksempler istedenfor 3. Genererte opp resultater for fri svingning og responspektrumanalysen for begge eksemplene. Sendte så Kolbein dette, siden det er en god indikasjon på at i alle fall denne delen av implementasjonen er korrekt.

Skrev så noe i masteroppgaven.

Deretter gjorde jeg det mulig for bruker å sende inn flere et tall med mer enn 4 desimaler på *a1* og *a2* på Rayleigh-dempningen. Det er nå mulig å sende inn et tall med 12 desimaler. Fikset også bugen som har vært hele tiden med konsentrert dempning. Her var det en feil fra tidligere utviklere som hadde forvekslet masse og punktdempere. Punktdempere fungerer nå som det skal.

FrmDampingDialog.cs 8,5

ComputationalModel.Tables.cs
Node.cs

Brukte så resten av dagen på å skrive logg for de 3 siste ukene.	
<p><u>5.5:</u> Har brukt dagen i dag på å skrive på selve masteroppgaven.</p> <p>Fant også et par tekstfeil i ekstremanalysen jeg har implementert og rettet derfor opp i dette. Installerte også et program som heter for ReSharper for å fjerne alle ubrukte <i>References</i> som benyttes i programmet. Prøvde også litt annen funksjonalitet i programmet, men fikk ikke noe ut av dette.</p>	<p><i>FrmXtrmDynamicTimeDomain.cs</i> 8 <i>FrmXtrmEarthquake.cs</i></p>
<p><u>Mandag 6.5:</u> Begynte dagen med å laste opp ny .dll-fil fra Kolbein. Fikk så ny dokumentasjon på <i>Numerical integration</i>, og oppdaterte dialogboken for dette i henhold til dette.</p> <p>Snakket deretter med Kolbein om å kjøre en tvungen frekvensplansanalyse og en tvungen tidsplansanalyse i fap2D og en impulsberegning i SAP2000 for å finne årsaken til det numeriske avviket mellom programmene. Fant etter hvert ut at IPE300 ikke er lik i begge programmene. Kjørte så samme analyser med IPE330, og avviket er nå mindre.</p> <p>Prøvde deretter å sammenlikne resultatene i den tvungne analysen i frekvensplanet mot tidsplansanalysen, men her er noe feil. Hadde en diskusjon med Frans angående problemet, men uten hell.</p>	<p><i>FrmNumericalIntegration.cs</i> 8</p>
<p><u>Tirsdag 7.5:</u> Begynte dagen med møte med gruppen. Kolbein bekrefter at de to tvungne svingningsanalysene skal gi samme resultater. Han hadde derimot ikke noen forklaring på hvorfor dette ikke skjer, og skal se over Frame2D for å se om han kan komme til bunns i problemet. Vil motta ny layout for velkomstskjermen og nye knapper for responsspektrumanalysen.</p> <p>Fjernet så knappene for demofilene i velkomstskjermen, siden dette var ønsket fra Kolbein. Implementerte også de nye bildene for knappene for responsspektrumanalysen. Oppdaterte selve dokumentet for masteroppgaven med dette, og sendte en mail til Kolbein angående hva jeg trenger fra han per dags dato.</p>	<p><i>FrmWelcomeScreen.cs</i> 4 <i>FrmMainGui.cs</i></p>
<p><u>Onsdag 8.5:</u> Startet dagen med en diskusjon mellom meg og Kristian om en potensiell LCmb bug. Det virker som om variablene i denne dialogboksen ikke blir satt korrekt. Han skal se nærmere på saken.</p> <p>Fikk så mail fra Kolbein om hva som er feil i tvungen svingning i</p>	<p><i>FrmLoadFD.cs</i> 8 <i>FrmMainGui.cs</i> <i>FrmMainGui.ResultPage.cs</i> <i>FrmMainGui.cs</i> <i>FrmSettings.cs</i></p>

B Logg

frekvensplanet; det står at brukeren skal gi feil parameter i analysen. Forandret dette slik at brukeren skal oppgi f istedenfor ω . Dette gjorde at frekvensplansanalysen, uten egenvekt i lastkombinasjonen, gir samme resultater i både tidsplanet og frekvensplanet.

Deretter slettet jeg demofilene som kanskje skulle bli brukt i velkomsts skjermen. Implementerte også et nytt bilde for *Show peak estimates*. Fikset også en liten bug i *fap2D Settings* om at «Prosent» var skrevet på norsk.

Fortsatte deretter å generere resultater fra **SAP2000**. La også til et par nye responsparametre som det skal tas med resultater for. Skrev så en del i masteroppgaven.

Torsdag 9.5:

Begynte dagen med å fikse en bug med at *Show resultants* og *Reaction force* har blitt *disabled* i alle analysene. De skal kun være *disabled* i de dynamiske analysene.

Fikset så en ny forklaring om hvordan skaleringen på results i *fap2D Settings* fungerer. Begynte også arbeidet med å kunne lage egendefinerte responspektra, og måtte da forandre datastrukturen *EarthquakeLinRSpectrumData* til [kex, xi, cs, Tb, Tc, Td, q, type(1or2), ag, ground type, ag40Hz, importance class, soil factor]. Forandret også *Dyn. LCmb* tilbake til *LCmb* i den tvungne svingningsanalysen i tidsplanet grunnet en bug som hadde oppstått.

Skrev så en del i masteroppgaven. Fikk også mail fra KB at jeg burde gjøre tyngden på bjelkene i eksemplet mitt slik at kapasitetsutnyttelsen er på 80 %. Valgte derfor stål 90 ganger tyngre enn S355 for eksemplene.

Lørdag 11.5:

Startet dagen med å implementere den nye knappen for lisensfilen. Fant så en bug i *Peak estimates*, der jeg hadde glemt å legge til konverteringsfaktoren.

Deretter begynte jeg arbeidet med å generere nye resultateter siden eksemplene er forandret. Fortsatte å skrive i masteroppgaven.

Søndag 12.5:

Fant en liten bug på en parameter som ikke ble satt korrekt i *fap2D Settings*. Ellers har jeg brukt dagen på å skrive i masteroppgaven.

