

# Brukerdokumentasjon Tredimensjonering

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

Norconsult Informasjonssystemer AS  
VESTFJORDGATEN 4  
1338 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

© Copyright 1997-2008

**Merk!**

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

# Innholdsfortegnelse

<b>1. Introduksjon</b>	<b>3</b>
Generelt .....	3
Begrensninger .....	3
<b>2. Revisjoner</b>	<b>4</b>
Versjon 6.0.....	4
Ny funksjonalitet .....	4
Versjon 5.3.....	4
Versjon 5.2.....	4
Versjon 5.0.....	4
Versjon 4.4.....	4
Versjon 4.39.....	4
Versjon 4.30.....	4
Versjon 4.20.....	4
Versjon 4.10.....	4
Versjon 4.0.....	5
Versjon 3.34.....	5
<b>3. Programoppbygning</b>	<b>6</b>
Generelt .....	6
Menyer.....	7
Generelt .....	7
Fil .....	7
Vis .....	7
Inndata i Geotrimodus .....	7
Inndata i Dimensjoneringsmodus .....	7
Beregning .....	11
Resultat.....	12
Valg .....	16
Vindu.....	16
Hjelp .....	16
Grafisk arbeidsområde.....	17
<b>4. Metoder</b>	<b>18</b>
Generelt .....	18
Utføre statistisk analyse.....	18
Utføre dimensjonering .....	18
Skrive ut resultater .....	19
<b>5. Teori</b>	<b>20</b>
Generelt .....	20
Fortegnsregler .....	20
Standarder.....	20
Profiler.....	20
Generelt .....	20
Dimensjonering .....	20

Trevirke (gran og furu) .....	20
Limtre .....	21
Dimensjoneringsgrunnlag .....	22
Grensetilstander .....	22
Temperaturutvidelseskoeffisient .....	23
Dimensjonerende lastvirkninger .....	23
Dimensjonerende materialfasthet og kapasitet .....	23
Materialkoeffisient .....	23
Høydefaktor $k_h$ .....	24
Lastvarighet .....	24
Materialegenskaper .....	26
Klimaklasser .....	26
Fasthetsklasser .....	26
Fasthetsfaktor og lastvarighet og klimaklasse .....	27
Deformasjonsfaktor og lastvarighet og klimaklasse .....	29
Spesielt for limtre .....	29
Spesielt for Kerto – bjelken .....	30
Bruddgrense .....	31
Strekk i fiberretningen .....	31
Trykk i fiberretningen .....	31
Bøyning .....	32
Skjær .....	32
Knekking .....	32
Kontroll av knekking og vipping .....	33
Kombinasjon av spenninger .....	36
Bruksgrense .....	37
Generelt .....	37
Deformasjoner .....	37
Inndata .....	37
Resultater .....	38
<b>6. Eksempler</b> .....	<b>39</b>
Eksempel 1 .....	39
<b>7. Henvisninger</b> .....	<b>60</b>
Referanser .....	60
<b>8. Ordforklaringer</b> .....	<b>61</b>
<b>9. Indeks</b> .....	<b>62</b>

# 1. Introduksjon

## Generelt

Med programmet G-PROG Ramme Tredimensjonering kan du dimensjonere kontinuerlige bjelker og rammekonstruksjoner i tre og limtre etter NS 3470-1 5. utgave juli 1999.

Programmet utfører de fleste kontroller som standarden krever for slike konstruksjoner.

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

Denne brukerdokumentasjonen omhandler kun tredimensjoneringsprogrammet mens Statikkprogrammet er dokumentert for seg [3].

## 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
- Avstivninger dimensjoneres ikke
- S sammensatte tverrsnitt dimensjoneres ikke

## 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 4.39

- Diverse mindre justeringer i Ståldimensjonering og statikk.

### Versjon 4.30

- Ramme Betongdimensjonering inkludert.

### Versjon 4.20

- Ny forbedret utskriftsfunksjon og utskriftslayout
- Lage egne utskriftsmaler

### Versjon 4.10

- NS 3470-1 5.Utgave Juli 1999.

- Ingen store endringer.
- Enkelte nye dialogbokser.

## Versjon 4.0

- Programmet har fått et nytt brukergrensesnitt.
- Programmet har fått en rekke nye og endrete funksjoner.
- Brukerveiledningen er endret i henhold til dette.

## Versjon 3.34

- Ingen revisjoner.
- Dette er første utgitte versjon.

# 3. Programoppbygning

## Generelt

Tredimensjonering 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 kapittelet beskriver alle endringer og tillegg i G-PROG Ramme som har relevanse for Tredimensjonering.

### **Standardavhengig**

For at dimensjonering etter NS 3470 skal være mulig må valget Standardavhengig velges. Dette gjøres i dialogboksen Standarder

. Se [3].

