
G-PROG RAMME Betongdimensjonering

(Ver. 6.0 Oktober 2008)

Brukerdokumentasjon

Betongdimensjonering

Programsystemet G-PROG Ramme Betongdimensjonering er utarbeidet og eiet av:

Norconsult Informasjonssystemer AS

VESTFJORDGATEN 4

1300 SANDVIKA

Sentralbord 67 57 15 00

Telefaks 67 54 45 76

E-post g-prog@nois.no

Internett <http://www.nois.no/>

Support 67 57 15 30

E-post support g-prog.support@nois.no

© Copyright 1997-2008

Merk!

Innholdet i dette dokumentet vil bli endret etter behov uten forutgående varsel.

Innholdsfortegnelse

1 Introduksjon	1
Generelt	1
Begrensninger	1
2 Revisjoner	3
Versjon 6.0.....	3
Ny funksjonalitet	3
Versjon 5.3.....	3
Versjon 5.2.....	3
Versjon 5.0.....	3
Versjon 4.4.....	3
Versjon 4.35.....	3
Punktlaster	3
Versjon 4.31.....	3
Utskrifter	3
Versjon 4.30.....	4
Første versjon	4
3 Programoppbygning	5
Generelt	5
Menyer.....	6
Generelt	6
Fil	6
Vis	6
Inndata i Geotrimmodus	6
Inndata i Lastmodus	6
Inndata i Dimensjoneringsmodus	7
Beregning	10
Resultat.....	11
Valg	19
Vindu.....	20
Hjelp	20
Grafisk arbeidsområde.....	20
4 Metoder	21
Generelt	21
Utføre statisk analyse.....	21
Utføre dimensjonering	21
Skrive ut resultater	22
5 Teori	23
Generelt	23
Materialdata	23
Lastavhengighet.....	25
Dimensjonering.....	25
Spenningskontroll.....	25

Kontroll slankhet	26
Slanke konstruksjoner, NS3473 pkt. A.12.2.....	27
Kontroll av riss	27
6 Eksempler	31
Eksempel 1.....	31
7 Henvisninger	51
Referanser	51
8 Ordforklaringer	52
9 Indeks	53

1 Introduksjon

Generelt

Med programmet G-PROG Ramme Betongdimensjonering kan du dimensjonere kontinuerlige bjelker og rammekonstruksjoner i Betong etter NS 3473 6. Utg.

Programmet utfører de fleste kontroller som NS 3473 krever for slike konstruksjoner.

Programmet er en del av G-PROG Ramme og data hentes dels fra statikkberegningen i statikkprogrammet, dels fra egne dialogbokser.

Bjelker og søyler i betong er sammensatt av mer enn ett materiale i motsetning til stål og tre. Bjelker og søyler i betong krever inndata for betong og armering.

Materialeegenskapene for betong gir mulighet for oppsprekking noe som medfører at stivheten i tverrsnittet endres ved belastning. Dette er ivaretatt ved en interaktiv beregningsmetode.

Dimensjonering med hensyn på knekking i rammeplanet kan utføres

Denne brukerdokumentasjonen omhandler kun betongdimensjoneringsprogrammet mens Statikkprogrammet er dokumentert for seg [1].

Begrensninger

- Med hensyn på knekking og vipping ut av konstruksjonsplanet (xy-planet) kan opplagerbetingelser i form av ledd/gaffellagring, fast innspenning og fri ende defineres
- Knutepunkter dimensjoneres ikke
- Lokal knekking ved punktlaster kontrolleres ikke
- Avstivninger dimensjoneres ikke
- Laster som påvirker konstruksjonen antas og virke gjennom tverrsnittets skjærsenter noe som innebærer at vridning av tverrsnittet ikke vil forekomme.

2 Revisjoner

Versjon 6.0

Ny funksjonalitet

- Strekkstag, dvs staver som blir inaktive hvis de utsettes for trykkrefter.

Versjon 5.3

Versjon 5.2

Versjon 5.0

Versjon 4.4

Versjon 4.35

Punktlaster

Diverse mindre justeringer, bl.a. kan nå punktlaster legges helt inntil noden.

Versjon 4.31

Utskrifter

Utskrifter kan nå eksporteres til HTML format. Det er gjort noen mindre korrigeringer i Betongdimensjoneringen.

Versjon 4.30

Første versjon

Dette er første utgave av G-PROG Ramme Betongdimensjonering.

3 Programoppbygning

Generelt

Betongdimensjonering er tett integrert med statikkprogrammet i G-PROG Ramme og består visuelt av utvidelser av menyene i hovedvinduet til G-PROG Ramme samt flere dialogbokser som nås fra disse. Videre er et nytt modus "Dimensjoneringsmodus" tilføyd.

Dette kapitlet beskriver alle endringer og tillegg i G-PROG Ramme som har med Betongdimensjonering å gjøre.

Standardavhengig

For at dimensjonering etter NS 3473 skal være mulig må valget Standardavhengig velges. Dette gjøres i dialogboksen Standarder. Se [1].

Tverrsnitt / armering / materialegenskaper

Velg et tverrsnitt / armering /materiale som kan dimensjoneres. For å kunne beregne en betongbjelke må den ha armering, dette kan gjøres på to måter. Du kan la programmet beregne armering selv, eller du kan legge inn din egen armering. Det enkleste er å la programmet legge inn armering og heller redigere denne etterpå. Dette gjøres i dialogboksene Tverrsnitt, Materiale og Betonginndata. Se [1].

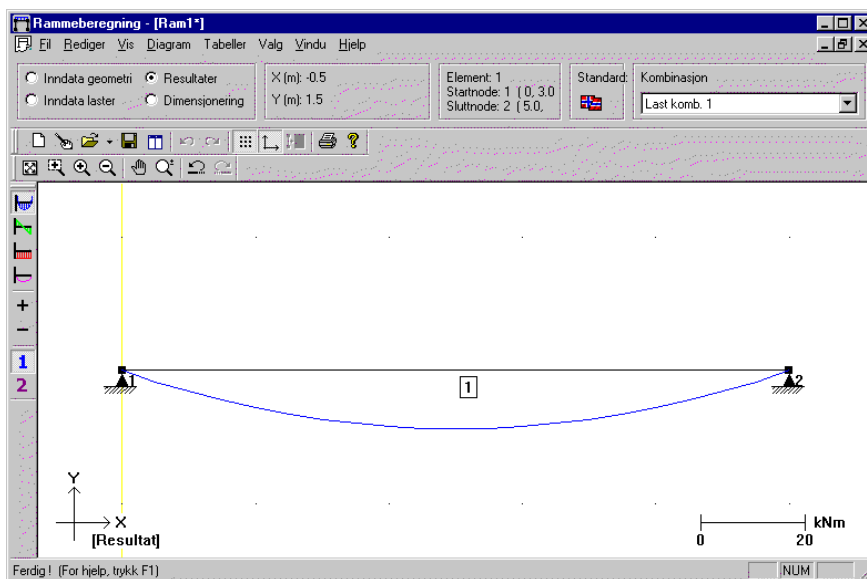
Statisk analyse

Utfør statistisk analyse i 1. eller 2. Ordens teori på vanlig måte. Side 23 gir mer informasjon om dette.

Dimensjonering

Når den statiske analysen er utført blir resultatmodus automatisk aktivisert og dimensjoneringen kan utføres.

Merk at informasjonsfeltet øverst i vinduet under kategorien Standard viser et norsk flagg som indikerer at dimensjonering etter norsk standard er aktivisert. Se figuren på neste side.



Menyer

Generelt

Kapittelet beskriver bare de menyer og dialogbokser som gjelder for Betongdimensjonering. For de valg som finnes i G-PROG Ramme Statikk se [3].

Fil

Dette menyvalget er likt i alle modi.

Vis

Dette menyvalget er beskrevet i dokumentasjonen for G-PROG Ramme Statikk. se [1].

Inndata i Geometrimodus

Dette menyvalget er beskrevet i dokumentasjonen for G-PROG Ramme Statikk.se [1]. Dette gjelder valg av tverrsnitt, materiale, armering og betongattributter.

Inndata i Lastmodus

Dette menyvalget er beskrevet i dokumentasjonen for G-PROG Ramme Statikk.se [1]. Lastavhengighet er beskrevet her.

Inndata i Dimensjoneringsmodus

Redigering av inndata



Under inndata er valgene **Element...**, **Kombinasjon...**, **Endeforhold...**, **Sideavstivning...**, **Detaljer...** og **Deformasjonsvalg...** aktive ved betongdimensjonering.

Element...

Viser dialogboksen **Element** som brukes for å velge hvilke staver som skal være aktive (dvs. beregnes og vises) i dimensjoneringsfasen.

Element

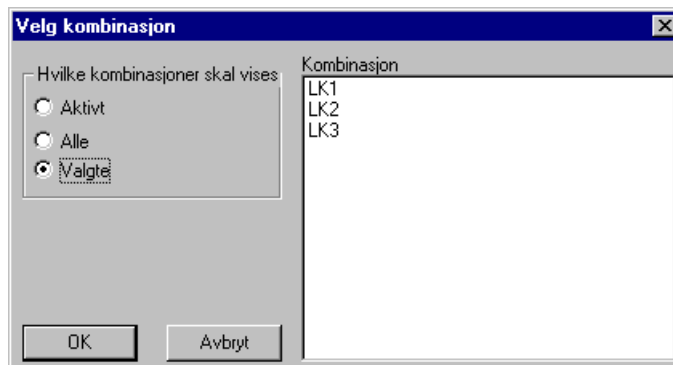


Dialogboksen Element

Dialogboks for valg av staver som skal være aktive ved dimensjoneringen. Tips. Bruk mus i kombinasjon med **Shift** eller **Ctrl** for å velge elementene.

Kombinasjon

Viser dialogboksen **Velg Kombinasjon** som brukes for å velge hvilke kombinasjoner som skal inngå i dimensjoneringen.

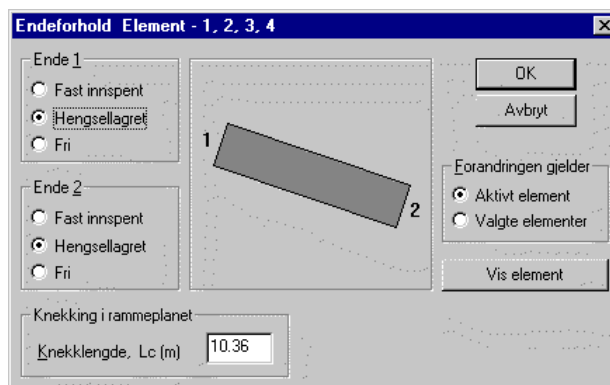


Dialogboksen Kombinasjon

Dialogboksen brukes til å angi hvilken eller hvilke kombinasjoner som skal beregnes og vises. Ved valgene Alle eller Valgte vises den kombinasjon som gir størst utnyttelse.

Endeforhold

Viser dialogboksen **Endeforhold** hvor du kan gi inn stavens endeforhold og knekkklengde.



Dialogboksen Endeforhold

I denne dialogen angis knekkklengden med hensyn til knekking i rammens plan om dimensjonering skjer med hensyn til knekkingskurven. Her defineres også de oppleggsforhold / endeforhold som er aktuelle med hensyn til knekking ut av rammens plan. Alle element som defineres med verktøyet Element i Ramme blir hengselagret i begge ender. Dette innebærer at knekkklengden antas og være lik den virkelige element lengden.

Viktig!

En node som defineres med verktøyet Element kommer automatisk til og bli sideavstivet med hensyn på bøyeknekkning ut av ramme planet ved en eventuell dimensjonering. Ønskes ingen sideavstivning med hensyn til knekking kan uavstivet node brukes.

Forandringen gjelder enten det element som er markert som aktivt element eller alle de element som er markert som valgte elementer. Hvis data ikke kan brukes på alle valgte elementer kan kun aktivt element velges.

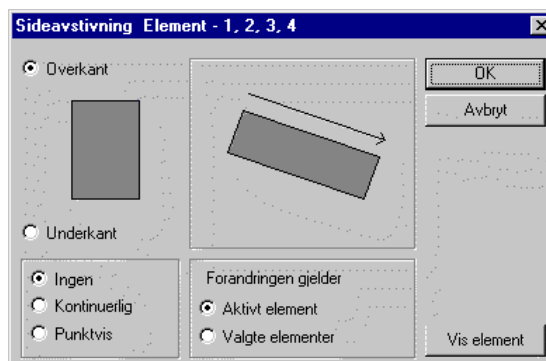
Vis element gir detaljinformasjon (elementlengde, tverrsnitt og material) for aktivt element.



Dialogboksen Vis element

Sideavstivning

Viser dialogboksen Sideavstivning hvor du kan gi inn sideavstivningene langs staven.



Dialogboksen Sideavstivning

Dialogboksen brukes til å beskrive elementenes sideavstivninger. Disse hindrer elementet fra å bøye ut av XY-planet. Du må selv kontrollere at avstivningene er i stand til å ta opp utbøyningskreftene. Avstivning kan defineres for en eller begge sider av tverrsnittet.

Kontinuerlig avstivning

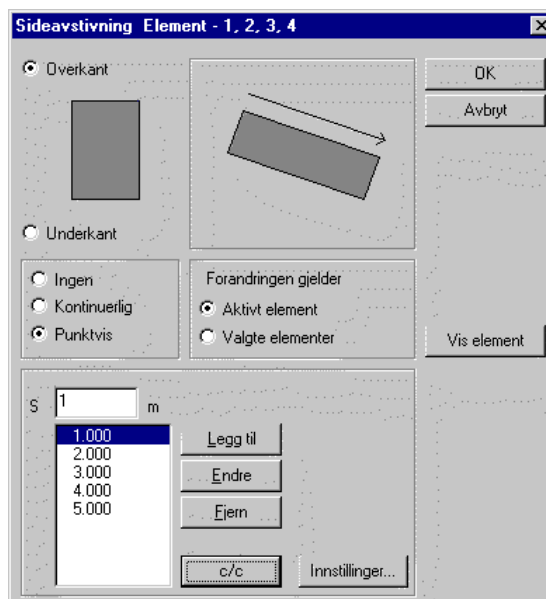
Kontinuerlig avstivning forutsetter avstivning i hele stavens lengde, og så tett at ingen utbøyning kan skje mellom avstivningene.

Når begge sider er avstivet kan ingen knekking eller vipping skje.

Når en side er avstivet kan ingen knekking skje. Hvis den avstivete siden har trykkspenning i hele lengden kan heller ikke vipping skje, mens ellers bundet vipping blir kontrollert.

Punktvis avstivning

Det kan defineres opp til ti avstivninger per element, med en minste avstand mellom hverandre og til endenodene på $L/10$. Avstivningene kan defineres hver for seg eller med en senteravstand.



Dialogboksen Punktvis Sideavstivning

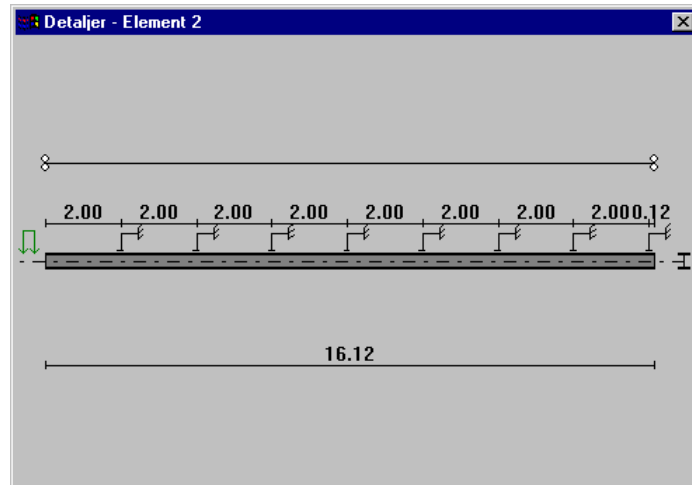
Ved punktvis avstivning kan knekking og vipping skje mellom avstivningene. Ved vippingskontrollen tas kun hensyn til avstivninger på trykksiden.

Forandringen gjelder enten det element som er markert **som aktivt element** eller alle de element som er markert som **valgte elementer**. Hvis data ikke kan brukes på alle valgte elementer kan kun aktivt element velges.

Detaljer

Viser vinduet **Detaljer** hvor du får et grafisk bilde over de detaljdata du har gitt inn.

Detaljer



Vinduet *Detaljer*

Vinduet brukes for å gi et grafisk bilde over de detaljer du har gitt inn. Vinduet viser alltid det element som er aktivt.

Deformasjonsvalg

Viser dialogboksen **Deformasjonsvalg** hvor du bestemmer kriteriene for tillatte deformasjoner.

Dialogboksen *Deformasjonsvalg*

Dialogboksen benyttes for å gi inn kriteriene for tillatte deformasjoner. Du kan velge enten en andel av feltlengden eller en absolutt verdi i mm. Valget her avgjør hvilken utnyttelsesgrad du får i bruksgrensekombinasjonene.

Beregning

Beregning

Beregne...

Beregne

Aktiviserer dimensjoneringen av valgte elementer. De utvalgte elementene er markert med blå elementnummerering.