Mandag 13.5:

FrmMainGui.Result 4
sPage.cs
FrmSettings.cs
FrmLoadRSpectrum
mEarthquake.cs
FrmMainGui.cs

FrmMainGui.cs 8
FrmPeakResponseL
inRSpectrumEarthq
uake.cs

FrmSettings.cs 8

FrmComputationalM 8

<p>Startet dagen med å generere resultater. Skrev også en del i masteroppgaven.</p> <p>Fant så en bug med at antall <i>modes</i> som kan bli tatt med i analysen blir satt til maksimalt 1 dersom det ikke eksisterer noen <i>elements</i> i modellen. Fant også en liten tekstfeil i <i>Xtrm earthquake analysis</i>.</p>	<p><i>odel.cs</i> <i>FrmMainGui.cs</i></p>	
<p><u>Tirsddag 14.5:</u></p> <p>Startet dagen med møte med gruppen. <i>Steady state</i> i en tvungen svingningsanalyse i tidsplanet skal sammenlignes med en frekvensplansanalyse.</p> <p>Sendte så mail til Kolbein om vi skal ta med Rayleigh-dempning i responsspektrumanalysen. Fikk svar at dette ikke er nødvendig.</p> <p>Skrev så på masteroppgaven.</p>		4
<p><u>Onsdag 15.5:</u></p> <p>Brukt store deler av dagen på å generere resultater og skrive masteroppgaven. Litt usikker på om jeg skal ta med negative verdier på responsene og responsparameterne i testingen jeg har. Sendt mail til Kolbein om dette.</p>		6
<p><u>Torsdag 16.5:</u></p> <p>Fikk mail fra Kolbein hvor han bekreftet at det kun er interessant å se på absoluttverdiene av responsen i analysene jeg har.</p> <p>Brukte så resten av dagen på å generere resultater.</p>		8
<p><u>Fredag 17.5:</u></p> <p>Brukt dagen på å generere resultater og skrive masteroppgaven.</p> <p>Fant også en bug i <i>Damping</i>-dialogen når man skal velge hva man skal baserer <i>Rayleigh</i>-dempningen på.</p>	<p><i>FrmDampingDialog.cs</i></p>	3
<p><u>Lørdag 18.5:</u></p> <p>Fortsatte med å generere resultater. Fikk noen rare resultater, og brukte derfor en del tid på å dobbeltsjekke at alt er «korrekt».</p>		8
<p><u>Søndag 19.5:</u></p> <p>Fortsatte dagen med å generere resultater. Snart ferdig med dette arbeidet.</p>		8
<p><u>Mandag 20.5:</u></p> <p>Startet dagen med å finne en bug der man kunne prøve å legge til en <i>Load combination</i> i <i>Loading</i> på frekvensplansanalysen (tvungen svingning), og dersom ingen <i>Load combination</i> var valgt oppstod det en <i>nullpointer</i>. Dette er nå fikset. Fikk også noen bugs fra Kolbein på mail.</p> <p>Fikset fargene på grafene i programmet slik at alle er svarte. Fant</p>	<p><i>FrmGraphDialog.cs</i> <i>FrmLoadFD.cs</i></p>	8

B Logg

også noen andre bugs som er sendt videre til Kristian.		
Brukte så dagen på å generere resultater og skrive masteroppgaven.		
<u>Tirsdag 21.5:</u> Brukte dagen på å skrive masteroppgaven.	<i>FrmStiffness.cs</i> <i>FrmMainGui.AnalysisPage.cs</i> <i>FrmMainGui.cs</i> <i>FrmMassDialog.cs</i>	4
Fant også ut at <i>Stiffness</i> er skrevet feil i programmet. Det samme gjelder <i>Diagonalized mass</i> . Oppdaterte masteroppgaven med bildene av dette.		
<u>Onsdag 22.5:</u> Brukte dagen på å skrive masteroppgaven.	<i>FrmLoadFD.cs</i>	8
Fikset også en bug i <i>FrmLoadFD.cs</i> med at man ikke trengte å oppgi en frekvens for å legge til en harmonisk last.		
<u>Torsdag 23.5:</u> Brukte dagen på å skrive masteroppgaven.	<i>FrmMainGui.cs</i> <i>FrmXtrmEarthquake.cs</i> <i>FrmXtrmDynamicTimeDomain.cs</i>	8
Fant også noen tekstfeil noen steder i programmet.		
<u>Fredag 24.5:</u> Siste møte med gruppen. Brukte så resterende av dagen på å skrive masteroppgaven.		3,5
<u>Lørdag 25.5:</u> Brukte dagen på å skrive masteroppgaven.	<i>FrmLoadRSpectrumEarthquake.cs</i>	8
Fant også noen tekstfeil noen steder i programmet.		
<u>Søndag 26.5:</u> Brukte dagen på å skrive masteroppgaven.		7
<u>Mandag 27.5:</u> Brukte dagen på å skrive masteroppgaven.		1,5
<u>Tirsdag 28.5:</u> Brukte dagen på å skrive masteroppgaven.		8
<u>Onsdag 29.5:</u> Brukte dagen på å skrive masteroppgaven.	<i>FrmMainGui.cs</i>	6,5
Fikset også slik at vi bruker amerikansk engelsk i hele programmet. Forandret derfor fanene <i>Modelling</i> til <i>Modeling</i> .		
Gjorde så slik at brukeren kan sette variabelen <i>nts</i> i dialogboksen <i>Time axis earthquake</i> . Denne parameteren er standard 1, og kan ikke være 0.		
	<i>ComputationalModel.Analyzes.cs</i> <i>FrmTimeDomainEarthquake.cs</i> <i>FrmMainGui.AnalysisPage.cs</i> <i>ModelDataSet.xsd</i> <i>StoringUtilities.cs</i> <i>LocalStructuralSettings.cs</i>	

	<i>StructuralSettings.Analyses.cs</i> <i>StructuralSettings.cs</i>	
<u>30.5:</u> Sendte i dag noen sider for kommentering til Kolbein. Skrev også litt i masteroppgaven.		2
<u>03.06:</u> Fikset i dag seiersrunden. Skrev også litt i masteroppgaven.		1
<u>04.06:</u> Installerte til nyeste versjon av Devexpress. Fikset også et nytt bilde i <i>Time axis earthquake</i> .	<i>FrmTimeDomainEarthquake.cs</i>	1
<u>06.06:</u> Delta lambda og delta lambda_e har nå en sammenheng mellom hverandre som brukeren får se i dialogboksen <i>Time axis earthquake</i> (delta lambda = sampling interval / nts). Brukte deretter dagen på å skrive i masteroppgaven.	<i>FrmTimeDomainEarthquake.cs</i>	4
<u>07.06:</u> Brukte dagen på å fikse delta lambda og lambda_e igjen. Oppdateres nå kontinuerlig. Fikset også slik at brukeren ikke trenger å gå innom dialogboksen <i>Manage response spectra</i> på gamle modeller for å kjøre en responspektrumanalyse. Skrev også litt på masteroppgaven.	<i>FrmTimeDomainEarthquake.cs</i>	4,5
<u>08.06:</u> Brukt dagen på korrekturlesning. Fikset også en bug i grafen for responsparametre i tvungen svingning i frekvensplanet.	<i>FrmGraphDialog.cs</i> <i>ComputationalModel.Analyses.cs</i> <i>ComputationalModel.Tables.cs</i>	8,5
<u>09.06:</u> Brukt dagen på korrekturlesning.		9,5
<u>10.06:</u> Brukt dagen på korrekturlesning.		