### **Tverrsnitt / materialelegenskaper**

Velg et tverrsnitt / materiale som kan dimensjoneres. Dette gjøres i dialogboksen Tverrsnitt. Se [3].

### **Attributter**

Endre data for dimensjonering av trekonstruksjoner i dialogboksen Treattributter. Se [3].

### **Statisk analyse**

Utfør statistisk analyse etter 1.- eller 2. ordens teori. Dimensjoneringen vil ta hensyn til valgt dette.

Se kapittelet Teori på side 20 for mer informasjon.

### **Dimensjonering**

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

Elementer som kan dimensjoneres markeres med blått.

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



# Menyer

## Generelt

Her beskriver bare de menyer som berører tredimensjonering spesielt. Se forøvrig [3].

## Fil

Dette menyvalget er likt i alle modii.

## Vis

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

## Inndata i Geometrimodus

Dette menyvalget er beskrevet i dokumentasjonen for G-PROG Ramme Statikk. Dette gjelder også valget Treattributt.

## Inndata i Dimensjoneringsmodus

*Redigering av inndata*



## **Element**

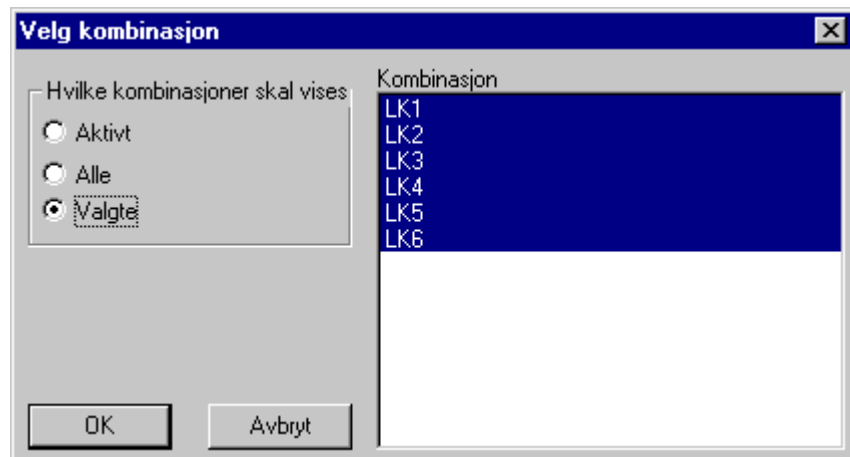
Viser dialogboksen **Element** som brukes for å velge hvilke staver som skal være aktive (dvs. beregnes og vises) i dimensjoneringsfasen.

*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**

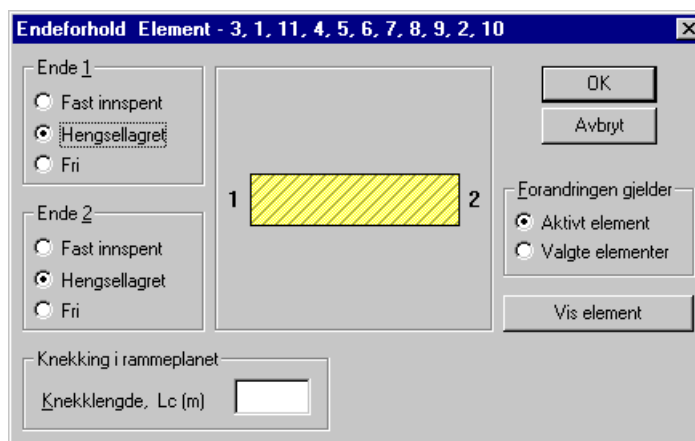
Viser dialogboksen **Velg Kombinasjon** som brukes for å velge hvilke kombinasjoner som skal inngå i dimensjoneringen.

*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 knekklemd.



Dialogboksen Endeforhold

Dialogboksen brukes til å beskrive elementenes endeforhold og knekklingder.

1. Endeforholdene har betydning for knekking ut av XY-planet og for vipping. Standard endeforhold er hengsellagret i begge ender unntatt for utkragede elementer som er frie i den frie enden og innspekte i den andre. Hengsellagret betyr at elementet er leddlagret mhp knekking og gaffellagret mhp vipping.
2. Knekklingden er elementets knekklingde i XY-planet. Denne benyttes kun for dimensjonering av trykte staver når statikken er beregnet med 1. ordens teori.
3. 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.