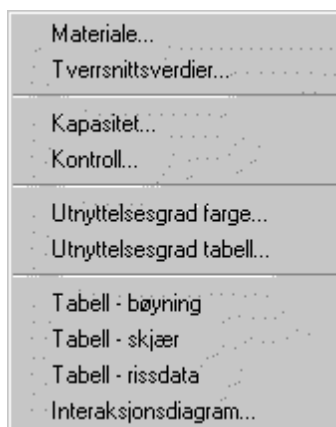
De elementer som ikke er fullt utnyttet, blir markert med grønt, mens de som er fullt utnyttet blir markert med rødt. Det er ellers mulig å brukerstyre denne fargemarkeringen i dialogboksen **Utnyttelsesgrad farger**. Se side 14

Merk at for å utføre dimensjoneringen for alle lastkombinasjoner må du først velge Utvalgte/Alle i listboksen for kombinasjoner. Ellers vil dimensjoneringen kun utføres for valgt lastkombinasjon. For å dimensjonere andre lastkombinasjoner må du da bytte til disse og beregne påny.

Resultat

Resultat

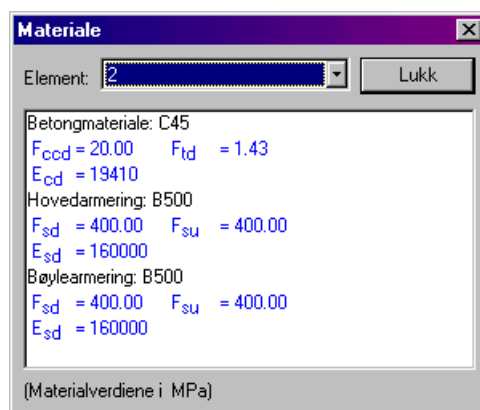
- Materiale
- Tverrsnittsverdier
- Kapasitet
- Kontroll
- Utnyttelsesgrad farger
- Utnyttelsesgrad tabell
- Tabell – bøyning
- Tabell – skjær
- Tabell – rissdata
- Interaksjonsdiagram



Materiale

Viser dialogboksen **Materiale** som gir informasjon om materialegenskaper for aktivt element.

Materialegenskaper



Dialogboksen *Materiale*

Viser materialegenskaper for aktivt element. Ved hjelp av listboksen kan du også se materialegenskapene for andre elementer.

Informasjon

Betongmateriale: C45 [C25, C35, C45, C55, C65, C75, C85 og Eget valg]

Hovedarmering: B500 [G250, K400, B500, EgetG, EgetB/K]

Bøylearmering: B500 [G250, K400, B500, EgetG, EgetB/K]

f_{cd} = dimensjonerende sylindertykkfasthet (f_{ck}/γ_m)

f_{td} = dimensjonerende konstruksjonsfasthet for strekk (f_{tn}/γ_m)

E_{cd} = dimensjonerende E-modul for betong (E_{ck}/γ_m)

f_{sd} = dimensjonerende flytespenning for armering (f_{sk}/γ_s)

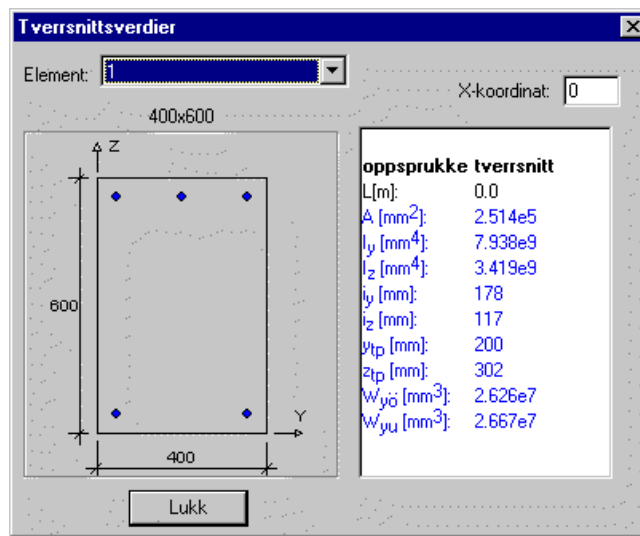
f_{su} = dimensjonerende bruddspenning for armering (f_{sk}/γ_s)

E_{sd} = dimensjonerende E-modul for armering (E_{sk}/γ_s)

Tverrsnittsverdier

Viser dialogboksen **Tverrsnittsverdier** som gir informasjon om aktivt element.

Tverrsnittsverdier



Dialogboksen Tverrsnittsverdier

Dialogboksen gir informasjon om aktivt element. Ved hjelp av listboksen kan du også se informasjonen for andre elementer.

Informasjon Oppsprukke tverrsnitt

L[m] = elementets lengde

A[mm²] = tverrsnittsareal

I_y[mm⁴] = arealtrehetsmoment om y-aksen

I_z[mm⁴] = arealtrehetsmoment om z-aksen

i_y[mm] = treghetsradius om y-aksen

i_z[mm] = treghetsradius om z-aksen

y_{tp}[mm] = y-koordinaten til tverrsnittets tyngdepunkt

z_{tp}[mm] = z-koordinaten til tverrsnittets tyngdepunkt

W_{y0}[mm³] = motstandsmoment overkant

W_{yu}[mm³] = motstandsmoment underkant

Kapasitet

Kapasitet

Kapasitet

Tversnitt / Materiale:
300x1000 / C 45

Retning: z-z

Kombinasjon: Ik1

Element: 3

Lukk

Momentkapasitet

x ₁ (m)-x ₂ (m)	M _u (kNm)
0.00 - 1.41	64.45

Skjerkraftkapasitet

x ₁ (m)-x ₂ (m)	V _c (kN)
0.00 - 0.04	146.62
0.04 - 0.11	146.62
0.11 - 0.18	146.62
0.18 - 0.25	146.61
0.25 - 0.32	146.61
0.32 - 0.39	146.61
0.39 - 0.46	146.61
0.46 - 0.53	146.61
0.53 - 0.60	146.61
0.60 - 0.67	146.61
0.67 - 0.74	146.61
0.74 - 0.81	146.61

Dialogboksen *Kapasitet*

Dialogboksen gir det aktive elements kapasitet med hensyn på instabilitet og flyting mot aktuelle snittkrefter.

Hva som vises er avhengig av tversnittstype, belastning samt eventuell sideavstivning og tverravstivning.

Element

Hvis du vil kontrollere andre elementer, velg disse i listboksen **Element**

Kombinasjon

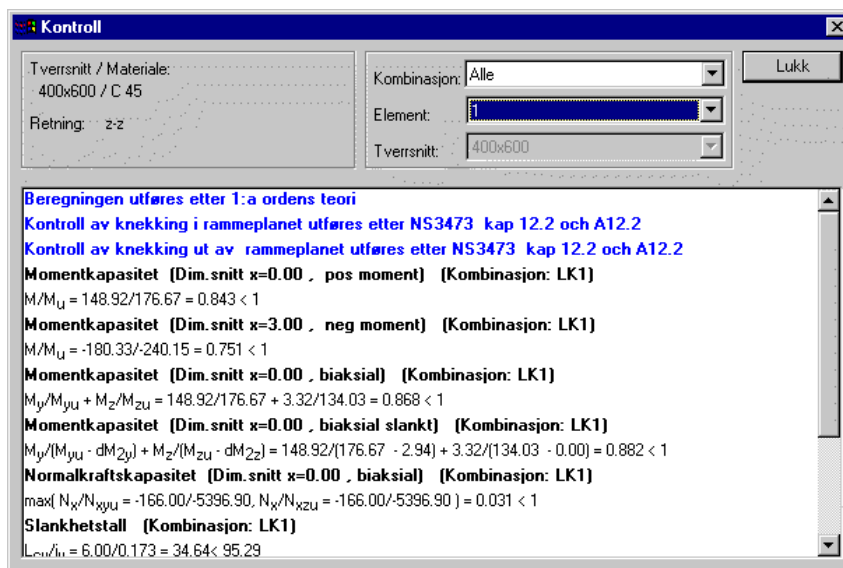
Hvis du vil kontrollere andre kombinasjoner, velg disse i listboksen

Kombinasjon

Kontroll

Viser dialogboksen **Kontroll** som gir alle kontroller som er utført av aktivt element.

Tverrsnittskontroll



Dialogboksen Kontroll

Dialogboksen viser alle kontroller som er utført på aktivt element ihht NS 3473. Hva som vises i dialogboksen er avhengig av tverrsnitt, opplagring, belastning samt eventuell sideavstivning og tverravstivning.

I bruddgrense kontrolleres moment-, normalkraft- og skjærkraftkapasitet, og knekking i rammeplanet. Rissvidde utnyttelse og deformasjon blir kontrollert i bruksgrense.

Markering

De kontroller som innebærer at tverrsnittets kapasitet er overskredet blir markert med rødt.

Element

Hvis du vil kontrollere andre elementer, velg disse i listboksen **Element**.

Tverrsnitt

Vi kan ikke prøve ut andre tverrsnitt av betong under dimensjoneringsmodus. Skal vi prøve ut andre tverrsnitt av betong, f.eks om tverrsnittet ikke holder, gjør vi dette under inndata geometri. Det er kun homogene materialer som stål og tre, som gir muligheter for tverrsnittsendringer under dimensjoneringsmodus.

Kombinasjon

Hvis du vil kontrollere en annen kombinasjon, velg ny kombinasjon i listboksen **Kombinasjon**. Når denne listboksen angir **Utvalgte/Alle** betyr det at for hver kontroll blir den ugunstigste kombinasjonen vist. Hvis du ikke har beregnet dimensjoneringen for alle kombinasjoner velger programmet den ugunstigste av de beregnede kombinasjonene.

Utnyttelsesgrad farger

Viser Dialogboksen **Utnyttelsesgrad farger** for editering av farger i den grafiske visningen av beregningsresultater for dimensjoneringen.

Fargevalg for visning av resultater



Dialogboksen Fargevalg

Dialogboksen gir mulighet for oppsett av farger for visning av utnyttelse av elementene som er valgt.

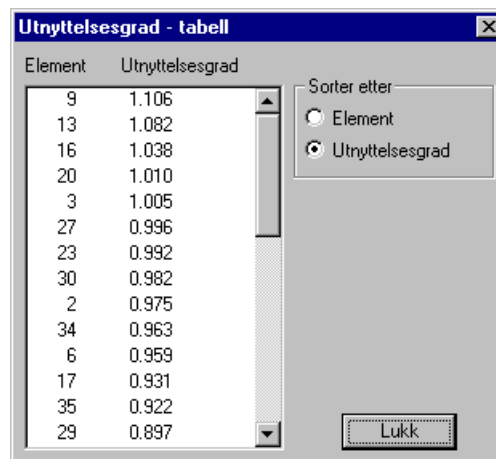
Standard er at elementer som er utnyttet mer enn standarden tillater er markert med rødt, mens andre valgte elementer er markert med grønt.

Ved å gi inn en grenseverdi mindre enn 1 for grønn farge vil utnyttelse over denne verdien men ikke over 1 bli markert med blått.

Utnyttelsesgrad tabell

Viser dialogboksen **Utnyttelsesgrad tabell** som gir informasjon om utnyttelse av alle valgte elementer.

Utnyttelsesgrad - tabell



Dialogboksen Utnyttelsesgrad - tabell

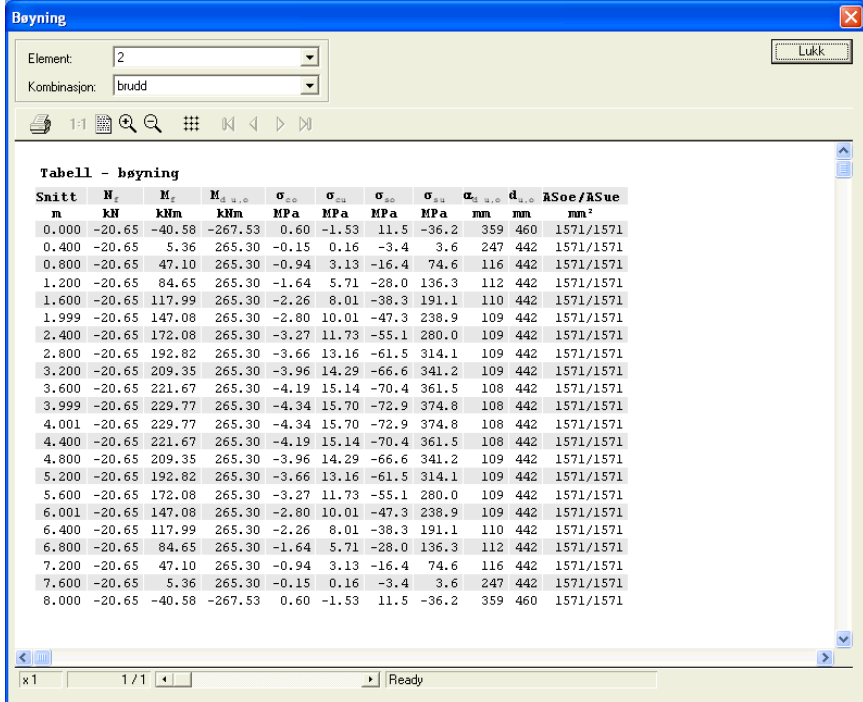
Dialogboksen gir informasjon om utnyttelsesgraden for alle valgte elementer for aktuell lastkombinasjon eller for alle valgte kombinasjoner.

Tabellen kan sorteres etter Element eller Utnyttelsesgrad.

Tabell - bøyning

Viser dialogboksen **Tabell – bøyning** som gir informasjon om aksialkraft, moment og dimensjonerende momentkapasitet for alle valgte elementer.

Tabell - bøyning



Snitt n	Nf kN	Mf kNm	Md u,o kNm	σco MPa	σcu MPa	σso MPa	σsu MPa	αd u,o mm	d u,o mm	ASoe/ASue mm ²
0,000	-20.65	-40.58	-267.53	0,60	-1,53	11,5	-36,2	359	460	1571/1571
0,400	-20.65	5,36	265,30	-0,15	0,16	-3,4	3,6	247	442	1571/1571
0,800	-20.65	47,10	265,30	-0,94	3,13	-16,4	74,6	116	442	1571/1571
1,200	-20.65	84,65	265,30	-1,64	5,71	-28,0	136,3	112	442	1571/1571
1,600	-20.65	117,99	265,30	-2,26	8,01	-38,3	191,1	110	442	1571/1571
1,999	-20.65	147,08	265,30	-2,80	10,01	-47,3	238,9	109	442	1571/1571
2,400	-20.65	172,08	265,30	-3,27	11,73	-55,1	280,0	109	442	1571/1571
2,800	-20.65	192,82	265,30	-3,66	13,16	-61,5	314,1	109	442	1571/1571
3,200	-20.65	209,35	265,30	-3,96	14,29	-66,6	341,2	109	442	1571/1571
3,600	-20.65	221,67	265,30	-4,19	15,14	-70,4	361,5	108	442	1571/1571
3,999	-20.65	229,77	265,30	-4,34	15,70	-72,9	374,8	108	442	1571/1571
4,001	-20.65	229,77	265,30	-4,34	15,70	-72,9	374,8	108	442	1571/1571
4,400	-20.65	221,67	265,30	-4,19	15,14	-70,4	361,5	108	442	1571/1571
4,800	-20.65	209,35	265,30	-3,96	14,29	-66,6	341,2	109	442	1571/1571
5,200	-20.65	192,82	265,30	-3,66	13,16	-61,5	314,1	109	442	1571/1571
5,600	-20.65	172,08	265,30	-3,27	11,73	-55,1	280,0	109	442	1571/1571
6,001	-20.65	147,08	265,30	-2,80	10,01	-47,3	238,9	109	442	1571/1571
6,400	-20.65	117,99	265,30	-2,26	8,01	-38,3	191,1	110	442	1571/1571
6,800	-20.65	84,65	265,30	-1,64	5,71	-28,0	136,3	112	442	1571/1571
7,200	-20.65	47,10	265,30	-0,94	3,13	-16,4	74,6	116	442	1571/1571
7,600	-20.65	5,36	265,30	-0,15	0,16	-3,4	3,6	247	442	1571/1571
8,000	-20.65	-40,58	-267,53	0,60	-1,53	11,5	-36,2	359	460	1571/1571

Dialogboksen Tabell - bøyning

Dialogboksen gir informasjon om aktivt element. Ved hjelp av listboksen kan du også se informasjonen for andre elementer.

Informasjon

Snitt[m] = bjelken deles opp i beregningssnitt (20 default)

Nf [KN] = aksialkraft

Mf [KNm] = moment

Md u,o [KNm] = dimensjonerende momentkapasitet
underkant, overkant

σcu[MPa] = spenning i betong underkant

σco[MPa] = spenning i betong overkant

σsu[MPa] = spenning i armering underkant

σso[MPa] = spenning i armering overkant

αd u,o[mm] = effektiv trykksonehøyde underkant, overkant

d u,o[mm] = effektiv høyde fra trykkrand til tyngdepunkt i strekkarmering

ASoe/ASue[mm²] = effektiv innlagt armering i overkant og underkant

Element

Hvis du vil kontrollere andre elementer, velg disse i listboksen **Element**.

Kombinasjon

Hvis du vil kontrollere en annen kombinasjon, velg ny kombinasjon i listboksen **Kombinasjon**.

Tabell - skjær

Viser dialogboksen **Tabell – skjær** som gir informasjon om skjærkraft og dimensjonerende skjærkraft for alle valgte elementer.