C Gantt-diagram

ID	Task Name	Start	Finish	Duration	2013																							
					Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun																		
1	Forbedre fap2D	25.12.2012	10.06.2013	120d	30.12	6.1	13.1	20.1	27.1	3.2	10.2	17.2	24.2	3.3	10.3	17.3	24.3	31.3	7.4	14.4	21.4	28.4	5.5	12.5	19.5	26.5	2.6	
2	Rapportering via logg	25.12.2012	10.06.2013	120d																								
3	Implementere jordskjelvsberegning i tidspianet via tidsintegrasjon	25.12.2012	22.02.2013	44d																								
4	Testing av jordskjelvsberegning i tidspianet via tidsintegrasjon	25.12.2012	22.02.2013	44d																								
5	Implementere jordskjelvsberegning via responspektrum	25.02.2013	15.04.2013	36d																								
6	Teste jordskjelvsberegning via responspektrum	25.02.2013	15.04.2013	36d																								
7	Teste jordskjelvsberegningene mot eksterne programvare	16.04.2013	10.06.2013	40d																								
8	Skrive masteroppgaven	16.04.2013	10.06.2013	40d																								

C Gantt-diagram

D Programvare som har blitt brukt

D.1 Operativsystem

Under utviklingen har det blitt benyttet Windows 8 Home Edition 64 bit[20] frem til 11.04.2013, og etter denne perioden har det blitt benyttet Windows 7 Professional Editon 64 bit**Feil! Fant ikke referanseskilden..**

D.2 Utviklingsmiljø

Utviklingsmiljøet har under hele perioden vært Microsoft Visual Studio 2012 Professional Editon[18].

D.3 Tilleggsprogram

Under utviklingen har det blitt benyttet følgende tilleggsprogram:

- DevExpress[15] er et tilleggsprogram som forenkler utviklingen av programmer laget i Visual Studio.
- VisualSVN[16] er et tilleggsprogram til Visual Studio for versjonskontrollering av programmet som utvikles.
- TortoiseSVN[17] er en klient som er valgt for å styre versjonskontrollen.

D Programvare som har blitt brukt

E.1 Forslag til Kodekonvensjoner

Navnekonvensjoner:

Navnekonvensjon	Bruksområde
camelCasing	Brukes for å navngi variabler som ikke er private
<u>camelCasing</u>	Understrek brukes til å navngi lokale og private variabler
KONSTANT	Konstante verdier navngis med kun store bokstaver
PascalCasing	Pascal casing brukes for alle klasser, typer, metoder og navnerom, samt for navn som består av flere ord
PrePascalCasing	Valgfri prefiks brukes for å indikere at klasser arver fra en klasse i standard biblioteket. Prefikset angir hvilken klasse de arver fra

Kommentering

Alle metoder og events skal kommenteres. Eksempel:

```
/// <summary>
/// Implements the operator +.
/// </summary>
```

Det skal deretter komme en liste over eventuelle parameternavnene som benyttes i metoden / eventet og hva som returneres. Eksempel:

```
/// <param name="lv1">The first operand.</param>
/// <returns>The result of the operator.</returns>
```

Alle klasser skal kommenteres. Dette gjøres på lik måte som kommenteringen av et event eller metode. Eksempel:

```
/// <summary>
/// The settings form class.
/// Inherits from XtraForm.
///
/// Note:
/// Text
/// </summary>
```

Enums og Structs skal kommenteres, inkludert alle alternativene. Eksempel:

```
/// <summary>
/// The type of cursor
/// </summary>
public enum CursorType
{
    /// <summary>
    /// A beam member cursor.
```

E.1 Forslag til Kodekonvensjoner

```
    /// </summary>
    BeamMember,
    /// <summary>
    /// A bar member cursor.
    /// </summary>
    BarMember,
}
```

Det skal etterstrebtes å kommentere koden i den grad det er nødvendig. Kommentering av selve koden skal foregå over koden, uten linjeskift mellom. Eksempel:

```
// Add mode shape displacement to nodes
AddModeShapeDisplacement();
```

Dersom det er nødvendig å kommentere variable gjøres dette etter variabelnavnet, for eksempel:

```
private ToolTip _toolTip; // The tooltip
```

Getter og settere skal kommenteres på følgende måte:

```
/// <summary>
/// Gets or sets the structural model.
/// </summary>
/// <value>The structural model.</value>
```

Dersom getter og setteren har parametere skal parameteren kommenteres på lik måte som i en metode / event. Eksempel:

```
/// <summary>
/// XXX
/// </summary>
/// <param name="i">XXX</param>
/// <value>XXX</value>
public double this[int i]
{
    get { return _matrix[i]; }
    set { _matrix[i] = value; }
}
```

Annet:

- Punktum etter param beskrivelsen, på slutt av summary, på slutt av return og på slutt av value.
- Det skal forekomme et mellomrom mellom /// og beskrivelsen

Regioner

Koden skal deles opp i regioner. Dette er for å få en mer oversiktlig kode. Regionene som koden skal deles opp i, og rekkefølgen, er:

- README
- Enums
- Structs
- Fortran import
- .dll import
- Names
- Variables
- Constructors
- Methods
 - Private methods (kun hvis andre eksisterer)
 - Internal methods (kun hvis andre eksisterer)
 - Protected methods (kun hvis andre eksisterer)
 - Virtual methods (kun hvis andre eksisterer)
 - Public methods (kun hvis andre eksisterer)
 - Analysis (en region per analyse)
 - Other (kun hvis Analysis eksisterer)
- Events
 - Analysis
 - En region per analyse
 - Other (kun hvis Analysis eksisterer)
- Properties
- Interfaces
- Unsupported Properties/Methods etc.
- Abstract Methods

Det skal ikke forekomme tomme regioner. Regioner skal ikke deles inn i subregioner med mindre dette er hensiktsmessig, eller hovedregionen overgår 200 linjer.

Annet:

- Det skal forekomme et mellomrom mellom # og region / endregion

E.1 Forslag til Kodekonvensjoner

Linjeskift

Det skal etterstrebes å ikke ha for mange linjeskift i koden. Dette er for å få koden til å bli så kompakt som mulig, uten at koden blir uoversiktlig.

Det skal forekomme et linjeskift helt på slutten av en klasse. Eksempel:

```
    }
    #endregion
}
}
```

Hver if-setning skal ha et linjeskift over og under seg. Eksempel:

```
int numFrames = (int)e.Argument / 2;

if (counter == 0)
    maxScaleFactor = Math.Abs(ComputationalModel.ResultsScaleFactor);

double scaleFactor = ComputationalModel.ResultsScaleFactor;
```

Det skal ikke forekomme linjeskift mellom if og else if / else setninger. Eksempel:

```
if (distance1 <= distance2)
{
    snapX = Grid.GridLineDistanceX * atXGridLineNo;
    xFound = true;
}
else
{
    snapX = Grid.GridLineDistanceX * (atXGridLineNo + 1);
    xFound = true;
}
```

Det skal ikke forekomme et linjeskift over en if-setning hvis den er på innrykk. Eksempel:

```
{
if (scaleFactor > maxScaleFactor)
{
    scaleFactor = maxScaleFactor;
    increment *= -1;
}
}
```

Dersom if-setningen skrives på 2 linjer skal det forekomme et linjeskift mellom if og else setningen. Eksempel:

```
if (_drawableObjectClicked is Element)
    _drawableObjectClicked.IsSelected = false;

else
    _drawableObjectClicked.IsSelected = true;
```

Hver foreach og for-løkke skal ha linjeskift over og under seg. Eksempel:

```
bool toBeDeleted = false;

foreach (SubMember sm in m.SubMembers)
    if (sm.IsSelected)
        toBeDeleted = true;

if (toBeDeleted && !membersToDelete.Contains(m))
    membersToDelete.Add(m);
```

Return skal ha linjeskift over seg. Eksempel:

```
private bool OpenConnection()
{
    _connection = new OleDbConnection(_connectionString);
    _connection.Open();

    return true;
}
```

Lukking av dialogbokser, altså this.close(), skal ha et linjeskift over seg. Eksempel:

```
_frmMainGui.CurrentFrmModel.RePaintGLForm();

this.Close();
}
```

Det skal ikke forekomme variable som rett under et innrykk. Da skal det være et linjeskift over. Eksempel:

```
    scaleFactor += increment;
}

ComputationalModel.ResultsScaleFactor = scaleFactor;
```

E.1 Forslag til Kodekonvensjoner

Det skal ikke forekomme noen linjeskift nedenfor #region og metoden / eventet etc. som kommer etter. Eksempel:

```
#region Events
/// <summary>
/// Handles the Click event of the btnOk control.
/// </summary>
```

Dette gjelder også linjeskift over #endregion og metoden / eventet som kommer før. Eksempel:

```
    btnOk.Focus();
    base.OnActivated(e);
}
#endregion
```

Dersom det er en region som starter rett inni regionen skal det forekomme et linjeskift mellom disse. Eksempel:

```
#region Methods

#region Private methods
```

Det samme gjelder på slutten av en region. Eksempel:

```
    }
    #endregion

    #endregion
```

Properties

Properties skal skrives på følgende måte:

```
public CursorType CursorType
{
    get { return cursorType; }
    set { cursor = value; }
}
```

Tomme properties skrives på følgende måte:

```
public CursorType CursorType { get; set; }
```

Interface

Interface implementeres ved klasseavn : interface. Eksempel:

```
public class JointList : CollectionBase, IBindingList
```

Initialisering av dialogbokser

Ved initialisering skal hoveddialogboksen få fokus, ikke en controller.

Usings

Det skal etterstribes å kutte ned på ubrukte usings. Dette gjøres lettest i Visual Studio ved å høyreklikke i koden → Organise Usings → Remove and Sort. Alle usings blir dermed tatt bort og alle usingsene blir sortert.

Generell opprydning av kode

For å rydde opp generelt i koden kan man trykke på Edit → Advanced → Format document i VS

Innkapsling

Alle variable bør innkapsles via gettere og settere.

Switch

Switch statements skrives på følgende måte:

```
switch (_parent.CurrentFrmModel.StructuralModel.LocalStructuralSettings.A)
{
    case EigenValueAlgorithm.subspace:
        radioGroupEigenValueAlgorithm.EditValue = 0;
        break;
    case EigenValueAlgorithm.lanczos:
        radioGroupEigenValueAlgorithm.EditValue = 1;
        break;
    default:
        break;
}
```

E.1 Forslag til Kodekonvensjoner

F SVN

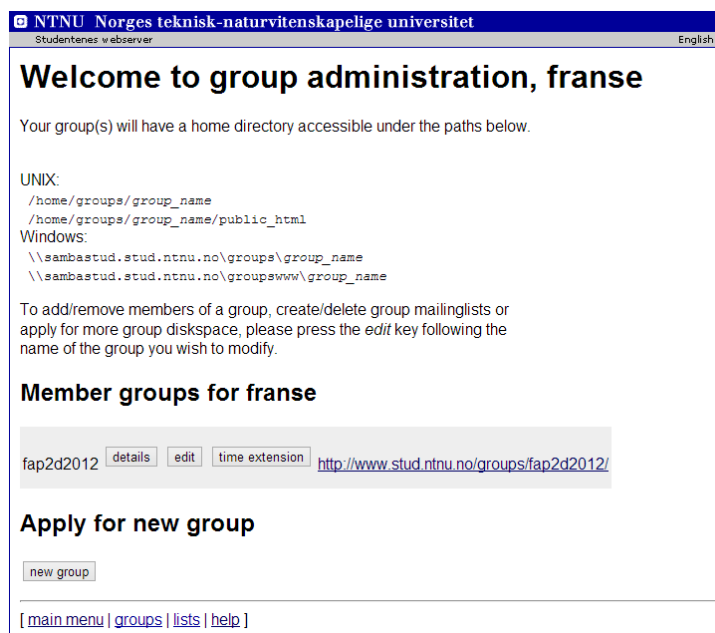
F.1 Valg av versjonskontroll

For å dele filer og holde versjonskontroll mellom vi som programmerte i **fap2D** dette semesteret brukte vi en SVN-server på NTNUs gruppeområde. Hver deling som ble gjennomført med serveren hadde en kommentar som beskrev arbeidet som var gjort, i tillegg til en oversikt over filene som hadde blitt endret. For å koble opp mot serveren logget vi inn via Putty og brukte TortoiseSVN for selve opp- og nedlasting av endringer.

For fremtidige utviklere på **fap2D** som vil arbeide samtidig har vi laget en stegvis fremgangsmåte for å lage og administrere en slik server. Orakeltjenesten ved NTNU har vært svært hjelpsomme for vår del når vi skulle gjøre det samme, så hvis man står fast i instruksjonene anbefales det å spørre de.

Fremgangsmåte for oppsett og bruk av SVN-server på NTNUs gruppeområde

1. Lag en gruppe på NTNUs gruppeområde
<http://www.stud.ntnu.no/kundesenter/groups/groups.php>. Vi kalte vår gruppe fap2d2012.



Figur 126: Gruppeområdet etter at gruppen har blitt opprettet

2. Bruk kommandovinduet på <http://login.stud.ntnu.no/>, logg inn med vanlig studentpassord og bruk kommandoen «cd /home/groups/fap2d2012» til å navigere frem til gruppeområdet

MindTerm SSH

```

:58)
NTNU IT skal gjennomføre rutinemessig oppdatering av
sentrale IT-systemer onsdag 2013- 05-22 fra kl 16:00 og utover
kvelden. I forbindelse med oppdateringene vil berørte servere bli
restartet ved behov. Det m v generelt p freges nedetid eller nedsatt
ytelse p v v re tjenester, inkludert, men ikke begrenset til:
Epost FS Websystem som: - imnsida - www.ntnu.no - org.ntnu.no -
folk.ntnu.no IT's Learning økonomisystem som: - Corporater -
Discoverer - Rapprd Innlogging for b vde ansatte og studenter Stud-fil
Ansatt-fil Kjernen Syllweb Lydia Nedetid for hver enkelt tjeneste
vil normalt ikke overstige en time. Varsling av denne type
nedetid foregår normalt p v driftvarslings-lista v v. Den er
tilgjengelig p v
https://lists.ansatt.ntnu.no/itea.ntnu.no/info/dr iftvarsling og anbefales
dersom du er interessert i
generelle varsel fra IT-avdelingen. Ved evt. sp ,rsm v l ta kontakt med
Orakeltjenesten (orakel@ntnu.no eller tlf. 91500).

Dagens tips: V r smill med de andre brukerne, ikke kjør maskinen i senk.
Kj r tunge programmer med 'nice' foran, som f.eks. 'nice ./cruncher.py'
Last login: Sun May 26 11:37:25 2013 from dhcp-051134.wlan.ntnu.no

caracal:~$ cd /home/groups/fap2d2012
caracal:/home/groups/fap2d2012$ █