Tabell – skjær

The screenshot shows a software window titled 'Skjær'. At the top, there are dropdown menus for 'Element:' (set to '2') and 'Kombinasjon:' (set to 'brudd'). Below these are navigation icons and a 'Lukk' button. The main area contains a table titled 'Tabell - skjær' with the following data:

Snitt (m)	V _f (kN)	V _{d, tot} (kN)	V _{ccd} (kN)	V _{cd} (kN)	V _{sd} (kN)	A _{be} (mm ²)	A _b (mm ²)	A _{bn} (mm ²)	Stegbredde (mm)	d (mm)
0.000	120.1	196.8	699.9	93.1	103.6	626	163	235	230	460
0.400	109.6	199.5	672.5	99.9	99.6	626	61	235	230	442
0.800	99.1	185.1	672.5	85.5	99.6	626	85	235	230	442
1.200	88.6	184.2	672.5	84.7	99.6	626	25	235	230	442
1.600	78.1	183.9	672.5	84.3	99.6	626	0	0	230	442
1.999	67.7	89.0	672.5	89.0	0.0	0	0	0	230	442
2.400	57.1	88.9	672.5	88.9	0.0	0	0	0	230	442
2.800	46.6	88.8	672.5	88.8	0.0	0	0	0	230	442
3.200	36.0	88.8	672.5	88.8	0.0	0	0	0	230	442
3.600	25.5	88.7	672.5	88.7	0.0	0	0	0	230	442
3.999	15.1	88.7	672.5	88.7	0.0	0	0	0	230	442
4.001	-15.1	88.7	672.5	88.7	0.0	0	0	0	230	442
4.400	-25.5	88.7	672.5	88.7	0.0	0	0	0	230	442
4.800	-36.0	88.8	672.5	88.8	0.0	0	0	0	230	442
5.200	-46.6	88.8	672.5	88.8	0.0	0	0	0	230	442
5.600	-57.1	88.9	672.5	88.9	0.0	0	0	0	230	442
6.001	-67.7	89.0	672.5	89.0	0.0	0	0	0	230	442
6.400	-78.1	183.9	672.5	84.3	99.6	626	0	0	230	442
6.800	-88.6	184.2	672.5	84.7	99.6	626	25	235	230	442
7.200	-99.1	185.1	672.5	85.5	99.6	626	85	235	230	442
7.600	-109.6	199.5	672.5	99.9	99.6	626	61	235	230	442
8.000	-120.1	196.8	699.9	93.1	103.6	626	163	235	230	460

Dialogboksen Tabell - skjær

Dialogboksen gir informasjon om aktivt element. Ved hjelp av listboksen kan du også se informasjonen for andre elementer.

Informasjon

- Snitt[m] = bjelken deles opp i beregningssnitt (20 default)
- V_f [kN] = opptredende skjærkraft
- V_{tot} [kN] = skjærkraftkapasitet uten skjærarmering (V_{cd}) + skjærkraftkapasitet fra innlagte bøylere (V_{sd})
- V_{ccd} [kN] = kapasitet for trykkbrudd
- V_{cd} [kN] = kapasitet for skjærkraft ved strekkbrudd uten Skjærarmering
- V_{sd} [kN] = skjærkraftkapasitet fra skjærarmering
- A_{be} [mm²] = effektiv innlagt bøylearmering
- A_b [mm²] = beregnet bøylearmering
- A_{bn} [mm²] = nødvendig bøylearmering
- Stegbredde [mm] = bredden på bjelken (b)
- d [mm] = effektiv høyde fra trykkrand til tyngdepunkt i strekkarmering

Element

Hvis du vil kontrollere andre elementer, velg disse i listboksen **Element**.

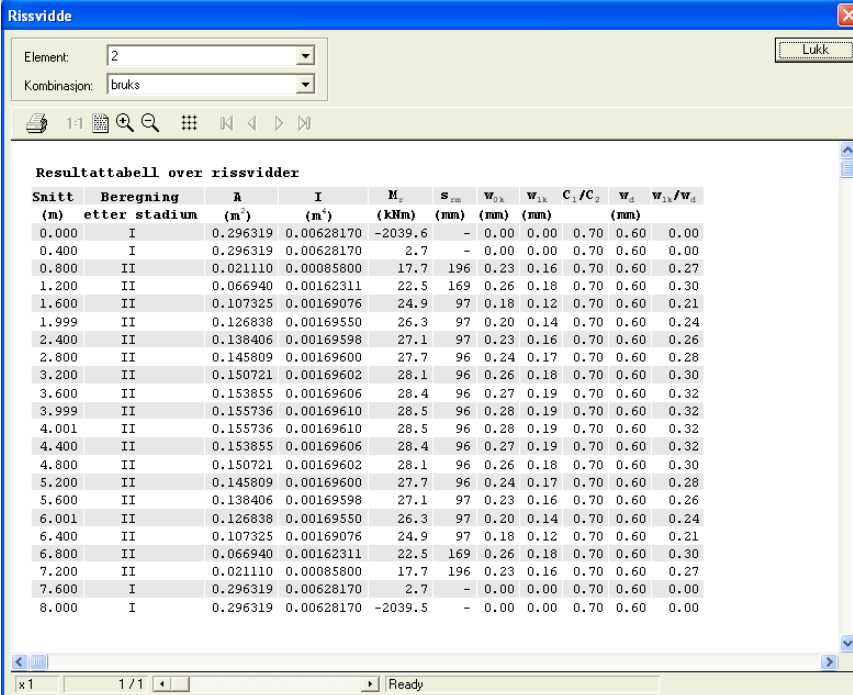
Kombinasjon

Hvis du vil kontrollere en annen kombinasjon, velg ny kombinasjon i listboksen **Kombinasjon**.

Tabell - rissdata

Viser dialogboksen **Tabell – rissdata** som gir informasjon om rissvidder for alle valgte elementer.

Tabell - rissdata



Resultattabell over rissvidder

Snitt (m)	Beregning etter stadium	A (m ²)	I (m ²)	M _r (kNm)	s _{rm} (mm)	w _{rk} (mm)	w _{1k} (mm)	C ₁ /C ₂	w ₁ (mm)	w _{1k} /w ₂
0.000	I	0.296319	0.00628170	-2039.6	-	0.00	0.00	0.70	0.60	0.00
0.400	I	0.296319	0.00628170	2.7	-	0.00	0.00	0.70	0.60	0.00
0.800	II	0.021110	0.00085800	17.7	196	0.23	0.16	0.70	0.60	0.27
1.200	II	0.066940	0.00162311	22.5	169	0.26	0.18	0.70	0.60	0.30
1.600	II	0.107325	0.00169076	24.9	97	0.18	0.12	0.70	0.60	0.21
1.999	II	0.126838	0.00169550	26.3	97	0.20	0.14	0.70	0.60	0.24
2.400	II	0.138406	0.00169598	27.1	97	0.23	0.16	0.70	0.60	0.26
2.800	II	0.145809	0.00169600	27.7	96	0.24	0.17	0.70	0.60	0.28
3.200	II	0.150721	0.00169602	28.1	96	0.26	0.18	0.70	0.60	0.30
3.600	II	0.153855	0.00169606	28.4	96	0.27	0.19	0.70	0.60	0.32
3.999	II	0.155736	0.00169610	28.5	96	0.28	0.19	0.70	0.60	0.32
4.001	II	0.155736	0.00169610	28.5	96	0.28	0.19	0.70	0.60	0.32
4.400	II	0.153855	0.00169606	28.4	96	0.27	0.19	0.70	0.60	0.32
4.800	II	0.150721	0.00169602	28.1	96	0.26	0.18	0.70	0.60	0.30
5.200	II	0.145809	0.00169600	27.7	96	0.24	0.17	0.70	0.60	0.28
5.600	II	0.138406	0.00169598	27.1	97	0.23	0.16	0.70	0.60	0.26
6.001	II	0.126838	0.00169550	26.3	97	0.20	0.14	0.70	0.60	0.24
6.400	II	0.107325	0.00169076	24.9	97	0.18	0.12	0.70	0.60	0.21
6.800	II	0.066940	0.00162311	22.5	169	0.26	0.18	0.70	0.60	0.30
7.200	II	0.021110	0.00085800	17.7	196	0.23	0.16	0.70	0.60	0.27
7.600	I	0.296319	0.00628170	2.7	-	0.00	0.00	0.70	0.60	0.00
8.000	I	0.296319	0.00628170	-2039.5	-	0.00	0.00	0.70	0.60	0.00

Dialogboksen Tabell - rissdata

Dialogboksen gir informasjon om aktivt element. Ved hjelp av listboksen kan du også se informasjonen for andre elementer.

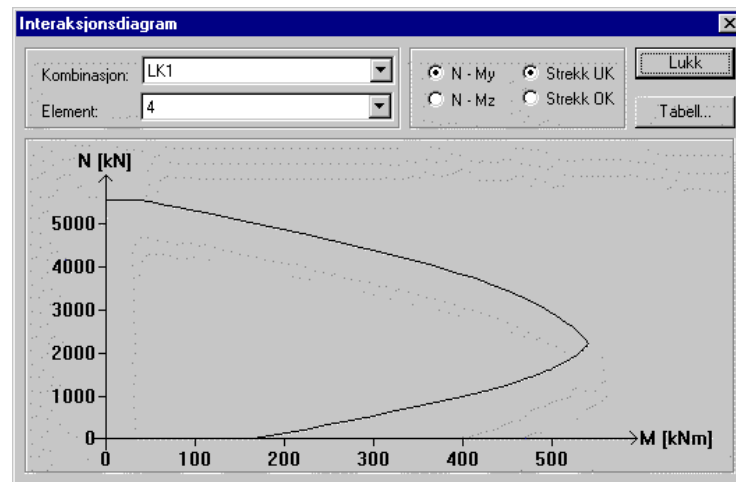
Informasjon

Snitt[m]	=	bjelken deles opp i beregningssnitt (20 default)
Stadium	=	uopprisset stadium I, opprisset stadium II
Ac [m ²]	=	ekvivalent betongareal i trykk
Ic[m ⁴]	=	ekvivalent betongtreghetsmoment
Mr [KN]	=	rissmoment
Srm[KN]	=	midlererissavstand
w0k[mm ²]	=	karakteristisk rissvidde (NS3473 pkt. 15.6)
w1k[mm ²]	=	beregningmessig rissvidde (NS3473 pkt. 15.2)
C1[mm ²] for toleranse	=	minste overdekning fra NS3473 tabell 12 med tillegg
C2 [mm ²]	=	aktuell overdekning for ytterste jern/bøyle
wd[mm]	=	aktuell rissvidde (w1k <= wd)
w1k/wd	=	utnyttelsesgrad (rissvidde OK hvis w1k/wd <= 1.0)

Interaksjonsdiagram

Viser dialogboksen **Interaksjonsdiagram** som gir informasjon tverrsnittets kapasitet ved forskjellige kombinasjoner av samtidig virkende moment og aksialkraft.

Interaksjonsdiagram



Dialogboksen Interaksjonsdiagram

Dialogboksen gir en grafisk og numerisk presentasjon av ulike kombinasjoner av samtidig virkende M og N. Det er mulig og se på ulike kombinasjoner av strekk i overkant og strekk i underkant om tverrsnittets to akser y og z.

Valg

Valg



Dialogboksen Valg

Dette menyvalget er beskrevet i dokumentasjonen for G-PROG Ramme Statikk. I dimensjoneringsmodus finnes to ekstra valg som beskrives her.

Sideavstivning

Under menyen Inndata er det mulig og sideavstive element med hensyn til knekking ut av planet. Når dette valget er aktivisert vises alle sideavstivninger i det grafiske vinduet. Punktvisse avstivninger vises som en liten strek vinkelrett på staven, mens kontinuerlige avstivninger vises som en strek parallelt staven.

Tverrsnittsbilde

Når dette valget er aktivisert vises et bilde av tverrsnittet i målestokk midt på hver stav.

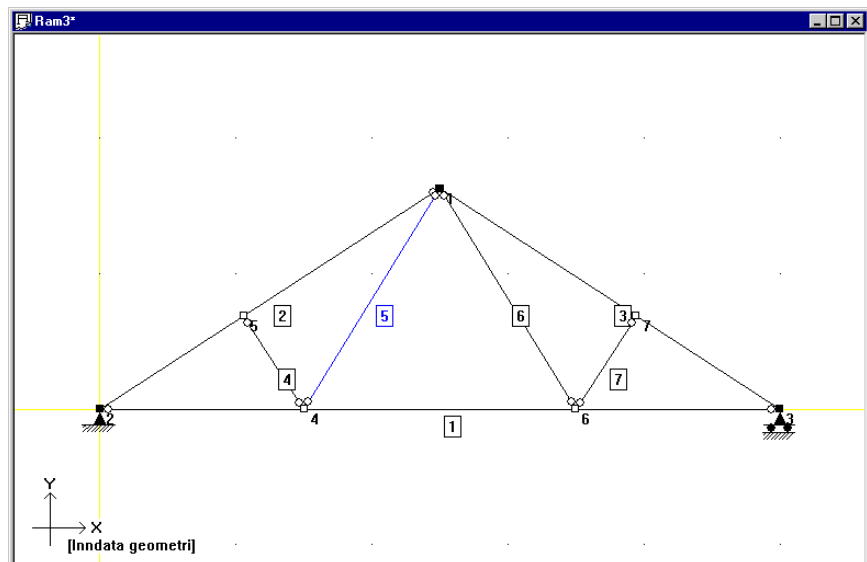
Vindu

Dette menyvalget er beskrevet i dokumentasjonen for G-PROG Ramme Statikk.

Hjelp

Dette menyvalget er beskrevet i dokumentasjonen for G-PROG Ramme Statikk.

Grafisk arbeidsområde



Grafisk arbeidsområde

I det grafiske arbeidsområdet kan du velge hvilke staver som skal være **valgte**, og hvilken stav som skal være **aktiv**. Videre kan du få en hurtig overblikk over dimensjoneringsresultatene.

Alle staver hvor elementnumret er blått er valgte. Ved å klikke på en stav endrer du dens status fra eller til valgt. Ved å trekke en ramme rundt flere staver gjør du alle staver innenfor rammen valgte. Hvis du har staver som ikke kan dimensjoneres kan disse heller ikke velges. Du kan også velge staver under **Inndata/Element**.

Ved å dobbeltklikke på en stav gjør du denne aktiv.

Aktiv stav er den som i utgangspunktet får de endringer som du gir inn under inndata. Men du kan også, i resp. dialogboks, velge at endringene skal gjelde for alle valgte staver.

Valgte staver blir dimensjonert når du velger beregning.

4 Metoder

Generelt

Dette kapitlet gir informasjon om hvordan programmet kan brukes ved gjennomgang av et konkret eksempel.

Utskrift fra eksemplet er gjengitt i kapittel Eksempel 1 på side 31.

Utføre statistisk analyse

Utfør statistisk analyse slik som beskrevet i [1].

Husk spesielt å velge standardavhengig analyse i dialogboksen **Standarder**.

Merk at for dimensjonering av betongstaver bør foreløpig armering beregnes og brukes som grunnlag for å gi inn endelig armering. Dette er beskrevet i [1].

Utføre dimensjonering

Etter vellykket statistisk analyse utføres dimensjonering slik:

1. Velg resultatmodus. (Blir automatisk gjort ved statistisk analyse)
2. Sjekk resultater. (Deformasjoner, snittkrefter, spenninger etc.)
3. Velg en lastkombinasjon som du vil dimensjonere for ved å velge den i listboksen **Lastkombinasjoner** øverst til høyre i resultatvinduet. Du kan også velge Utvalgte/Alle, for å dimensjonere flere kombinasjoner samtidig.
4. Velg **Dimensjoneringsmodus**. Merk at elementer som kan dimensjoneres blir markert med blått elementnummer, og at ett av dem er satt aktivt. (Markert med skravert blått.)
5. Gi inn relevant endeavstivning og knekkklengde, i rammeplanet, for aktuelle elementer i dialogboksen **Endeforhold**. Aktiveres fra menyen **Inndata**. Se side 8
6. Gi inn data for avstivning og sideavstigning for de elementer som skal dimensjoneres resp dialogboks som aktiveres fra menyen **Inndata**. Se side 8.
7. Sett opp fargevalg i dialogboksen **Utnyttelsesgrad farger** for å få ønsket visuell kontroll. Aktiveres fra menyen **Resultater**. Se side 11.

8. Hvis lastkombinasjonen er en bruksgrense kombinasjon, må du sette opp dimensjoneringskriterium for deformasjoner i dialogboksen **Deformasjonsvalg**. Se side 10 .
9. Utfør dimensjonering. Velg **Beregne** på menyen.
10. Du får nå umiddelbar visuell kontroll av resultatet ved at elementer som ikke er fullt utnyttet blir vist med grønt, mens elementer som er fullt utnyttet blir vist med rødt.
Sjekk også i dialogboksene **Kontroll**, **Kapasitet** og **Utnyttelsesgrad** for å få full kontroll på om resultater er OK.
Alle disse dialogboksene aktiveres fra menyen **Resultater**. Se side 11.
11. Hvis noen elementer ikke holder, endre disse eventuelt ved å øke tverrsnittet, endre konstruksjonen, endre avstivning e.l. og utfør ny statistisk analyse og / eller dimensjonering.
12. Dimensjoner for flere lastkombinasjoner direkte ved å endre lastkombinasjon som beskrevet under pkt. 3) og utfør pkt. 9) - 10) på nytt.