```

Figur 127: Navigering til gruppeområdet på login.stud.ntnu.no

3. Bruk kommandoen «svnadmin create /rep» til   lage et *repository* på gruppeområdet kalt rep
4. Det vil også være nødvendig   åpne gruppeområdet for alle tilgangsrettigheter med kommandoen «chmod 777»
5. Serveren er nå opprettet. Likevel vil serveren kreve passordgodkjennelse for hver eneste fil som lastes opp, dette er tidkrevende og upraktisk. Derfor er det nødvendig   bruke Putty for   automatisk identifisere deg for hver forespørsel fra serveren.
6. Last ned og installer Putty-installasjonspakken fra <http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/download.html>. Bruk Windows installer-versjonen for   sikre at alle nødvendige komponenter i Putty-pakken kommuniserer skikkelig med hverandre.

Binaries

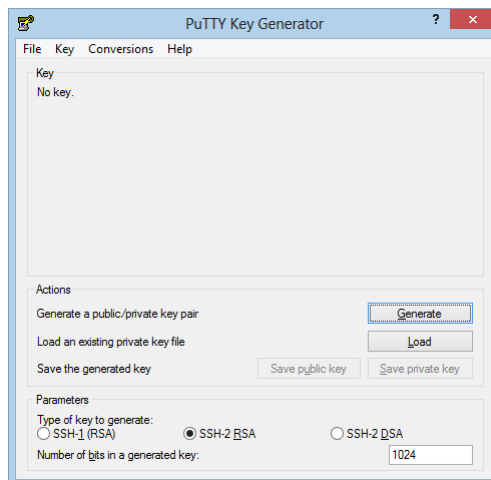
The latest release version (beta 0.62). This will generally be a version I think is reasonably likely to work well.

For Windows on Intel x86

PuTTY:	putty.exe	(or by FTP)	(RSA sig)	(DSA sig)
PuTTYtel:	puttytel.exe	(or by FTP)	(RSA sig)	(DSA sig)
PSCP:	pscp.exe	(or by FTP)	(RSA sig)	(DSA sig)
PSFTP:	psftp.exe	(or by FTP)	(RSA sig)	(DSA sig)
Plink:	plink.exe	(or by FTP)	(RSA sig)	(DSA sig)
Pageant:	pageant.exe	(or by FTP)	(RSA sig)	(DSA sig)
PuTTYgen:	puttygen.exe	(or by FTP)	(RSA sig)	(DSA sig)
A .ZIP file containing all the binaries (except PuTTYtel), and also the help files				
Zip file:	putty.zip	(or by FTP)	(RSA sig)	(DSA sig)
A Windows installer for everything except PuTTYtel				
Installer:	putty-0.62-installer.exe	(or by FTP)	(RSA sig)	(DSA sig)
Checksums for all the above files				
MD5:	md5sums	(or by FTP)	(RSA sig)	(DSA sig)
SHA-1:	sha1sums	(or by FTP)	(RSA sig)	(DSA sig)
SHA-256:	sha256sums	(or by FTP)	(RSA sig)	(DSA sig)
SHA-512:	sha512sums	(or by FTP)	(RSA sig)	(DSA sig)

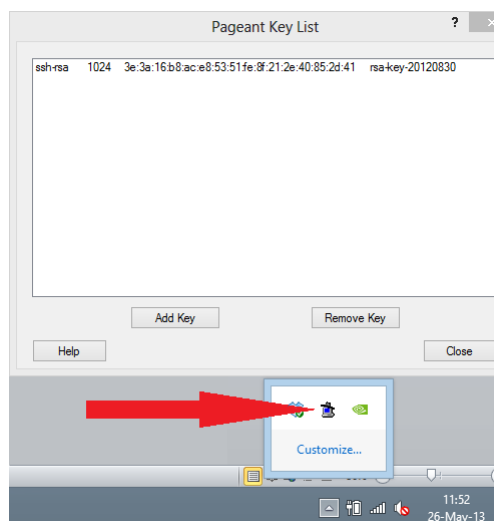
Figur 128: Hvilken Putty-pakke som skal velges på nettsiden for nedlasting

7. Bruk Puttygen fra Putty-pakken til å lage et sett med Private- og Public key. Det er ikke nødvendig å lage passord for nøklene.



Figur 129: Puttygen som man bruker for å lage nøkler

8. Assosier filen Private-key med programmet Pageant fra Putty-pakken, ved å velge Pageant som standardprogram for Private-key-filen. Sett din datamaskin til å åpne Private-key ved oppstart slik at den alltid vil være aktiv i Pageant i bakgrunnen mens datamaskinen er på.
9. Pageant burde alltid være aktiv i bakgrunnen med Private key aktivert.

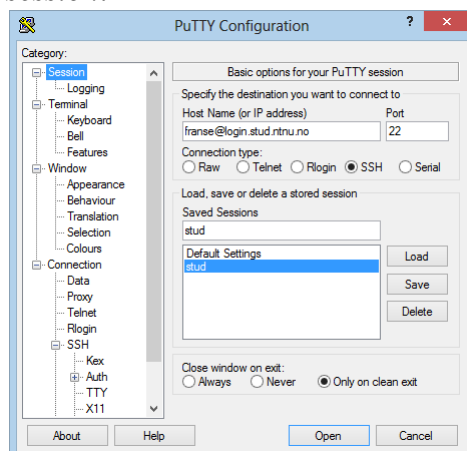


Figur 130: Pageant vinduet åpent med private key aktiv og pageant aktiv i bakgrunnen

10. Bruk kommandovinduet på <http://login.stud.ntnu.no/> til å navigere til gruppeområdet med kommandoen «cd /home/groups/fap2d2012»

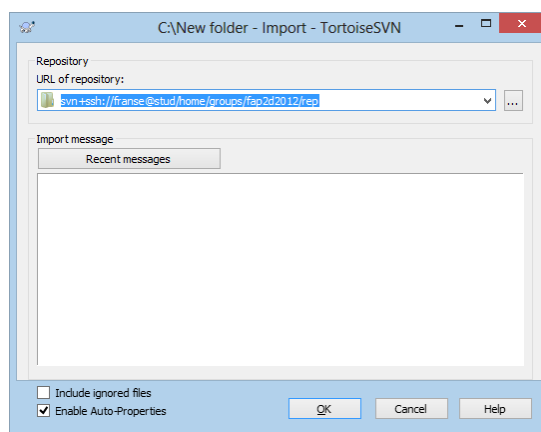
c. Connection type = SSH

Til slutt lagrer man som *session* med navnet «stud». Verdiene man nå har satt i Putty vil være inkludert i denne *session*.