Skrive ut resultater

Når du er fornøyd med dimensjoneringen kan resultater skrives ut som dokumentasjon.

1. Velg Utskriftsvalg / Dimensjonering fra **Fil-menyen** for oppsett av hva som skal skrives ut. Se G-PROG Ramme Statikk, Brukerveiledning.
2. Skriv ut resultater fra dialogboksen **Skriv ut** som aktiveres fra **Fil-menyen**. Se G-PROG Ramme Statikk, Brukerveiledning.
3. Lagre data. Velg **Lagre** på **Fil-menyen**.

5 Teori

Generelt

Betongdimensjonering er en del av G-PROG Ramme, og data hentes dels fra statikkberegningen, dels fra egne dialogbokser. Beregningen følger norsk standard NS3473, 6. utgave september 2003. Det er også mulig å regne i henhold til forrige utgave 5 fra november 1998.

Konstruksjonen skal tilfredsstille kravene i følgende grensetilstander:

- Bruddgrensetilstand
- Ulykkesgrensetilstand
- Bruksgrensetilstand

I bruddgrensetilstand og ulykkesgrensetilstand kontrolleres:

- Bøyemoment
- Aksialkraft
- Skjærkraft

Og kombinasjoner av disse.

I bruddgrense kontrolleres også slankhet og knekking.

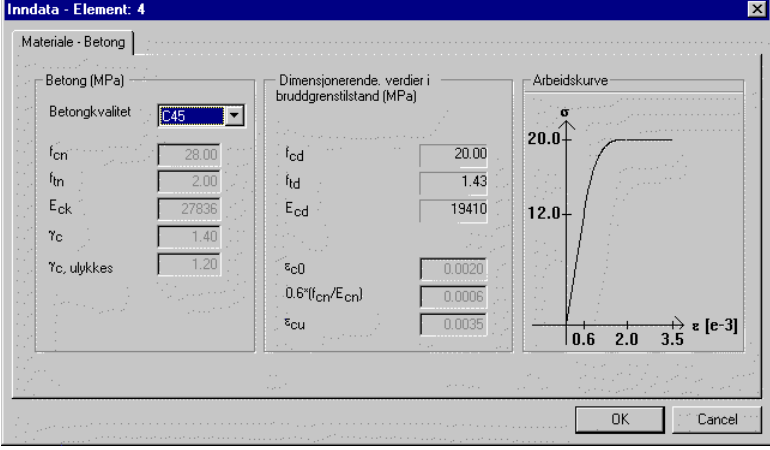
Ved dimensjonering i bruksgrensetilstand kontrolleres:

- Riss
- Forskyvninger

Materialdata

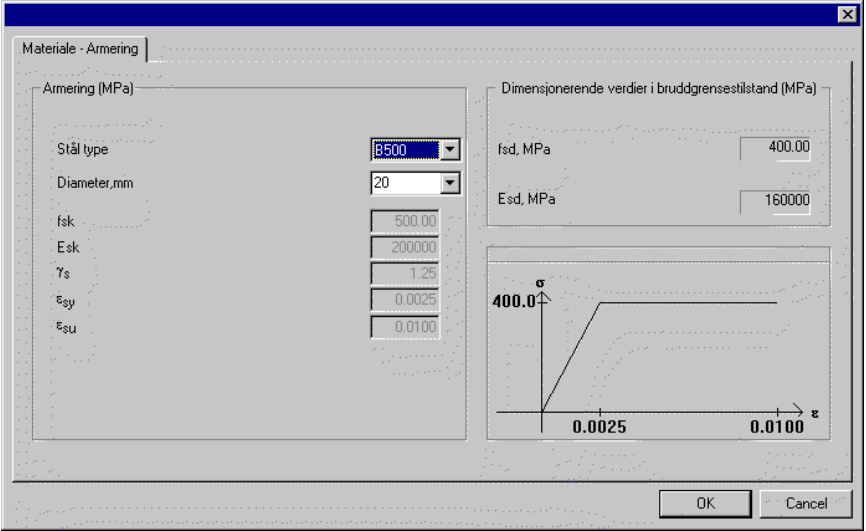
Materialdata beregnes etter pkt 10.4, 11.1, 11.2 og 11.3 i NS3473.

Betong data (C45)



Densitet:	$\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$
Elastisitetmodul:	$E_{ck} = K_E (f_{ck})^{0.3} \text{ N/mm}^2$
Dimensjonerende elastisitetmodul:	$E_{cd} = E_{ck} / \gamma_c \text{ N/mm}^2$
Dimensjonerende konstruksjonsfasthet for trykk:	$f_{cd} = f_{cn} / \gamma_c \text{ N/mm}^2$
Dimensjonerende strekkfasthet:	$f_{td} = f_{tn} / \gamma_c \text{ N/mm}^2$
Risstøyning:	$\epsilon_{ct} = f_{td} / E_{cd}$
Elastisk øvre tøyning ved trykk:	$0.6 f_{cn} / E_{cn}$
Tøyning ved begynnelse stukning:	$\epsilon_{co} = 0.0019 + 0.004 f_{cn} / 1000$
Max tøyning i bruddgrense:	$\epsilon_{cu} = (2.5m - 1.5) \epsilon_{cn}$
	$\epsilon_{cn} = 0.6 * (f_{cn} / E_{cn})$
	$m = \epsilon_{co} / \epsilon_{cn}$
	$E_{cn} = 10000 (f_{cn})^{0.3}$
Materialeffisienter:	$\gamma_c = 1.4$
	$\gamma_{c,ulykkes} = 1.2$

Armerings data (B500)



Densitet:	$\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3$
Elastisitetsmodul:	$E_{sk} = 200000 \text{ N/mm}^2$
Flyt tøyning:	$\epsilon_{sy} = f_{sk} / E_{sk}$
Brudd tøyning:	$\epsilon_{su} = 0.01000$
Materialkoeffisient	$\gamma_s = 1.25$

Lastavhengighet

Lastkombinasjoner

ID	Navn	Kombinasjon av lasttilfeller	Grense-tilstand	Type	Avhengig av	Lasttilfelle:
1	Langtidslast	B2*1.6	Bruk	Lang		B1 korttidslast
2	Bruddlast før langtidslast	B3*1.6+B2*1.0	Brudd	Lang		B2 Langtidslast
3	Korttidslast før Langtidslast	B2*1.6+B1+*1.0	Bruk	Kort		B3 Bruddlast
4	Korttidslast etter Langtidslast	B2*1.6+B1+*1.0	Bruk	Kort	2	

Under lastkombinasjoner er det kommet en ekstra kolonne, Avhengig av. Kolonnen skal ta hensyn til om et annet lasttilfelle som er beregnet tidligere har innvirkning på det aktuelle lasttilfelle. Denne innvirkningen kan være igjennstående deformasjoner fra kryp og svinn, men også tidligere riss.

Dimensjonering

Betongdimensjoneringen gjøres i henhold til NS3473 med alle de kontrollene som standarden foreskriver.

Følgende kontroller utføres.

Spenningskontroll

Spenningskontroll

Spenningskontroll utføres etter NS3473. Her foreligger følgende krav:

Momentkapasitet: $M_{yf} / M_{yd} \leq 1.0$

Momentkapasitet biaksialt: $M_{yf} / M_{yd} + M_{zf} / M_{zd} \leq 1.0$

Momentkapasitet biaksialt slankt: $M_{yf} / (M_{yd} - dM_{2y}) + M_{zf} / (M_{zd} - dM_{2z}) \leq 1.0$

Skjærkraftkapasitet: $V_f / (V_{cd} + V_{sd}) \leq 1.0$

Normalkraftkapasitet biaksialt: $N_x / N_{xzd} \leq 1.0$

Her er:

M_{yf} :opptredende moment om y-aksen

M_{yd} :dimensjonerende momentkapasitet om y-aksen

M_{zf} :opptredende moment om z-aksen

M_{zd} :dimensjonerende momentkapasitet om z-aksen

dM_{2y}	:2. ordens moment pga forskyvninger om y-aksen
dM_{2z}	:2. ordens moment pga forskyvninger om z-aksen
V_f	:opptredende skjærkraft
V_{cd}	:dimensjonerende skjærkraftkapasitet uten skjærarmering
V_{sd}	:dimensjonerende skjærkraftkapasitet fra skjærarmering
N_x	:opptredende normalkraft
N_{xzd}	:dimensjonerende normalkraftkapasitet

Kontroll slankhet

Slankhet

Slankhet og kontrolleres etter pkt. 12.2 i NS3473.

Trykkraften i slanke trykkledd skal antas å ha en utilsiktet eksentrisitet beregnet i samsvar med spesifiserte toleranser for krumning og helning for det enkelte trykkledd. Eksentrisiteten skal ikke antas mindre enn den største av 20 mm, $le/300$ og $1/30$ av tverrsnittsmålet i eksentrisitetens retning, med mindre spesielle forhold gir grunnlag for andre verdier. Knekkleddet le er lengden av en leddlagret stav med samme teoretiske knekklast (Euler-last) og utbøyningsretning som den betraktende konstruksjonsdelen.

Slankhet

Vi skiller mellom geometrisk slankhet og lastavhengig slankhet. Slankhetene beregnes for begge aksene y og z . Den lastavhengige slankheten λ_N i retningen med minst motstand mot utknekkning skal i alminnelighet ikke være større enn 45. Den geometriske slankheten λ skal i alminnelighet ikke være større enn $80(1+4\omega_t)^{1/2}$. Det kan ses bort fra virkningen av forskyvninger hvis den lastavhengige slankheten, beregnet på grunnlag av dimensjonerende laster, er mindre enn 10.

Geometrisk slankhet λ : $\lambda = l_e / i$, $i = (I_c/A_c)^{1/2}$

A_c er tverrsnittsarealet av betongen i uopprisset tilstand

I_c er arealregningsmomentet av dette arealet

Lastavhengig slankhet λ_N :

$$\lambda_N = \lambda \cdot (-n_f / (1+4\omega_t))^{1/2}$$

$$n_f = N_f / (f_{cd}A_c)$$

$$\omega_t = (\sum f_{sd}A_s) / (f_{cd}A_c)$$

A_c er tverrsnittsarealet av betongen i uopprisset tilstand

A_s er armeringsarealet.

Armeringsarealet A_s innføres med sin fulle verdi for rektangulære tverrsnitt med hjørnearmering eller med armeringen fordelt langs sider på tvers av utbøyningsretningen. For andre tverrsnittsformer og med armering fordelt langs alle tverrsnittsider kan armeringsarealet innsettes som to tredeler av det samlede armeringsarealet om ikke nøyaktigere verdier benyttes.

*Slankhet, Knekking, Bøyning
om to akser*

Slanke konstruksjoner, NS3473 pkt. A.12.2

For konstruksjoner eller konstruksjonsdeler med aksialtrykk, eller aksialtrykk i kombinasjon med bøyning, vil aksialkraften kunne påvirke forskyvningene og dermed lastvirkningene generelt. Med økende slankhet vil aksialkraftens virkning på forskyvningene kunne øke til en størrelse som ikke kan neglisjeres.

Av denne grunn krever NS 3473 at det i slanke konstruksjoner skal "tas hensyn til virkning av konstruksjonens forskyvninger ved beregning av krefter og momenter" pkt. 9.4.2

Dette oppnås ved at konstruksjonen dimensjoneres for lastvirkninger beregnet etter 2. ordens teori (geometrisk ikke-lineær teori), dvs. etter teori som i likevektsbetingelsene tar hensyn til konstruksjonens forskyvninger. Tse det ikke hensyn til disse kalles som kjent teorien for 1. ordens teori (eller konvensjonell teori).

Lastvirkninger (snittkrefter, forskyvninger, tøyninger, spenninger, rissvidder osv.) beregnet etter 1. ordens teori kalles gjerne 1. ordens lastvirkninger. Forskjellen i lastvirkninger beregnet etter 1. og 2. ordens teori kalles gjerne 2. ordens lastvirkninger (eller geometriske ikke-lineære effekter). Beregning etter 2. ordens teori gir totale lastvirkninger (lik summen av 1. og 2. ordens).

Nøyaktig beregning og dimensjonering av betongkonstruksjoner med slanke konstruksjoner kan bli meget komplisert, ikke minst pga. delmaterialenes ikke-lineære spennings-tøyningssammenhenger, opprissing osv.

Slanke konstruksjonsdeler i ramme beregnes etter pkt. A.12.2 NS 3473. Uten å gå i noe nærmere detalj hvordan dette gjøres henviser vi til

A.12.2 a) Definisjoner

A.12.2 b) Forenklet beregning etter 2. ordens teori.

A.12.2 c) Knekkledder

A.12.2 d) Bøyning om to akser (biaksial slankt)

Kontroll av riss

Tabellene 9, 10 og 12 i NS3473 benyttes, uten at de blir gjengitt her.

Tillatt rissvidder

$$w_{1k} = w_{0k} / \text{Max} (0.7, c_1 / c_2)$$

w_{0k} er beregnet rissvidde etter pkt 15.6.2, se nedenfor.

c_1 er minste overdekning fra tabell 12, med tillegg for toleranse etter pkt. L21 d i NS3420 –L:1999. Tallene gjelder bøylere for bjelker

c_2 er aktuell overdekning for ytterste bøylere resp. strekkarmering.

Kravet som skal oppfylles er at $w_{1k} \leq w_d$ fra tabell 9 i NS3473.

Ekvivalent treghetsmoment

Dette beregnes for urisset tverrsnitt, for kontroll av hvorvidt risslasten er oppnådd.

$N = E_S / E_{ck} - 1$ (for å kompensere for hull i betongen fra armeringen)

$$\delta_{Tp} = \sum (A_S * N * x_S) / (\sum (A_S * N) + A_C)$$

$$I_{TOT} = I_C + A_C * \delta_{Tp}^2 + \sum (A_S * N * (x_S - \delta_{Tp})^2)$$

$$T_p = T_{pC} + \delta_{Tp}$$

$$A_{TOT} = \sum (A_S * N) + A_C$$

x_S er avstanden fra betongtverrsnittets tyngdepunkt til armeringsjernet.

Kantspenninger

$$N_f = N_g + N_p$$

$$M_f = M_g + M_p + N_f * (T_p - T_{pC})$$

$$\sigma_I = M_f * T_{pS} / I_{TOT} + k_v * N_f / A_{TOT}$$

T_{pS} er avstanden fra strekkanten til tyngdepunktet.

k_v se ovenfor under skjær. For trykk er $k_v = 1.0$.

Urisset betong

$$\sigma_I \leq k_v * f_{tn} / k_t \text{ hvor } k_t \text{ hentes fra tabell 10 i NS3473.}$$

Videre beregning forutsetter at vi ikke har urisset betong.

Risskapasitet

Forholdet armeringsspenning ved risslast / armeringsspenning i risset

Da vi er innenfor stålets flytegrense gjelder:

$$\sigma_{sr2} / \sigma_{s2} = \varepsilon_{sr2} / \varepsilon_{s2}$$

For å få frem ståltøyningen ved risspenning i strekkanten av betongen må vi først beregne risslasten. Dette gjøres slik:

$$\sigma_{fik} = T_{pS} * M_R / I_C + N_R / A_C \text{ (Strekkspenning i betongen hvis denne hadde hatt ubegrenset strekkfasthet)}$$

T_{pS} : se Kantspenninger.

$$N_r = N_R * f_{tk} / \sigma_{fik}$$

$$M_r = M_R * f_{tk} / \sigma_{fik}$$

ε_{sr2} beregnes som angitt ovenfor under tøyninger med N_r og M_r .

ε_{s2} beregnes som angitt ovenfor under tøyninger med N_R og M_R .

Tøyningene beregnes for ytterste armeringslag.

Det tas hensyn til kryp og svinn ved beregning av tøyningene. Langtidsdel og korttidsdel beregnes i hvert sitt trinn.

Effektivt betongareal

Vi finner ytterste lag og beregner en midlere diameter ϕ_m , et antall n og en kantavstand c_n :

Effektiv betonghøyde $h_{cef} = 2.5 * (h - d) \leq h - x$ (dvs. virkelig strekksone).

$$b_{ekv} = 15 * \phi_m * (n - 1) + 2 * c + \phi_m \leq b, \text{ hvor } c = c_b + \phi_b$$

For dekker benytter vi $15 * \phi_m \leq b$

$$A_{cef} = b_{ekv} * h_{cef}$$

For bjelker vil senteravstanden sjelden være større enn $15 * \phi$, slik at b_{ekv} oftest er lik b .

For vilkårlige tverrsnitt kontrolleres at $A_{cef} \leq$ virkelig areal innenfor h_{cef} .

Beregning av rissvidder

$$k_c = (1 + \varepsilon_{II} / \varepsilon_I) / 2$$

ε_I er tøyningen i ytterkant på strekksiden.

ε_{II} er tøyningen i avstanden h_{cef} .