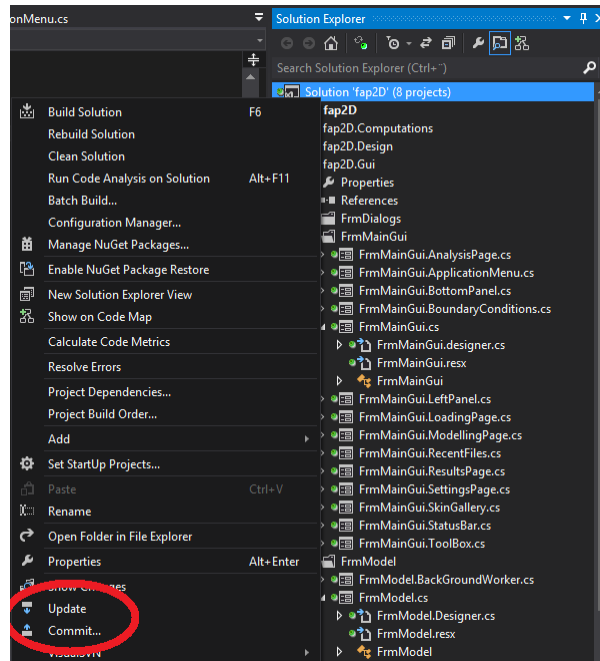
Figur 133: Valg av «session» innstillinger i Putty

15. Putty er da ferdig satt opp og serveren på grupperområdet vil da godkjenne datamaskinen du har privatnøkkelen på som din ID. Man slipper å gjenta passord for pålogging og for å laste opp og ned filer til gruppeområdet. Opplegget fungerer hvis man åpner *session* «stud» og får logget på uten å måtte skrive inn passord.
16. Deretter er det nødvendig å lage et område på din datamaskin hvor man kan lagre filer som deles med serveren og som kan være utviklingsområde for **fap2D**.
17. Last ned og installer TortoiseSVN <http://tortoisesvn.net/downloads.html>
18. Lag en tom mappe på datamaskinen der du vil ha utviklingsområdet. Etter installasjonen er Tortoise integrert i operativsystemet og man finner dermed Tortoise ved å høyreklikke på mappen, velge Tortoise og «import». Linken til repository er «svn+ssh://franse@stud/home/groups/fap2d2012/rep», der «stud» er navnet på den *session* som man lagret i Putty i steg 14.



Figur 134: Dialogboks for importering av repository

19. Innholdet på serveren kan da hentes ned i mappen med høyreklikk (Update) eller (Commit) for å laste opp. Disse kommandoene er også tilgjengelig fra å høyreklikke **fap2D**-prosjektet som er lastet inn i Visual Studio 2012. Visual Studio kan man få gratis hos Gurutjenesten ved NTNU.



Figur 135: Update og commit knappene i Visual Studio 2012

20. Ved å høyreklikke mappen for utviklingsområde på datamaskinen kan man velge hvilke filer som skal deles eller ikke med «TortiseSVN → add to ignore list». Man burde ikke dele filer som blir autogenerated av Visual Studio, da disse lager kluss med andre brukeres versjoner på serveren. Eksempler på slike er debug og release versjoner av programmet. Med dette er SVN-serveren og oppkoblingen ferdig satt opp.

F.2 Tips og triks

Vi har hatt noen problemer i løpet av prosjekt- og masteroppgaven som vi gjerne vil at fremtidige utviklere skal unngå. Derfor har vi laget denne listen over tips og triks:

1. Bli enige om et forum hvor man sier ifra når man tar en *commit* til server. Vi har brukt Facebook. Dersom man tar en *commit* skriver man «c» til de andre utviklerne. Dette har ført til at vi har unngått problemer når flere har jobbet med samme filer. En annen god regel er å ta en *update* fra server og teste om programmet fungerer som påtenkt før man tar en *commit*, dermed slipper man at alle andre får problemer. Forumet er også nyttig verktøy for å diskutere arbeidet som blir lastet opp.
2. Legg til databasen og obj- og bin mappene i *ignorelist*. Databasen er en oversikt over materialene og tverrsnittene som blir benyttet, og vi har flere ganger opplevd at modeller har sluttet å fungere når materialene eller tverrsnittene blir slettet grunnet at en ny database foreligger. Obj- og bin mappene består av kompilerte filer som er unike for hver datamaskin og er ikke nødvendig å laste opp. Disse er finnes i mappen til startprosjektet kalt fap2D og blir kompilert dit.
3. Når man *commit*-er skriver man navnet sitt /implementasjonsnavnet og deretter hva *commit*-en gjør i kommentarfeltet. Eksempel: *Earthquake – Response spectrum analysis finished*.

G Krav til fap2D

G.1 Krav til hardware

Proessor	1.5 GHz eller raskere
Minne	2 GB eller mer
Harddisk	Minimum 80mb ledig diskplass
Skjerm	Minimum oppløsning på 1366*768
Grafikkort	Skjermkort med støtte for OpenGL 2.1

Det anbefales å ha nyeste driver til skjermkort installert. De nyeste driverne kan installeres fra nettsiden til skjermkort-leverandøren. For å finne ut hva slags skjermkort PC-en har, høyreklikk på Min Datamaskin og gå inn på Egenskaper. Klikk videre inn på Enhetsbehandling som ligger i en liste til venstre under egenskapene. Under Enhetsbehandling finner man ut hvilken leverandør skjermkortet har. Videre er det å gå inn på nettsiden til den leverandøren skjermkortet har og følge instruksjoner der for å laste ned nyeste driver.

Intel: http://www.intel.com/p/en_US/support/detect/graphics

Nvidia: <http://www.nvidia.com/Download/index.aspx?lang=en-us>

AMD: <http://support.amd.com/us/gpudownload/Pages/index.aspx>

G.2 Krav til software

Fap2D er utviklet til bruk i Windows Vista, Windows 7 og Windows 8. Det er ikke støtte for Windows XP eller eldre utgaver.

Det kreves at .NET 4.5 er installert. Er det ikke allerede installert kan det enkelt installeres da dette følger med installasjonen til fap2D i en egen mappe.

Microsoft Office Access Runtime Engine kreves installert I tillegg. Denne er inkludert I Microsoft Office. Er ikke Microsoft Office allerede installert kan Microsoft Office Access Runtime Engine installeres på egen hånd, og denne installasjonen er inkludert i installasjonen til fap2D i en egen mappe.

G Krav til fap2D

H Innhold på vedlagt minnepenn

H.1 Hovedoppgave

Denne mappen inneholder en .pdf-versjon og en .docx-versjon av masteroppgaven.

H.2 Installasjonsfil

Denne mappen inneholder nyeste versjonen av installasjonsfilen til **fap2D**.