Alle tøyninger er korrigert for svinn.

$$l_{sk} = s_{rk} = 1.7 * (20 + kc * A_{cef} / (A_{sh} / (f_{tk} * k_b / \tau_{bk})))$$

A_{sh} er heftflaten for armeringen i strekksonen. For buntet armering summeres omkretsene for hvert enkeltjern.

$$l_{sk} \leq 2.5 * (h - x) \text{ og } l_{sk} \geq 2.5 * c \text{ når } c < h - x.$$

$$f_{tk} / \tau_{bk} = \begin{array}{ll} 0.75 & \text{for kamstang} \\ 1.15 & \text{for preget stang} \\ 1.50 & \text{for glattstål} \end{array}$$

$$w_{1k} = s_{rk} * ((1 - \beta_s * \sigma_{sr2} / \sigma_{s2}) * \sigma_{s2} / Esk - \epsilon_{cs})$$

eller med bruk av tøyningene:

$$w_{1k} = s_{rk} * ((1 - \beta_s * \epsilon_{sr2} / \epsilon_{s2}) * \epsilon_{s2} / \gamma_s - \epsilon_{cs})$$

β_s kan variere fra 0.4 til 0.6 avhengig av lastvarighet, med størst verdi for kortvarige laster som ikke gjentas. I Ramme settes denne lik 0.6.

k_b er en koeffisient som tar hensyn til redusert heft for buntet armering. $k_b = (0.15 * n + 0.85)$.

$$\text{Kapasitetsutnyttelse} = w_{1k} / w_d$$

6 Eksempler

Eksempel 1

Dette kapitlet gjengir et eksemplet med bruk av betongdimensjonering.

Det er tatt ut full utskrift av inndata, utvalgte resultater samt dimensjonering.

Rammeberegning 4.31
© GBS data as

1 (19)

Prosjekt: GBS Data	Dato: 2001-11-26
Utført av:	Signatur:
Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM	Firmanavn:

SAMMENDRAG

5 noder
2 opplegg
0 fjær
0 ledd
4 element
2 tverrsnitt
4 laster
2 lasttilfeller
2 kombinasjoner

C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM

KONVENSJONER

LOKAL ELEMENTRETNING

Et elements retning bestemmes av elementets orientering, slik at startnoden er den node hvor elementets vinkel (w) med den globale x-aksen er større enn $-PI/4$ (-45°) og mindre enn eller lik $+3*PI/4$ ($+135^\circ$).

GLOBALE AKSERETNINGER

Som globalt koordinatsystem benyttes et vanlig rettvinklet høyre-orientert koordinatsystem, med positiv X-akse rettet mot høyre, positiv Y-akse rettet oppover og positiv Z-retning (rotasjon) rettet mot urviseren.

LASTRETNINGER

Ved innlesning av laster benyttes følgende lastretninger:

X, H sammanfaller med den globale x-aksen.

A sammanfaller med elementets lokale retning.

M, R sammanfaller med den globale z-retningen.

Y, V motsatt rettet mot den globale y-aksen.

L rettet vinkelrett mot elementet, rotert 90° med urviseren i forhold til den lokale elementretningen.

Foreskrevne forskyvninger er positive i de globale retningene.

TEGNFORKLARING

Deformasjoner/forskyvninger og reaksjoner er positive i globale retninger (dvs. mot høyre, oppover og mot urviseren).

Normalkrefter som gir strekk i elementet er positive, skjærkrefter er positive når de er nedatrettede til høyre for et snitt, moment er positive når de gir strekk i elementets underkant.

REAKSJONER

Reaksjoner skal forståes som de ytre krefter som påvirker systemet for at dette skal være i likevekt.

Rammeberegning 4.31
© GBS data as

2 (19)

Prosjekt: GBS Data

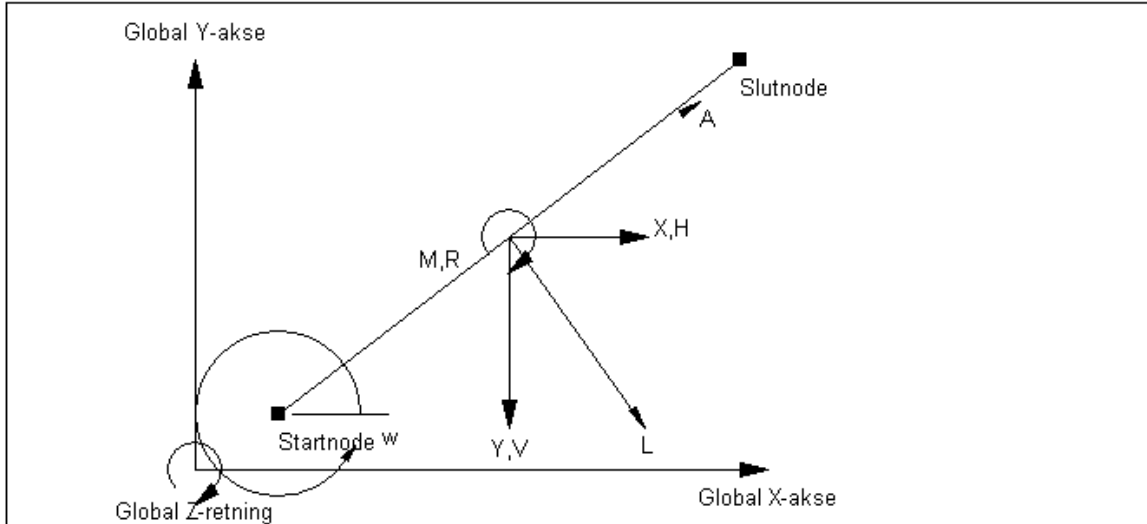
Dato: 2001-11-26

Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM

Firmanavn:

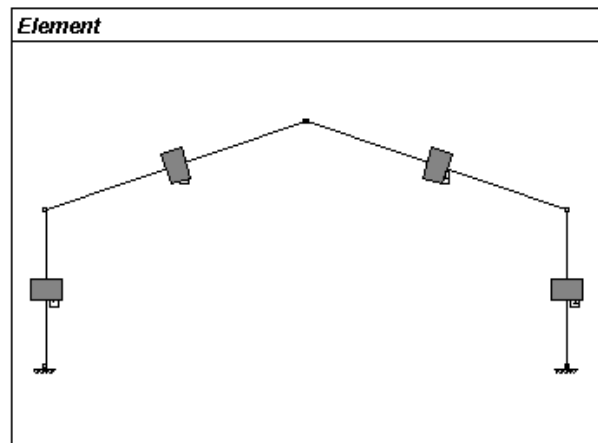
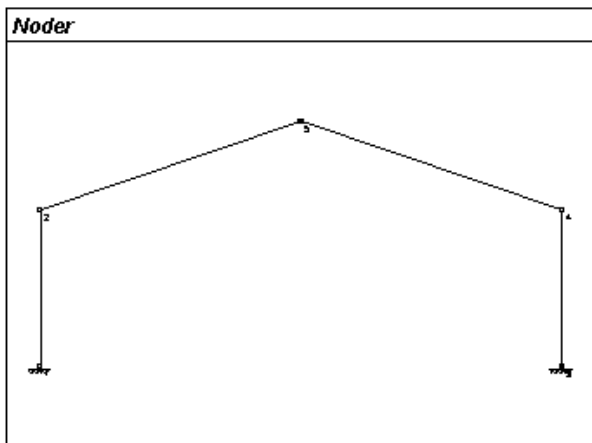


Noder

X (m)	Y (m)	X	Y	M	X (m)	Y (m)	X	Y	M	X (m)	Y (m)	X	Y	M	X (m)	Y (m)	X	Y	M	
1	0	0	F	F	F	3	10.000	0	F	F	F	5	5.000	4.700						
2	0	3.000				4	10.000	3.000												

Element

Navn	Node 1	Node 2	Init-	Navn	Node 1	Node 2	Init-	Navn	Node 1	Node 2	Init-
	(L=Ledd)	(L=Ledd)	krum.		(L=Ledd)	(L=Ledd)	krum.		(L=Ledd)	(L=Ledd)	krum.
1	1	2	Nei	3	2	5	Nei				
2	3	4	Nei	4	5	4	Nei				



Rammeberegning 4.31

3 (19)

© GBS data as

Prosjekt: GBS Data

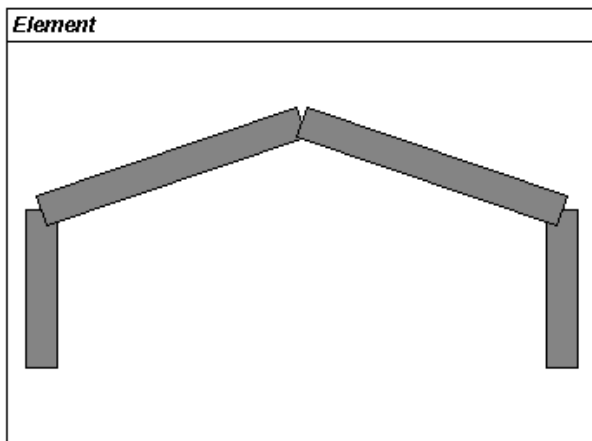
Dato: 2001-11-26

Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM

Firmanavn:



Tverrsnittsdata

Navn	Retn.	Areal (m ²)	I (m ⁴)	h (m)	z (m)	E-modul (kN/m ²)	Kostnad (kr)
400x600 / C 45	z-z	2.400e-1	7.20e-3	0.600	0.300	2.85e7	6795

Tverrsnitt/element

Element	Tverrsnitt	Retn.	Lengde (m)	Vekt (kg)	Kostnad (kr)
1	400x600 / C 45	z-z	3.000	1800.000	1488
2	400x600 / C 45	z-z	3.000	1800.000	1488
3	400x600 / C 45	z-z	5.281	3168.659	1910
4	400x600 / C 45	z-z	5.281	3168.659	1910

Sum			16.562	9937.318	6795
-----	--	--	--------	----------	------

Tverrsnittsspesifikasjon

Tverrsnitt	Lengde (m)	Antall	Vekt (kg)	Kostnad (kr)
400x600 / C 45	3.000	2	3600.000	2976
400x600 / C 45	5.281	2	6337.318	3819
Sum	16.562	4	9937.318	6795

Hovedarmering - Element: 1 [mm]

Nr	x	y	z	Lengde	Diameter	Materiale	Nr	x	y	z	Lengde	Diameter	Materiale
1	0	45	45	3000	20	B500	4	0	200	555	3000	20	B500
2	0	355	45	3000	20	B500	5	0	355	555	3000	20	B500
3	0	45	555	3000	20	B500							

Bøylearmering - Element: 1 [mm]

Nr	x	s	L	Antall	Diameter	Antall skjær/bøyler	Gruppeareal mm ² /m	Materiale
1	9999000	300	3000	10	10	2	524	B500

Rammeberegning 4.31

4 (19)

© GBS data as

Prosjekt: GBS Data

Dato: 2001-11-26

Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM

Firmanavn:

Attributt

Element: 1

Benevning	Verdi	Benevning	Verdi
Pålitelighetsklasse:	0	Spesiell kontroll av armering:	Nei
Awik i tverrsnittdimensjoner:	Nei	Miljø	LA Lite aggressivt miljø

Hovedarmering - Element: 3 [mm]

Nr	x	y	z	Lengde	Diameter	Materiale	Nr	x	y	z	Lengde	Diameter	Materiale
1	0	45	45	5281	20	B500	4	0	200	555	5281	20	B500
2	0	355	45	5281	20	B500	5	0	355	555	5281	20	B500
3	0	45	555	5281	20	B500							

Bøylearmering - Element: 3 [mm]

Nr	x	s	L	Antall	Diameter	Antall skjær/bøyer	Gruppeareal mm ² /m	Materiale
1	9999000	293	5281	18	10	2	535	B500

Attributt

Element: 3

Benevning	Verdi	Benevning	Verdi
Pålitelighetsklasse:	0	Spesiell kontroll av armering:	Nei
Awik i tverrsnittdimensjoner:	Nei	Miljø	LA Lite aggressivt miljø

Betongkostnader

Betongkvalite	Arbeide time/m ²	Material kr/m ²
C 45	0	0

Armeringskostnader

Armeringskvalite	Arbeide time/m ²	Material kr/m ²
B500	0	0

Formkostnader

	time/m ²	kr/m ²		time/m ²	kr/m ²
Bjelkeform	0.80	50.00	Peleform	0.90	50.00

Arbeidslønn: 220kr/time

Rammeberegning 4.31
© GBS data as

5 (19)

Prosjekt: GBS Data

Dato: 2001-11-26

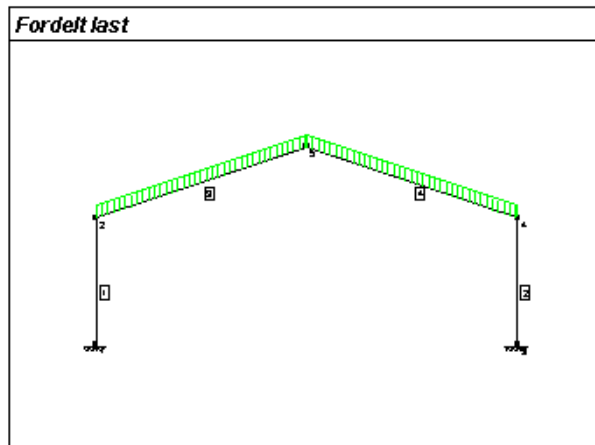
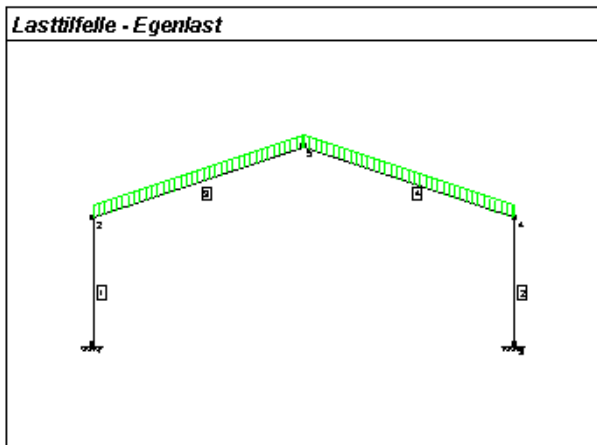
Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM

Firmanavn:

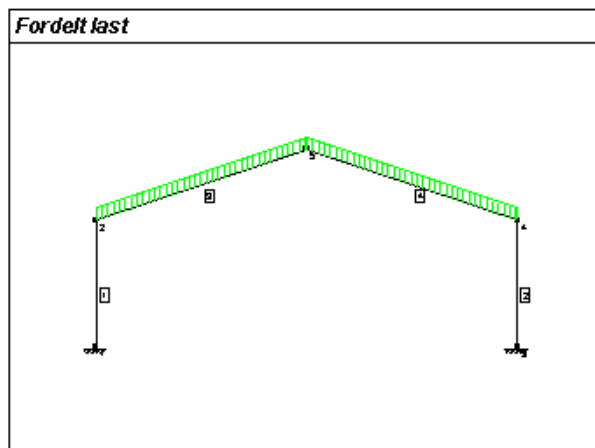
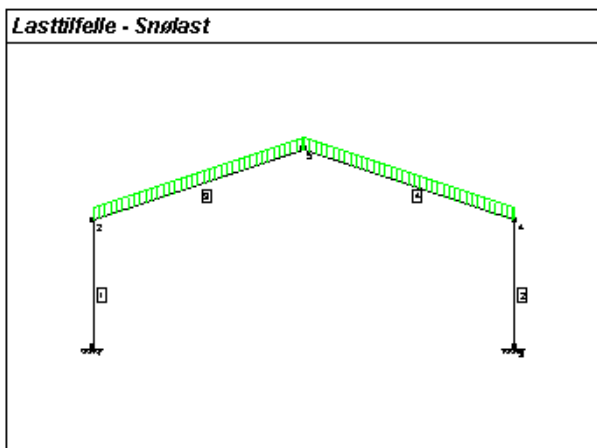
Lasttilfelle: Egenlast



Fordelt last

Element	Retn.	q(kN/m)	L1(m)	L2(m)	Element	Retn.	q(kN/m)	L1(m)	L2(m)
3	Y	6.0	0	0	4	Y	6.0	0	0

Lasttilfelle: Snølast



Fordelt last

Element	Retn.	q(kN/m)	L1(m)	L2(m)	Element	Retn.	q(kN/m)	L1(m)	L2(m)
3	V	16.0	0	0	4	V	16.0	0	0

Lasttilfelle

Navn	Bet.	Navn	Bet.
Egenlast	B1	Snølast	B2

Rammeberegning 4.31

6 (19)

Prosjekt: GBS Data

Dato: 2001-11-26

Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM

Firmanavn:

Kombinasjon

ID	Navn	Kombinasjon	Grense	Type	Avhengig av	ID	Navn	Kombinasjon	Grense	Type	Avhengig av
1	LK1	1.20*B1+1.60*B2	Brudd			2	LK2	B1+B2	Bruk	Kort	

Max pos. moment - 1. orden

Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon	Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon
1	144.3	-109.7	-166.0	LK1	3	64.6	-0.2	-115.8	LK1
2	185.2	109.7	-166.1	LK1	4	64.5	-0.4	-116.0	LK1

Max neg. moment - 1. orden

Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon	Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon
1	-184.8	-109.7	-166.0	LK1	3	-184.8	121.8	-157.3	LK1
2	-143.9	109.7	-166.1	LK1	4	-185.2	-121.9	-157.3	LK1

Max pos. spenninger - 1. orden

Element	σ MPa	Kombinasjon	Element	σ MPa	Kombinasjon	Element	σ MPa	Kombinasjon
1	27.0	LK1	3	27.3	LK1			
2	27.1	LK1	4	27.3	LK1			

Likevektskontroll - 1. orden

Kombinasjon	X-retn. (kN)	Y-retn. (kN)	X-retn. (kN)	Y-retn. (kN)	Kombinasjon	X-retn. (kN)	Y-retn. (kN)	X-retn. (kN)	Y-retn. (kN)
LK1	0	-332.0	0	332.0					
LK2	0	-223.4	0	223.4					

Max pos. skjærkraft - 1. orden

Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon	Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon
1	93.6	-68.6	-111.7	LK2	3	-184.8	121.8	-157.3	LK1
2	-143.9	109.7	-166.1	LK1	4	43.6	35.3	-103.9	LK1

Min neg. skjærkraft - 1. orden

Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon	Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon
1	144.3	-109.7	-166.0	LK1	3	43.6	-35.3	-103.9	LK1
2	-93.5	68.6	-111.7	LK2	4	-185.2	-121.9	-157.3	LK1

Max pos. normalkraft - 1. orden

Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon	Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon
1	93.6	-68.6	-111.7	LK2	3	50.4	-22.1	-64.9	LK2
2	112.3	68.6	-111.7	LK2	4	50.4	22.1	-64.9	LK2

Min neg. normalkraft - 1. orden

Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon	Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon
1	-184.8	-109.7	-166.0	LK1	3	-184.8	121.8	-157.3	LK1
2	-143.9	109.7	-166.1	LK1	4	-185.2	-121.9	-157.3	LK1

Min neg. spenninger - 1. orden

Element	σ MPa	Kombinasjon	Element	σ MPa	Kombinasjon	Element	σ MPa	Kombinasjon
1	-37.0	LK1	3	-36.7	LK1			
2	-37.0	LK1	4	-36.8	LK1			

Rammeberegning 4.31

7 (19)

© GBS data as

Prosjekt: GBS Data

Dato: 2001-11-26

Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM

Firmanavn:

Max abs. moment - 1. orden

Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon	Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon
1	-184.8	-109.7	-166.0	LK1	3	-184.8	121.8	-157.3	LK1
2	185.2	109.7	-166.1	LK1	4	-185.2	-121.9	-157.3	LK1

Max abs. skjærkraft - 1. orden

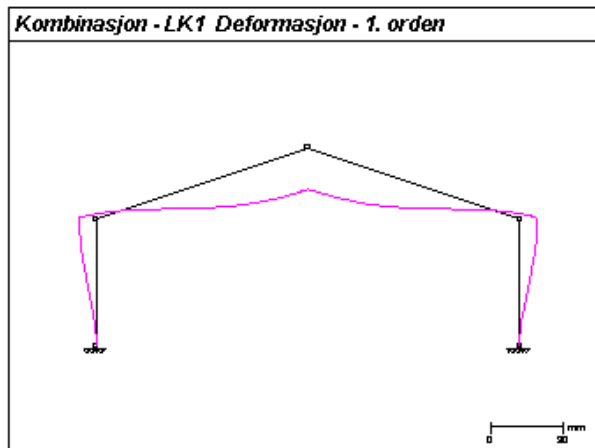
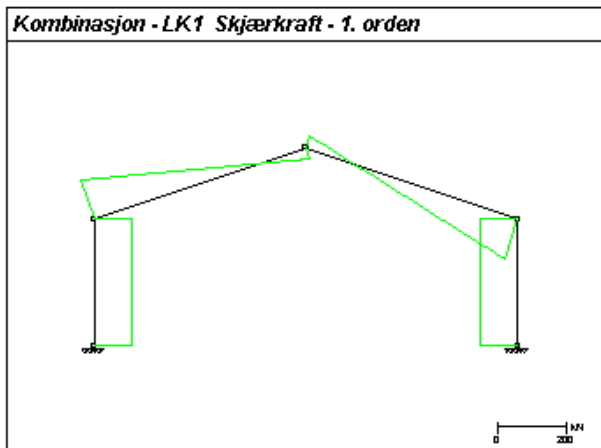
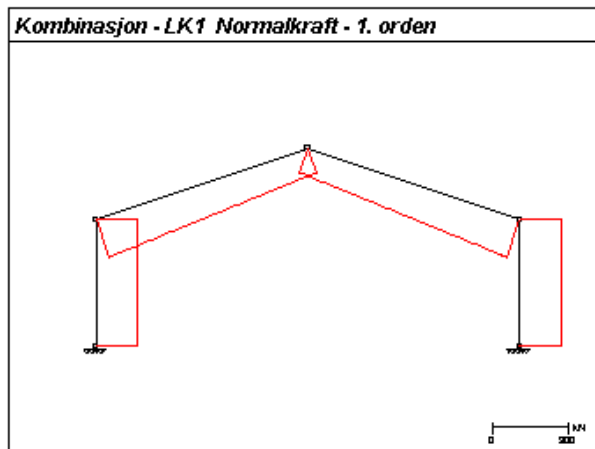
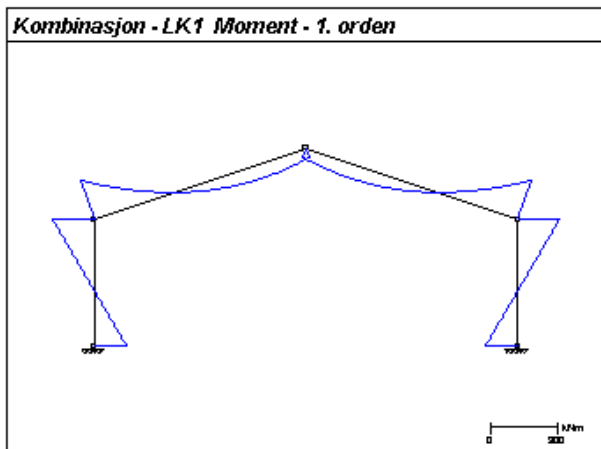
Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon	Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon
1	144.3	-109.7	-166.0	LK1	3	-184.8	121.8	-157.3	LK1
2	-143.9	109.7	-166.1	LK1	4	-185.2	-121.9	-157.3	LK1

Max abs. spenninger - 1. orden

Element	σ MPa	Kombinasjon	Element	σ MPa	Kombinasjon	Element	σ MPa	Kombinasjon
1	37.0	LK1	3	36.7	LK1			
2	37.0	LK1	4	36.8	LK1			

Max abs. normalkraft - 1. orden

Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon	Element	M kNm	V kN	N kN	Kombinasjon
1	144.3	-109.7	-166.0	LK1	3	-184.8	121.8	-157.3	LK1
2	-143.9	109.7	-166.1	LK1	4	-185.2	-121.9	-157.3	LK1



Rammeberegning 4.31
© GBS data as

8 (19)

Prosjekt: GBS Data Dato: 2001-11-26
Utført av: Signatur:
Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM Firmanavn:

Kombinasjon - LK1 Element : 1 Tverrsnittsverdier - 1. orden

Lengde (m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Lengde (m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
0	144.3	-109.7	-166.0	3.000	-184.8	-109.7	-166.0

Kombinasjon - LK1 Element : 1 Spenninger - 1. orden

Lengde m	σ_o (MPa)	σ_y (MPa)	σ_u (MPa)	Lengde m	σ_o (MPa)	σ_y (MPa)	σ_u (MPa)
0	-30.0	-5.0	20.0	3.000	27.0	-5.0	-37.0

Kombinasjon - LK1 Element : 1 Deformasjon - 1. orden

Lengde (m)	u (mm)	y (mm)	Lengde (m)	u (mm)	y (mm)	Lengde (m)	u (mm)	y (mm)
0	0	0	1.600	-4.20	0.33	3.000	-6.82	0.75
0.950	-1.96	0.35	2.850	-6.89	0.66			

Kombinasjon - LK1 Element : 2 Tverrsnittsverdier - 1. orden

Lengde (m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Lengde (m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
0	-143.9	109.7	-166.1	3.000	185.2	109.7	-166.1

Kombinasjon - LK1 Element : 2 Spenninger - 1. orden

Lengde m	σ_o (MPa)	σ_y (MPa)	σ_u (MPa)	Lengde m	σ_o (MPa)	σ_y (MPa)	σ_u (MPa)
0	19.9	-5.0	-29.9	3.000	-37.0	-5.0	27.1

Kombinasjon - LK1 Element : 2 Deformasjon - 1. orden

Lengde (m)	u (mm)	y (mm)	Lengde (m)	u (mm)	y (mm)	Lengde (m)	u (mm)	y (mm)
0	0	0	1.600	4.40	0.35	3.000	7.14	0.80
0.950	2.06	0.37	2.850	7.21	0.70			

Kombinasjon - LK1 Element : 3 Tverrsnittsverdier - 1. orden

Lengde (m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Lengde (m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Lengde (m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
0	-184.8	121.8	-157.3	2.000	-0.7	62.3	-137.1	3.500	59.3	17.7	-121.9
0.500	-127.6	107.0	-152.2	2.500	26.8	47.4	-132.0	4.100	64.6	-0.2	-115.8
0.500	-127.6	107.0	-152.2	2.500	26.8	47.4	-132.0	5.000	52.3	-27.0	-106.7
1.000	-77.9	92.1	-147.2	3.000	46.8	32.5	-126.9	5.000	52.3	-27.0	-106.7
1.000	-77.9	92.1	-147.2	3.000	46.8	32.5	-126.9	5.281	43.6	-35.3	-103.9
2.000	-0.7	62.3	-137.1	3.500	59.3	17.7	-121.9				

Kombinasjon - LK1 Element : 3 Spenninger - 1. orden

Lengde m	σ_o (MPa)	σ_y (MPa)	σ_u (MPa)	Lengde m	σ_o (MPa)	σ_y (MPa)	σ_u (MPa)
0	27.3	-4.7	-36.7	3.000	-11.9	-3.8	4.3
0.500	17.5	-4.6	-26.7	3.000	-11.9	-3.8	4.3
0.500	17.5	-4.6	-26.7	4.000	-14.7	-3.5	7.7
1.000	9.1	-4.4	-17.9	4.000	-14.7	-3.5	7.7
1.000	9.1	-4.4	-17.9	4.050	-14.7	-3.5	7.7
1.500	1.9	-4.3	-10.4	4.150	-14.6	-3.5	7.7
1.500	1.9	-4.3	-10.4	4.500	-14.1	-3.4	7.4
2.000	-4.0	-4.1	-4.2	4.500	-14.1	-3.4	7.4
2.000	-4.0	-4.1	-4.2	5.000	-12.3	-3.2	5.9
2.500	-8.6	-4.0	0.7	5.000	-12.3	-3.2	5.9
2.500	-8.6	-4.0	0.7	5.281	-10.7	-3.1	4.4

Rammeberegning 4.31
© GBS data as

9 (19)

Prosjekt: GBS Data

Dato: 2001-11-26

Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM

Firmanavn:

Kombinasjon - LK1 Element : 3 Deformasjon - 1. orden

Lengde (m)	u (mm)	y (mm)	Lengde (m)	u (mm)	y (mm)
0	-6.82	0.75	5.281	0.15	-17.12

Kombinasjon - LK1 Element : 4 Tverrsnittsverdier - 1. orden

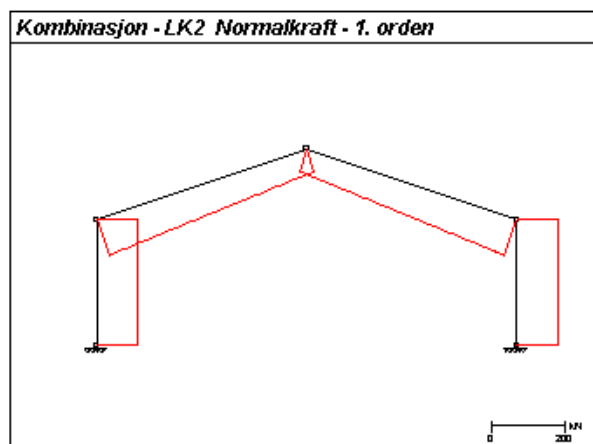
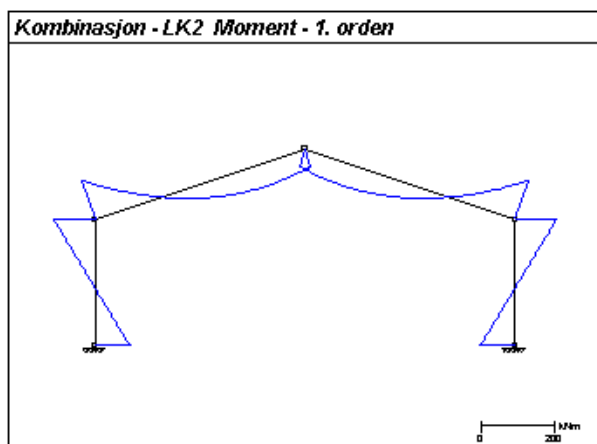
Lengde (m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Lengde (m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Lengde (m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
0	43.6	35.3	-103.9	2.000	54.6	-24.2	-124.1	4.500	-99.0	-98.7	-149.4
0.500	57.5	20.4	-108.9	2.500	38.8	-39.1	-129.2	4.500	-99.0	-98.7	-149.4
0.500	57.5	20.4	-108.9	2.500	38.8	-39.1	-129.2	5.000	-152.1	-113.5	-154.5
1.000	64.0	5.5	-114.0	3.000	15.5	-54.0	-134.2	5.000	-152.1	-113.5	-154.5
1.000	64.0	5.5	-114.0	3.000	15.5	-54.0	-134.2	5.281	-185.2	-121.9	-157.3
1.200	64.5	-0.4	-116.0	3.500	-15.2	-68.9	-139.3				
2.000	54.6	-24.2	-124.1	3.500	-15.2	-68.9	-139.3				

Kombinasjon - LK1 Element : 4 Spenninger - 1. orden

Lengde m	σ_o (MPa)	σ_y (MPa)	σ_u (MPa)	Lengde m	σ_o (MPa)	σ_y (MPa)	σ_u (MPa)
0	-10.7	-3.1	4.4	3.000	-6.7	-4.0	-1.3
0.500	-13.2	-3.3	6.7	3.000	-6.7	-4.0	-1.3
0.500	-13.2	-3.3	6.7	3.500	-1.5	-4.2	-6.8
1.150	-14.6	-3.5	7.7	3.500	-1.5	-4.2	-6.8
1.250	-14.7	-3.5	7.7	4.500	12.7	-4.5	-21.6
2.000	-13.2	-3.7	5.7	4.500	12.7	-4.5	-21.6
2.000	-13.2	-3.7	5.7	5.000	21.7	-4.6	-31.0
2.500	-10.6	-3.9	2.8	5.000	21.7	-4.6	-31.0
2.500	-10.6	-3.9	2.8	5.281	27.3	-4.7	-36.8

Kombinasjon - LK1 Element : 4 Deformasjon - 1. orden

Lengde (m)	u (mm)	y (mm)	Lengde (m)	u (mm)	y (mm)	Lengde (m)	u (mm)	y (mm)
0	0.15	-17.12	0.050	0.15	-17.12	5.281	7.14	0.80



Rammeberegning 4.31
GBS data

10 (19)

Prosjekt: GBS Data

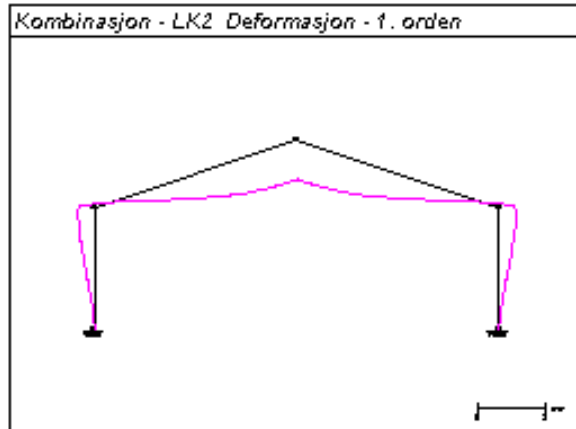
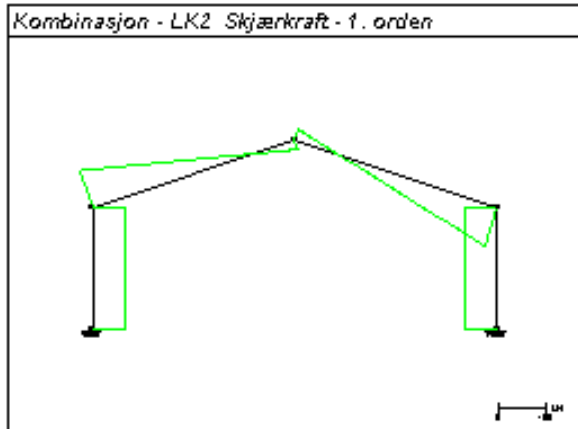
Dato: 2001-11-26

Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM

Firmanavn:



Kombinasjon - LK2 Element : 1 Tverrsnittsverdier - 1. orden

Lengde(m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Lengde(m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
0	93.6	-68.6	-111.7	3.000	-112.1	-68.6	-111.7

Kombinasjon - LK2 Element : 1 Spenninger - 1. orden

Lengde m	σ_c (MPa)	σ_u (MPa)	σ_v (MPa)	Lengde m	σ_c (MPa)	σ_u (MPa)	σ_v (MPa)
0	-17.9	-3.3	11.3	3.000	14.2	-3.3	-20.8