H.3 Kode

Denne mappen inneholder kildekoden til **fap2D**.

H.4 Ressurser

Denne mappen inneholder følgende ressurser:

- Bilder: Inneholder alle bilder som er brukt i programmet
- Frame2D: Inneholder siste versjon av frame2d_i9.dll
- Frame2D – Dokumentasjon: Dokumentasjonen for Frame2D

H Innhold på vedlagt minnepenn

I Malfil for jordskjelv

Malfilen for jordskjelv ser ut som følger:

REGION : region
 DATE_TIME : xxxx/xx/xx/
 EVENT_NAME : event_name
 RECORDING_SITE : recording_site
 COUNTRY : countru
 NUMBER_OF_SAMPLES : xxxx
 SAMPLING_INTERVAL_(S) : x.xx
 MAX_GROUND_ACCEL._IN_M/SS : x.xx
 TIME_OF_MAX_GROUND_ACCEL._IN_S : x.xx
 DAMPING_RATIO_IN_FRACTIONS_OF_1 : x.xx
 COMPONENT : component

```

0.0000000E-00 0.0000000E-00 0.0000000E-00 0.0000000E-00 0.0000000E-00
-0.0000000E-00 -0.0000000E-00 -0.0000000E-00 -0.0000000E-00 -0.0000000E-00
0.0000000E-00 0.0000000E-00 0.0000000E-00 0.0000000E-00 0.0000000E-00
-0.0000000E-00 -0.0000000E-00 -0.0000000E-00 -0.0000000E-00 -0.0000000E-00
0.0000000E-00 0.0000000E-00 0.0000000E-00 0.0000000E-00 0.0000000E-00
-0.0000000E-00 -0.0000000E-00 -0.0000000E-00 -0.0000000E-00 -0.0000000E-00
0.0000000E-00 0.0000000E-00 0.0000000E-00 0.0000000E-00 0.0000000E-00
-0.0000000E-00 -0.0000000E-00 -0.0000000E-00 -0.0000000E-00 -0.0000000E-00
0.0000000E-00 0.0000000E-00 0.0000000E-00 0.0000000E-00 0.0000000E-00
-0.0000000E-00 -0.0000000E-00 -0.0000000E-00 -0.0000000E-00 -0.0000000E-00

```


J. Forklaring av koden

J.1 Prosjekter

fap2D er bygd opp av 9 prosjekter, delt inn i hva slags formål de har. Det er `fap2D`, `fap2D.Computations`, `fap2D.Design`, `fap2D.Gui`, `fap2D.ModelData`, `fap2D.Storing`, `fap2D.StructuralData` og `fap2D.Utilities` og `Installer`. `fap2D`-prosjektet har kun en klasse, den består av en `main`-metode som kjører en ny instans av klassen `FrmMainGui` som ligger i prosjektet `fap2D.Gui`.

fap2D.Gui

Dette er det klart største prosjektet og her ligger all koden til brukergrensesnittet. Når programmet starter er det `FrmMainGui` som starter opp. Det er en meget stor klasse som er delt inn i 14 delklasser. Her er all koden til hovedvinduet og boksene under de forskjellige fanene.

Alle dialogbokser som åpnes opp ligger i mappa `FrmDialogs`, de er delt inn etter hvilken fane de hører til.

Modellvinduene som man kan ha flere av åpne i `FrmMainGui` er instanser av klassen `FrmModel`. `FrmModel` er et lerret hvor alt av tegningen foregår og inneholder *events* for interaksjonen til muspekeren. `FrmModel` inneholder en instans av klassen `StructuralModel`, dvs hele konstruksjonsmodellen, og `ComputationalModel` som er resultater basert på konstruksjonsmodellen.

fap2D.StructuralData

Her ligger all koden til konstruksjonsmodellen. Laster, material, tverrsnitt, *members*, *joints*, punktmasse, fjær osv. Alt er delt inn i mapper etter hvor de hører til. Klassen `StructuralModel` inneholder hele konstruksjonsmodellen som blir brukt i en modell åpnet i hovedvinduet.

fap2D.Computations

Når man kjører en analyse så lages det en `ComputationalModel` som omgjør en `StructuralModel`, som den tar inn i konstruktøren som eneste parameter. `ComputationalModel` er delt inn i 9 delklasser og er en av de større klassene i prosjektet. Etter man har en `ComputationalModel` er det mulig å kjøre analyse på den som ligger under `ComputationalModel.Analyzes`.

fap2D.Storing

Dette prosjektet inneholder alt av lagring. Klassen `ModelDataSet` er den klassen som inneholder alle felt som skal lagres med modellen, samtidig klassen `GlobalSettingsDataSet` som inneholder feltene som blir lagret av globale innstillinger. Klassen `StoringUtilities` inneholder metodene for lagring og åpning av en konstruksjonsmodell, og den tar nytte av `ModelDataSet` som har innebygde lagre og åpne metoder. `StoringUtilities` inneholder og

J. Forklaring av koden

metoder for å lagre og åpne de globale innstillingene. I dette prosjektet ligger og koden for *undo/redo* som det blir laget en instans av per `FrmModel`.

fap2D.Utilities

Dette prosjektet inneholder mye hjelpeklasser og statiske klasser. Det er laget egne klasser for farge, matrise og punkter. De statiske klassene inneholder metoder som kan brukes overalt i prosjektet, f.eks `CurveUtils` inneholder metoder for å regne på buer. Her ligger og klassen som heter `MultiSampleGlControl`, som er hva som brukes i `FrmModel` til å tegne på. Det er en av de viktigste klassene i prosjektet og er en egenlagd *control* som openGL-metoder kan tegne på. Det er i tillegg klasse for kameraet og en statisk klasse med openGL-metoder.

fap2D.ModelData

Dette prosjektet inneholder noen abstrakte klasser som igjen arves av flere andre klasser i andre prosjekter. Det inneholder og klassen som er ansvarlig for å tegne opp koordinatsystemet. Klassene i dette prosjektet brukes av alle andre prosjekter utenom `fap2D.Utilities`.

fap2D.Design

Dette prosjektet inneholder alle klasser som er knyttet til kapasitetskontroll, som man kan utføre på en modell etter en analyse.