Kombinasjon - LK2 Element : 1 Deformasjon - 1. orden

Lengde(m)	u (mm)	y (mm)	Lengde(m)	u (mm)	y (mm)	Lengde(m)	u (mm)	y (mm)
0	0	0	2.850	-1.89	0.13			
2.050	-1.49	0.04	3.000	-1.87	0.16			

Kombinasjon - LK2 Element : 2 Tverrsnittsverdier - 1. orden

Lengde(m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Lengde(m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
0	-93.5	68.6	-111.7	3.000	112.3	68.6	-111.7

Kombinasjon - LK2 Element : 2 Spenninger - 1. orden

Lengde m	σ_c (MPa)	σ_u (MPa)	σ_v (MPa)	Lengde m	σ_c (MPa)	σ_u (MPa)	σ_v (MPa)
0	11.2	-3.3	-17.9	3.000	-20.8	-3.3	14.2

Kombinasjon - LK2 Element : 2 Deformasjon - 1. orden

Lengde(m)	u (mm)	y (mm)	Lengde(m)	u (mm)	y (mm)	Lengde(m)	u (mm)	y (mm)
0	0	0	2.850	1.98	0.13			
2.050	1.56	0.05	3.000	1.95	0.17			

Kombinasjon - LK2 Element : 3 Tverrsnittsverdier - 1. orden

Lengde(m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Lengde(m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Lengde(m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
0	-112.1	83.7	-100.9	2.000	15.1	43.6	-87.3	3.500	58.0	13.6	-77.1
0.500	-72.8	73.6	-97.5	2.500	34.4	33.6	-83.9	4.200	62.6	-0.4	-72.3
0.500	-72.8	73.6	-97.5	2.500	34.4	33.6	-83.9	5.000	55.8	-16.5	-66.8
1.000	-38.5	63.6	-94.1	3.000	48.7	23.6	-80.5	5.000	55.8	-16.5	-66.8
1.000	-38.5	63.6	-94.1	3.000	48.7	23.6	-80.5	5.281	50.4	-22.1	-64.9
2.000	15.1	43.6	-87.3	3.500	58.0	13.6	-77.1				

Rammeberegning 4.31

11 (19)

Prosjekt: GBS Data

Dato: 2001-11-26

Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM

Firmanavn:

Kombinasjon - LK2 Element : 3 Spenninger - 1. orden

Lengde (m)	σ_c (MPa)	σ_u (MPa)	σ_v (MPa)	Lengde (m)	σ_c (MPa)	σ_u (MPa)	σ_v (MPa)
0	14.5	-3.0	-20.5	3.000	-10.0	-2.4	5.2
0.500	8.4	-2.9	-14.3	3.000	-10.0	-2.4	5.2
0.500	8.4	-2.9	-14.3	4.100	-11.9	-2.2	7.6
1.000	3.2	-2.8	-8.8	4.250	-11.9	-2.1	7.6
1.000	3.2	-2.8	-8.8	4.500	-11.7	-2.1	7.5
2.000	-5.0	-2.6	-0.2	4.500	-11.7	-2.1	7.5
2.000	-5.0	-2.6	-0.2	5.000	-10.7	-2.0	6.7
2.500	-7.9	-2.5	2.9	5.000	-10.7	-2.0	6.7
2.500	-7.9	-2.5	2.9	5.281	-9.8	-1.9	5.9

Kombinasjon - LK2 Element : 3 Deformasjon - 1. orden

Lengde (m)	u (mm)	y (mm)	Lengde (m)	u (mm)	y (mm)	Lengde (m)	u (mm)	y (mm)
0	-1.87	0.16	5.197	0.02	-4.70	5.281	0.02	-4.70

Kombinasjon - LK2 Element : 4 Tverrsnittsverdier - 1. orden

Lengde (m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Lengde (m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Lengde (m)	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
0	50.4	22.1	-64.9	2.500	43.0	-28.0	-82.0	4.500	-53.0	-68.0	-95.6
0.500	59.0	12.1	-68.3	2.500	43.0	-28.0	-82.0	4.500	-53.0	-68.0	-95.6
0.500	59.0	12.1	-68.3	3.000	26.5	-38.0	-85.4	5.000	-89.5	-78.1	-99.0
1.100	62.6	0	-72.4	3.000	26.5	-38.0	-85.4	5.000	-89.5	-78.1	-99.0
2.000	54.5	-18.0	-78.6	3.500	5.0	-48.0	-88.8	5.281	-112.3	-83.7	-100.9
2.000	54.5	-18.0	-78.6	3.500	5.0	-48.0	-88.8				

Kombinasjon - LK2 Element : 4 Spenninger - 1. orden

Lengde (m)	σ_c (MPa)	σ_u (MPa)	σ_v (MPa)	Lengde (m)	σ_c (MPa)	σ_u (MPa)	σ_v (MPa)
0	-9.8	-1.9	5.9	3.000	-6.7	-2.5	1.6
0.500	-11.2	-2.0	7.2	3.000	-6.7	-2.5	1.6
0.500	-11.2	-2.0	7.2	3.500	-3.4	-2.6	-1.9
1.000	-11.9	-2.1	7.6	3.500	-3.4	-2.6	-1.9
1.000	-11.9	-2.1	7.6	4.000	0.6	-2.7	-6.1
1.050	-11.9	-2.1	7.6	4.000	0.6	-2.7	-6.1
1.150	-11.9	-2.2	7.6	4.500	5.4	-2.8	-11.1
2.000	-10.8	-2.3	6.2	4.500	5.4	-2.8	-11.1
2.000	-10.8	-2.3	6.2	5.000	11.0	-2.9	-16.9
2.500	-9.1	-2.4	4.3	5.000	11.0	-2.9	-16.9
2.500	-9.1	-2.4	4.3	5.281	14.5	-3.0	-20.5

Kombinasjon - LK2 Element : 4 Deformasjon - 1. orden

Lengde (m)	u (mm)	y (mm)	Lengde (m)	u (mm)	y (mm)
0	0.02	-4.70	5.281	1.95	0.17

Element: 1 400x600 / C 45**Detaljer**

Endeforhold	Fast	Hengslet	Lastangrepshøyde	Overkant
Sideavstivninger	savnes/Venstre	savnes/Høyre	Knekk lengde	6.00 m

Rammeberegning 4.31

12 (19)

Prosjekt: GBS Data

Dato: 2001-11-26

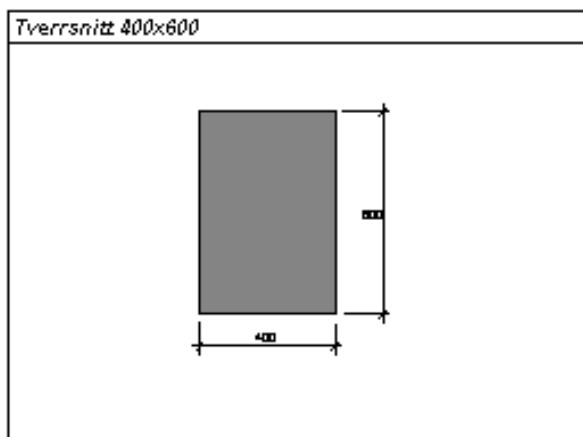
Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\Ramme Docs\Eksempel1.RAM

Firmanavn:

Kombinasjon: LK1



400x600

	A (mm ²): 2.514e5	i_y (mm): 178	z_{ip} (mm): 302
oppsprukke tverrsnitt	i_y (mm ⁴): 7.938e9	i_x (mm ⁴): 117	W_{ya} (mm ³): 2.626e7
L (m): 0.0	i_x (mm ⁴): 3.419e9	y_{ip} (mm): 200	W_{xu} (mm ³): 2.667e7

Kapasitet Element: 1

Momentkapasitet		Skjerkraftkapasitet		Momentkapasitet		Skjerkraftkapasitet	
x_1 (m) - x_2 (m)	M_u (kNm)	x_1 (m) - x_2 (m)	V_u (kN)				
0.00 - 1.35	176.66	0.00 - 0.15	118.73	1.35 - 1.65	173.80	1.65 - 1.95	142.53
1.35 - 3.00	240.14	0.15 - 0.45	121.73	1.95 - 2.25	132.18	2.25 - 2.55	127.54
		0.45 - 0.75	127.26	2.55 - 2.85	124.90	2.85 - 3.00	123.20
		0.75 - 1.05	140.86				
		1.05 - 1.35	196.37				

Kontroll Element: 1

Beregningen utføres etter 1:a ordens teori

Kontroll av knekking i rammeplanet utføres etter NS3473 kap 12.2 og A12.2

Kontroll av knekking ut av rammeplanet utføres etter NS3473 kap 12.2 og A12.2

Momentkapasitet (Dim.snitt $x=0.00$, pos moment)

$$MM_u = 144.28/176.66 = 0.817 < 1$$

Momentkapasitet (Dim.snitt $x=3.00$, neg moment)

$$MM_u = -184.82/240.14 = 0.770 < 1$$

Momentkapasitet (Dim.snitt $x=0.00$, biaksial)

$$M_x/M_{xu} + M_y/M_{yu} = 144.28/176.66 + 3.32/134.03 = 0.841 < 1$$

Momentkapasitet (Dim.snitt $x=0.00$, biaksial slankt)

$$M_x/(M_{xu} - \alpha M_{2y}) + M_y/(M_{yu} - \alpha M_{2x}) = 144.28/(176.66 - 2.79) + 3.32/(134.03 - 0.00) = 0.855 < 1$$

Normalkraftskapasitet (Dim.snitt $x=0.00$, biaksial)

$$\max(N_x/N_{xu} = -165.99/5396.90, N_y/N_{yu} = -165.99/5396.90) = 0.031 < 1$$

Slankhetstall

$$\lambda_{ey}/i_y = 6.00/0.173 = 34.64 < 95.29$$

$$\lambda_{ex}/i_x = 2.40/0.115 = 20.78 < 97.04$$

$$\lambda_{Ny} = 5.41 < 45.00$$

$$\lambda_{Nx} = 3.19 < 45.00$$

Skjerkraftkapasitet (Dim.snitt $x=0.00$)

$$W(V_x + V_y) = 109.70(118.73 + 104.62) = 0.491 < 1$$

Rammeberegning 4.31

13 (19)

© GBS data as

Prosjekt: GBS Data

Dato: 2001-11-26

Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM

Firmanavn:

Tabell - skjær

Snitt (m)	V_r (kN)	$V_{d,tot}$ (kN)	V_{oed} (kN)	V_{od} (kN)	V_{id} (kN)	A_{be} (mm ²)	A_b (mm ²)	A_{bn} (mm ²)	Stegbredde (mm)	d (mm)
0.000	-109.7	223.3	1198.8	118.7	104.6	524	0	408	400	555
0.300	-109.7	226.3	1198.8	121.7	104.6	524	0	408	400	555
0.600	-109.7	231.9	1198.8	127.3	104.6	524	0	408	400	555
0.900	-109.7	245.5	1198.8	140.9	104.6	524	0	408	400	555
1.200	-109.7	301.0	1198.8	196.4	104.6	524	0	408	400	555
1.499	-109.7	286.9	1296.0	173.8	113.1	524	0	408	400	600
1.800	-109.7	247.1	1198.8	142.5	104.6	524	0	408	400	555
2.100	-109.7	236.8	1198.8	132.2	104.6	524	0	408	400	555
2.400	-109.7	232.2	1198.8	127.5	104.6	524	0	408	400	555
2.700	-109.7	229.5	1198.8	124.9	104.6	524	0	408	400	555
3.000	-109.7	227.8	1198.8	123.2	104.6	524	0	408	400	555

Tabell - bøyning

Snitt m	N_r kN	M_r kNm	$M_{d,u,o}$ kNm	σ_{co} MPa	σ_{cu} MPa	σ_{io} MPa	σ_{iu} MPa	$\alpha_{d,u,o}$ mm	$d_{u,o}$ mm	ASoe/ASue mm ²
0.000	-165.99	144.28	176.66	-11.89	42.53	-64.4	316.9	131	555	942/628
0.300	-165.99	111.37	176.66	-9.12	29.26	-51.5	217.5	143	555	942/628
0.600	-165.99	78.46	176.66	-6.27	16.22	-37.8	119.8	167	555	942/628
0.900	-165.99	45.55	176.66	-3.26	4.36	-22.2	31.2	257	555	942/628
1.200	-165.99	12.64	176.66	-1.12	-0.19	-2.2	-2.2	600	555	942/628
1.499	-165.99	-20.15	-240.14	0.11	-1.44	-10.9	-10.9	558	600	942/628
1.800	-165.99	-53.18	-240.14	5.23	-3.74	-25.3	37.6	250	555	942/628
2.100	-165.99	-86.09	-240.14	13.63	-6.29	-39.6	100.1	189	555	942/628
2.400	-165.99	-119.00	-240.14	22.51	-8.74	-52.7	166.2	168	555	942/628
2.700	-165.99	-151.91	-240.14	31.50	-11.15	-65.5	233.3	157	555	942/628
3.000	-165.99	-184.82	-240.14	41.27	-13.83	-84.8	305.7	156	555	942/628

Materiale - C 45

Betongmateriale: C45	Hovedarmering: B500	Bøylearmering: B500
F _{ccd} = 20.00 F _{td} = 1.43	F _{sd} = 400.00 F _{su} = 400.00	F _{sd} = 400.00 F _{su} = 400.00
E _{cd} = 19410	E _{sd} = 160000	E _{sd} = 160000

Rammeberegning 4.31
© GBS data as

14 (19)

Prosjekt: GBS Data

Dato: 2001-11-26

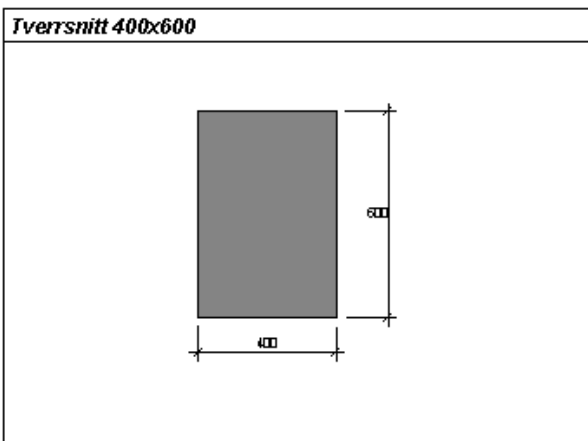
Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1_RAM

Firmanavn:

Kombinasjon: LK2



400x600

	A (mm ²): 2.497e5	i _y (mm): 177	z _p (mm): 302
oppsprukke tverrsnitt	i _y (mm ⁴): 7.831e9	i _z (mm): 116	W _{y0} (mm ³): 2.593e7
L(m): 0.0	i _z (mm ⁴): 3.387e9	y _p (mm): 200	W _{yt} (mm ³): 2.628e7

Kontroll Element: 1

Beregningen utføres etter 1:a ordens teori

Rissvidde kontroll (Dim.snitt x=0.00)

$$w_{ik}/w_d = 0.23/0.60 = 0.38 < 1$$

Resultattabell over rissvidder

Snitt (m)	Beregning enl. stadium	A (m ²)	I (m ⁴)	M _r (kNm)	s _{rm} (mm)	w _{0k} (mm)	w1k (mm)	C1/C2	wd (mm)	w1k/wd
0.000	II	0.060736	0.00108760	63.7	257	0.32	0.23	0.71	0.60	0.38
0.300	II	0.065153	0.00109232	63.7	256	0.18	0.13	0.71	0.60	0.22
0.600	I	0.249715	0.00783074	63.7	-	0.00	0.00	0.71	0.60	0.00
0.900	I	0.249715	0.00783074	63.7	-	0.00	0.00	0.71	0.60	0.00
1.200	I	0.249715	0.00783074	63.7	-	0.00	0.00	0.71	0.60	0.00
1.499	I	0.249715	0.00783074	-64.1	-	0.00	0.00	0.71	0.60	0.00
1.800	I	0.249715	0.00783074	-64.1	-	0.00	0.00	0.71	0.60	0.00
2.100	I	0.249715	0.00783074	-64.1	-	0.00	0.00	0.71	0.60	0.00
2.400	II	0.077201	0.00154635	-64.1	176	0.08	0.06	0.71	0.60	0.09
2.700	II	0.072000	0.00153855	-64.1	176	0.14	0.10	0.71	0.60	0.17
3.000	II	0.068945	0.00153574	-64.1	177	0.21	0.15	0.71	0.60	0.24

Tabell - bøyning

Snitt m	N _r kN	M _r kNm	M _{d u,0} kNm	σ _{co} MPa	σ _{cu} MPa	σ _{io} MPa	σ _{iu} MPa	α _{d u,0} mm	d _{u,0} mm	ASoe/ASue mm ²
0.000	-111.67	93.62	-	-8.23	30.96	-38.0	201.4	126	555	942/628
0.300	-111.67	73.05	-	-6.36	21.50	-30.7	139.5	137	555	942/628
0.600	-111.67	52.47	-	-2.44	1.57	9.1	9.1	365	555	942/628
0.900	-111.67	31.90	-	-1.65	0.77	4.3	4.3	409	555	942/628
1.200	-111.67	11.33	-	-0.87	-0.02	-0.6	-0.6	600	555	942/628

Rammeberegning 4.31

15 (19)

© GBS data as

Prosjekt: GBS Data

Dato: 2001-11-26

Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM

Firmanavn:

Tabell - bøyning

Snitt m	N_r kN	M_r kNm	$M_{d,u,o}$ kNm	$\sigma_{c,o}$ MPa	$\sigma_{c,u}$ MPa	$\sigma_{t,o}$ MPa	$\sigma_{t,u}$ MPa	$\alpha_{d,u,o}$ mm	$d_{u,o}$ mm	ASoe/ASue mm ²
1.499	-111.67	-9.17	-	-0.09	-0.81	-5.4	-5.4	600	555	942/628
1.800	-111.67	-29.82	-	0.70	-1.61	-10.3	-10.3	419	555	942/628
2.100	-111.67	-50.40	-	1.48	-2.40	-15.1	-15.1	371	555	942/628
2.400	-111.67	-70.97	-	14.35	-5.50	-28.9	92.4	166	555	942/628
2.700	-111.67	-91.55	-	20.74	-7.12	-36.1	134.0	153	555	942/628
3.000	-111.67	-112.12	-	27.18	-8.72	-43.3	175.9	146	555	942/628

Materiale - C 45

Betongmateriale: C45

Hovedarmering: B500

Bøylearmering: B500

Fccd = 28.00 Ftd = 2.00

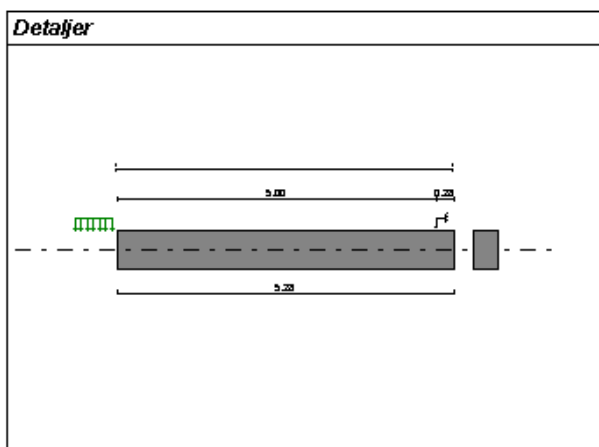
Fsd = 500.00 Fsu = 500.00

Fsd = 400.00 Fsu = 400.00

Ecd = 27836

Esd = 200000

Esd = 160000

Element: 3 400x600 / C 45**Detaljer**

Endeforhold

Hengslet

Hengslet

Lastangrepshøyde

Overkant

Sideavstivninger

savnes

Underkant

iflg. figur

Overkant

Knekk lengde

10.36 m

Rammeberegning 4.31

© GBS data as

16 (19)

Prosjekt: GBS Data

Dato: 2001-11-26

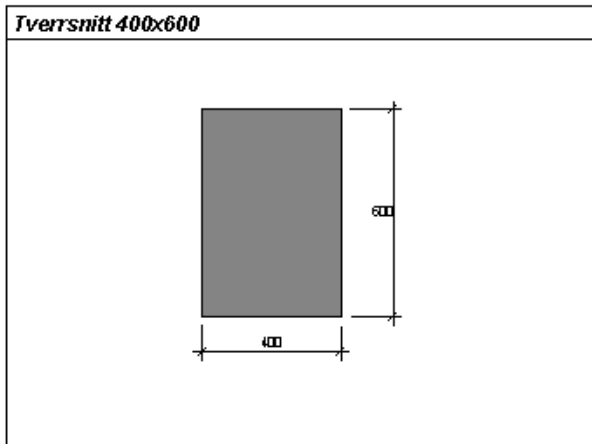
Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM

Firmanavn:

Kombinasjon: LK1



400x600

oppsprukke tverrsnitt	A (mm ²): 2.514e5	i _v (mm): 178	z _p (mm): 302
L(m): 0.0	i _v (mm ⁴): 7.938e9	i _z (mm): 117	W _{v0} (mm ³): 2.626e7
	i _z (mm ⁴): 3.419e9	y _p (mm): 200	W _{yt} (mm ³): 2.667e7

Kapasitet Element: 3

Momentkapasitet		Skjerkraftkapasitet		Momentkapasitet		Skjerkraftkapasitet	
x ₁ (m)-x ₂ (m)	M ₁ (kNm)	x ₁ (m)-x ₂ (m)	V _c (kN)				
0.00 - 0.26	238.01	0.00 - 0.26	123.62	2.38 - 2.90	167.57	2.38 - 2.90	122.37
0.26 - 0.79	236.69	0.26 - 0.79	125.66	2.90 - 3.43	166.18	2.90 - 3.43	113.96
0.79 - 1.32	235.37	0.79 - 1.32	129.85	3.43 - 3.96	164.80	3.43 - 3.96	110.44
1.32 - 1.85	234.05	1.32 - 1.85	143.97	3.96 - 4.49	163.41	3.96 - 4.49	109.17
1.85 - 2.38	168.94	1.85 - 2.38	155.78	4.49 - 5.02	162.03	4.49 - 5.02	98.11
				5.02 - 5.28	160.65	5.02 - 5.28	101.92

Kontroll Element: 3

Beregningen utføres etter 1:a ordens teori

Kontroll av knekking i rammeplanet utføres etter NS3473 kap 12.2 og A12.2

Kontroll av knekking ut av rammeplanet utføres etter NS3473 kap 12.2 og A12.2

Momentkapasitet (Dim.snitt x=4.22 , pos moment)

$$M/M_1 = 64.30/163.41 = 0.393 < 1$$

Momentkapasitet (Dim.snitt x=0.00 , neg moment)

$$M/M_1 = -184.82/-238.01 = 0.777 < 1$$

Momentkapasitet (Dim.snitt x=0.00 , biaksial)

$$M_y/M_{y1} + M_z/M_{z1} = -184.82/-238.01 + 3.15/132.65 = 0.800 < 1$$

Momentkapasitet (Dim.snitt x=0.00 , biaksial slant)

$$M_y/(M_{y1} - dM_{2y}) + M_z/(M_{z1} - dM_{2z}) = -184.82/(-238.01 - 8.15) + 3.15/(132.65 - 0.00) = 0.775 < 1$$

Normalkraftkapasitet (Dim.snitt x=0.00 , biaksial)

$$\max(N_x/N_{x1}, N_y/N_{y1}) = \max(-157.30/-5396.90, N_x/N_{x1} = -157.30/-5396.90) = 0.029 < 1$$

Slankhetstall

$$\lambda_{cy}/i_y = 10.36/0.173 = 59.80 < 95.29$$

$$\lambda_{cz}/i_z = 5.00/0.115 = 43.30 < 97.04$$

$$\lambda_{Ny} = 9.09 < 45.00$$

$$\lambda_{Nz} = 6.46 < 45.00$$

Skjerkraftkapasitet (Dim.snitt x=0.00)

$$V/(V_c+V_s) = 121.84/(123.62 + 106.97) = 0.528 < 1$$

Rammeberegning 4.31
 © GBS data as

17 (19)

Prosjekt: GBS Data

Dato: 2001-11-26

Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM

Firmanavn:

Tabell - skjær

Snitt	V_r	$V_{d,tot}$	$V_{c,d}$	V_{cd}	V_{fd}	$A_{b,s}$	A_b	$A_{b,n}$	Stegbredde	d
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(mm)	(mm)
0.000	121.8	230.6	1198.8	123.6	107.0	535	0	408	400	555
0.528	106.1	232.6	1198.8	125.7	107.0	535	0	408	400	555
1.056	90.4	236.8	1198.8	129.8	107.0	535	0	408	400	555
1.584	74.7	250.9	1198.8	144.0	107.0	535	0	408	400	555
2.112	59.0	262.8	1198.8	155.8	107.0	535	0	408	400	555
2.641	43.2	229.3	1198.8	122.4	107.0	535	0	408	400	555
3.169	27.5	220.9	1198.8	114.0	107.0	535	0	408	400	555
3.697	11.8	217.4	1198.8	110.4	107.0	535	0	408	400	555
4.225	-3.9	216.1	1198.8	109.2	107.0	535	0	408	400	555
4.753	-19.6	205.1	1198.8	98.1	107.0	535	0	408	400	555
5.281	-35.3	208.9	1198.8	101.9	107.0	535	0	408	400	555

Tabell - bøyning

Snitt	N_r	M_r	$M_{d,u,o}$	σ_{co}	σ_{cu}	σ_{io}	σ_{iu}	$\alpha_{d,u,o}$	$d_{u,o}$	ASoe/ASue
m	kN	kNm	kNm	MPa	MPa	MPa	MPa	mm	mm	mm ²
0.000	-157.30	-184.82	-238.01	41.79	-13.82	-84.3	309.7	154	555	942/628
0.528	-151.95	-124.64	-236.69	24.88	-9.15	-54.4	184.1	161	555	942/628
1.056	-146.61	-72.74	-235.37	11.17	-5.31	-33.6	81.9	193	555	942/628
1.584	-141.26	-29.15	-234.05	0.54	-1.68	-12.5	-12.5	454	555	942/628
2.112	-135.92	6.14	168.94	-0.76	-0.32	-2.9	-2.9	600	555	942/628
2.641	-130.57	33.13	167.57	-2.31	2.66	-16.0	18.9	279	555	942/628
3.169	-125.23	51.82	166.18	-4.07	9.40	-25.3	69.2	181	555	942/628
3.697	-119.88	62.22	164.80	-5.02	13.89	-29.7	102.8	159	555	942/628
4.225	-114.54	64.30	163.41	-5.22	15.19	-30.4	112.6	153	555	942/628
4.753	-109.20	58.09	162.03	-4.70	13.21	-27.6	97.8	157	555	942/628
5.281	-103.85	43.57	160.65	-3.43	8.03	-21.2	59.1	180	555	942/628

Materiale - C 45

Betongmateriale: C45

Hovedarmering: B500

Bøylearmering: B500

F_{ccd} = 20.00 F_{td} = 1.43F_{sd} = 400.00 F_{su} = 400.00F_{sd} = 400.00 F_{su} = 400.00E_{cd} = 19410E_{sd} = 160000E_{sd} = 160000

Rammeberegning 4.31

© GBS data as

18 (19)

Prosjekt: GBS Data

Dato: 2001-11-26

Utført av:

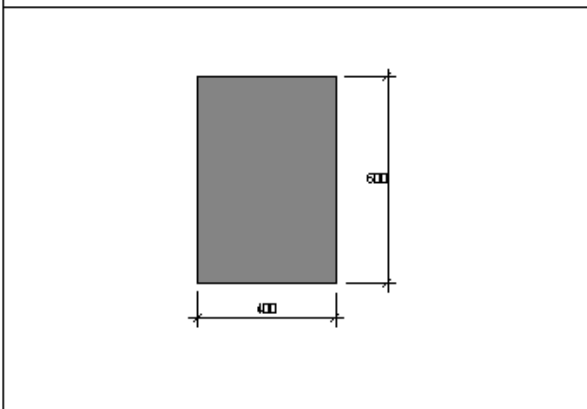
Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM

Firmanavn:

Kombinasjon: LK2

Tverrsnitt 400x600



400x600

oppsprukke tverrsnitt	A (mm ²): 2.497e5	i _y (mm): 177	z _p (mm): 302
L(m): 0.0	i _y (mm ⁴): 7.831 e9	i _z (mm): 116	W _{y0} (mm ³): 2.593e7
	i _z (mm ⁴): 3.387 e9	y _p (mm): 200	W _{yt} (mm ³): 2.628e7

Kontroll Element: 3

Beregningen utføres etter 1:a ordens teori

Rissvidde kontroll (Dim.snitt x=0.00)

$$w_{yk}/w_d = 0.15/0.60 = 0.25 < 1$$

Resultattabell over rissvidder

Snitt (m)	Beregning enl. stadium	A (m ²)	I (m ⁴)	M _r (kNm)	s _{rm} (mm)	w _{0k} (mm)	w1k (mm)	C1/C2	wd (mm)	w1k/wd
0.000	II	0.067683	0.00153491	-63.0	177	0.21	0.15	0.71	0.60	0.25
0.528	II	0.074225	0.00154138	-62.6	176	0.09	0.06	0.71	0.60	0.10
1.056	I	0.249715	0.00783074	-62.2	-	0.00	0.00	0.71	0.60	0.00
1.584	I	0.249715	0.00783074	-61.9	-	0.00	0.00	0.71	0.60	0.00
2.112	I	0.249715	0.00783074	61.0	-	0.00	0.00	0.71	0.60	0.00
2.641	I	0.249715	0.00783074	60.6	-	0.00	0.00	0.71	0.60	0.00
3.169	I	0.249715	0.00783074	60.3	-	0.00	0.00	0.71	0.60	0.00
3.697	II	0.061526	0.00108827	59.9	257	0.14	0.10	0.71	0.60	0.17
4.225	II	0.060235	0.00108722	59.5	257	0.16	0.11	0.71	0.60	0.19
4.753	II	0.060275	0.00108725	59.1	257	0.14	0.10	0.71	0.60	0.17
5.281	I	0.249715	0.00783074	58.7	-	0.00	0.00	0.71	0.60	0.00

Tabell - bøyning

Snitt m	N _r kN	M _r kNm	M _{d u,o} kNm	σ _{co} MPa	σ _{cu} MPa	σ _{io} MPa	σ _{iu} MPa	α _{d u,o} mm	d _{u,o} mm	ASoe/ASue mm ²
0.000	-100.88	-112.12	-	27.95	-8.71	-42.8	181.0	143	555	942/628
0.528	-97.28	-70.74	-	15.26	-5.50	-28.3	98.5	159	555	942/628
1.056	-93.69	-34.94	-	0.96	-1.73	-11.0	-11.0	386	555	942/628
1.584	-90.09	-4.73	-	-0.17	-0.55	-3.7	-3.7	600	555	942/628
2.112	-86.50	19.91	-	-1.10	0.41	2.2	2.2	435	555	942/628

Rammeberegning 4.31

19 (19)

© GBS data as

Prosjekt: GBS Data

Dato: 2001-11-26

Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel1.RAM

Firmanavn:

Tabell - bøyning

Snitt m	N_r kN	M_r kNm	$M_{d,u,o}$ kNm	σ_{co} MPa	σ_{cu} MPa	σ_{io} MPa	σ_{iu} MPa	$\alpha_{d,u,o}$ mm	$d_{u,o}$ mm	ASoe/ASue mm ²
2.641	-82.90	38.95	-	-1.81	1.16	6.8	6.8	365	555	942/628
3.169	-79.31	52.41	-	-2.31	1.70	10.0	10.0	346	555	942/628
3.697	-75.71	60.30	-	-5.29	19.53	-24.7	126.9	128	555	942/628
4.225	-72.12	62.59	-	-5.51	20.98	-25.3	136.5	125	555	942/628
4.753	-68.52	59.30	-	-5.22	19.86	-24.0	129.2	125	555	942/628
5.281	-64.93	50.43	-	-2.17	1.68	10.0	10.0	338	555	942/628

Materiale - C 45

Betongmateriale: C45

Hovedarmering: B500

Bøylearmering: B500

F_{cd} = 28.00 F_{td} = 2.00F_{sd} = 500.00 F_{su} = 500.00F_{sd} = 400.00 F_{su} = 400.00E_{cd} = 27836E_{sd} = 200000E_{sd} = 160000

7 Henvisninger

Referanser

1. G-PROG Ramme Statikk, Brukerveiledning

8 Ordforklaringer

Valgte elementer

Elementer som skal dimensjoneres. (Markert med blått innrammet elementnummer)

Aktivt element

Aktivt element for dimensjonering. (Markert med blått innrammet skravert elementnummer)

9 Indeks

A

Aktivt element 11–19, 12, 14, 16, 17, 18
armering 1, 5, 6, 12, 16, 26, 29

B

Begrensninger 1
Beregne 10, 22, 28
Beregning 28
bøyer 27

D

deformasjonsvalg 10
Deformasjonsvalg 10
Detaljer 10
Dialogbokser 5, 23
dimensjonering 5, 8, 21, 22, 23, 27, 31
Dimensjonering 31

E

Eksempler 31
Element 7
Endeavstivning 21
Endeforhold 8, 21

F

Fargevalg 21
Fil 6, 22

G

Grafisk arbeidsområde 20

H

Hjelp 20

I

Inndata i Dimensjoneringsmodus 7
Inndata i Geotrimodus 6

Introduksjon 1

K

Kapasitet 11–15, 13, 22
Knekk lengde 21
Kontroll 11–19, 13, 21

L

Lastkombinasjoner 11, 21–22

M

Markering 14
Materiale 5, 11
Menyer 6
Metoder 21
Mus 7

N

NS 3473 1, 5, 14

P

Programoppbygning 5

R

Resultat 11
riss 27

S

Sideavstivning 8
skjær 28
Skriv ut 22
Skrive ut resultater 22
Spenningskontroll 25
Standardavhengig 5, 21
Standarder 5, 21
Statisk analyse 5

T

Teori 5
Tverravstivning 13
Tverrsnittsverdier 11
Tverrsnittsverdier 12

U

Utføre dimensjonering 21
Utføre statisk analyse 21
Utnyttelsesgrad 11–15, 22
Utnyttelsesgrad farger 14
Utnyttelsesgrad tabell 15, 17, 18, 19
Utskriftvalg 22

V

Valg 19

Valgte elementer 15–19, 15

Velg kombinasjon 7

Vindu 20

Vis 6