Installer

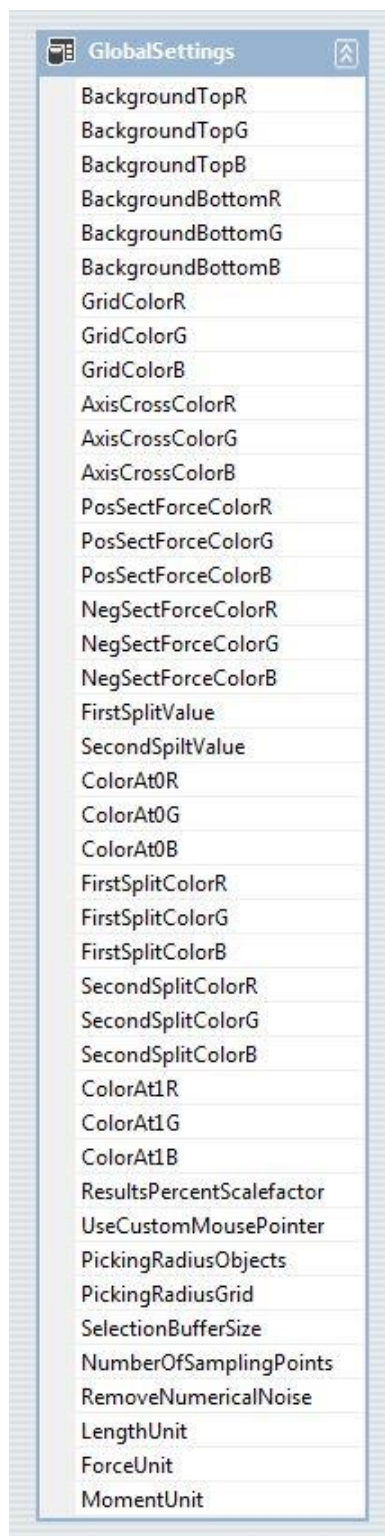
Dette prosjektet inneholder det som trengs for å lage en installasjon av programmet. Installshield 2012 (25) må være installert for at denne skal fungere.

Alle nye og eksisterende metoder og *events* er blitt kommentert så det skal være enklere å forstå hva de gjør. Det er noen variabler som ikke er blitt kommentert, det er variabler som er blitt satt til `public` og som ikke blir aksessert gjennom *properties*.

J.2 Datasett

Figur 100 viser datasettet som brukes til lagring av modellen. Denne er blitt en del utvidet siden versjon 2.0, spesielt kolonnen `LocalStructuralSettings` er blitt en del større. Figur 101 viser datasettet som brukes til å lagre globale innstillinger som bruker endrer i **fap2D Settings** under applikasjonsmenyen. Disse datasettene skriver og leser enkelt fra filer ved hjelp av kommandoene `WriteXml()` og `ReadXml()`.

J. Forklaring av koden



The image shows a window titled "GlobalSettings" with a list of 40 global settings. The settings are listed in a single column, each on a separate line. The window has a blue title bar with a close button on the right. The list of settings includes:

BackgroundTopR
BackgroundTopG
BackgroundTopB
BackgroundBottomR
BackgroundBottomG
BackgroundBottomB
GridColorR
GridColorG
GridColorB
AxisCrossColorR
AxisCrossColorG
AxisCrossColorB
PosSectForceColorR
PosSectForceColorG
PosSectForceColorB
NegSectForceColorR
NegSectForceColorG
NegSectForceColorB
FirstSplitValue
SecondSpiltValue
ColorAt0R
ColorAt0G
ColorAt0B
FirstSplitColorR
FirstSplitColorG
FirstSplitColorB
SecondSplitColorR
SecondSplitColorG
SecondSplitColorB
ColorAt1R
ColorAt1G
ColorAt1B
ResultsPercentScalefactor
UseCustomMousePointer
PickingRadiusObjects
PickingRadiusGrid
SelectionBufferSize
NumberOfSamplingPoints
RemoveNumericalNoise
LengthUnit
ForceUnit
MomentUnit

Figur 137 - Datasett for globale innstillinger

J.3 Code metrics

Code metrics er en funksjon i Visual Studio som regner ut en del forskjellig om koden. Tabellene under viser code metrics for versjon 2.0 og for versjon 3.0.

Maintainability index(MI)

Kalkulerer en indeks mellom 0 og 100 som representerer hvor enkelt det er å vedlikeholde koden. Jo høyere indeks, desto bedre. Denne bør ikke falle under 20, da blir det en vanskelig sak å vedlikeholde koden.

Cyclomatic complexity(CC)

Måler den strukturelle kompleksiteten til koden. Den blir skapt ved å beregne antall forskjellige kodebaner i flyten av programmet. Et program med høy kompleksitet vil kreve flere tester for å oppnå god kodedekning og vil være mindre vennlig mot vedlikehold.

Depth of inheritance(DOI)

Indikerer antall klassedefinisjoner som går til roten av klassens hierarki. Desto dypere hierarki, desto verre kan det være å forstå hvor koder og variabler er definert eller redefinert.

Class coupling(CCO)

Måler koplingen til unike klasser. Høy kopling kan indikere at designet er vanskelig å bruke om igjen på grunn av sin høye avhengighet av andre typer.

Lines of code(LOC)

Indikerer antall koder med linje i koden. Det er kun linjer med kode, så det er ikke nøyaktig antall linjer totalt i koden. Et veldig høyt tall indikerer at en metode kanskje prøver å gjøre litt for mye, og burde deles opp.

Tabell 51 - Code metrics for versjon 2.0

Prosjekt	MI	CC	DOI	CCO	LOC
Fap2D	63	2	1	9	11
Fap2D.Gui	55	4455	9	563	31468
Fap2D.StructuralData	86	2287	3	125	4561
Fap2D.Computations	75	1736	2	107	4995
Fap2D.Storing	96	459	4	235	1888
Fap2D.Utilities	83	762	7	109	1985
Fap2D.ModelData	84	683	8	88	1534
Fap2D.Design	82	34	1	1	59

J. Forklaring av koden

Totalt antall kodelinjer er da 46501. Totalt antall linjer inkludert all kommentering og annet er 157194.

Tabell 52 - Code metrics for versjon 3.0

Prosjekt	MI	CC	DOI	CCO	LOC
Fap2D	61	2	1	8	12
Fap2D.Gui	57	5631	10	599	38922
Fap2D.StructuralData	85	4117	4	128	5926
Fap2D.Computations	76	2539	5	114	6958
Fap2D.Storing	97	477	4	249	2210
Fap2D.Utilities	83	681	7	98	1757
Fap2D.ModelData	83	252	9	94	779
Fap2D.Design	82	34	1	1	61

Totalt antall kodelinjer er da 56625. Totalt antall linjer inkludert all kommentering og annet er 187896.

Det klart største prosjektet er fap2D.Gui. Her er den største klassen FrmMainGui delt inn i 15 delklasser for at det ikke skal bli for mye kode i en klasse. FrmModel er og en stor klasse, og denne er delt inn i 5 delklasser. Og FrmSettings er delt inn i 3 delklasser.

I klassen fap2D.StructuralData er klassen StructuralSettings delt inn i 2 delklasser, og klassen CrossSection er delt inn i 2 delklasser.

I klassen fap2D.Computations er klassen ComputationalModel delt inn i 3 delklasser, og klassen **Frame2D** er delt inn i 2 delklasser.

I klassen fap2D.Utilities er klassen GlobalSettings delt inn i 9 delklasser, og klassen Units er delt inn i 2 delklasser.

Ved å dele opp store klasser minkes kompleksiteten. Av tabellene er det enkelt å se at fap2D.Gui har fått hele 7454 kodelinjer lagt til våren 2013, mens MI har gått opp to hakk. Dette er på grunn av god oppbygging av koden, og at koden er delt inn i delklasser.