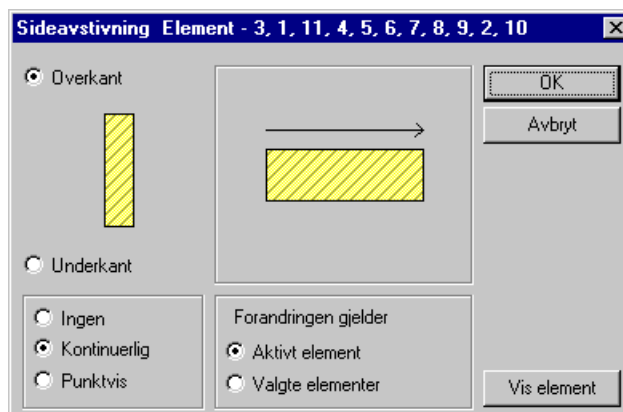
### Endeavstivninger

Viser dialogboksen **Endeavstivninger** hvor du kan gi inn stavens endeavstivninger.

Endeavstivninger er ikke aktuelt for tredimensjonering.

### 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 hverfor seg eller med en senteravstand.

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.

### Tverravstivning

Viser dialogboksen **Tverravstivning** hvor du kan gi inn tverravstivningene langs staven.

Tverravstivninger er ikke aktuelt for tredimensjonering.

### Lastangrepshøyde

Viser dialogboksen **Lastangrepshøyde** hvor du kan definere hvor i tverrsnittet lasten angriper.

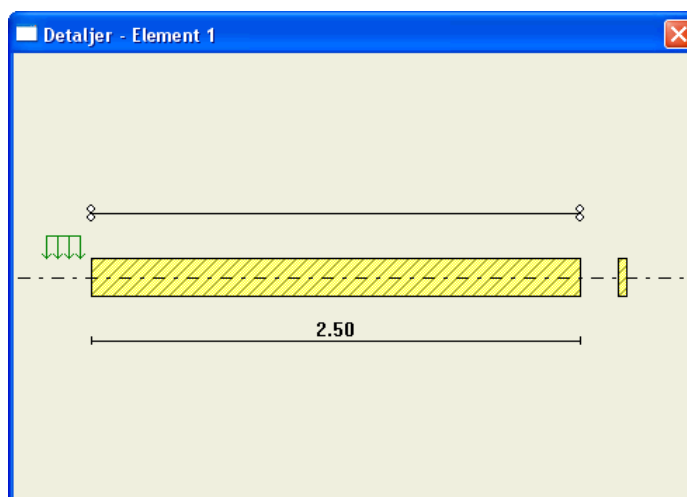


Dialogboksen Lastangrepshøyde

I dialogboksen Lastangrepshøyde kan du definere hvor i tverrsnittet lasten angriper. Dette har betydning i vippingsberegningen.

### Detaljer

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

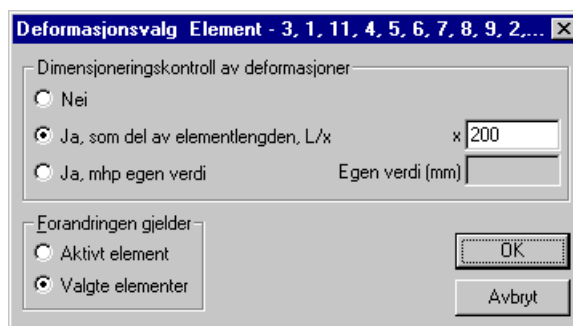


Vinduet Detaljer

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 farver**. Se side 15

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

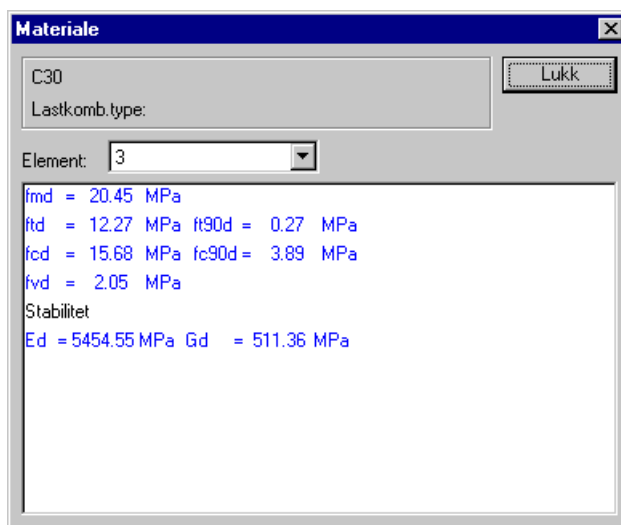
- Materiale
- Tverrsnittsverdier
- Kapasitet
- Kontroll
- Utnyttelsesgrad



### Materiale

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

### Materialegenskaper



Dialogboksen *Materiale*

Viser dimensjonerende materialegenskaper for aktivt element utfra valgt lastkombinasjon. Vha. listboksen kan du også se materialegenskapene for andre elementer.

NB! Dimensjonerende materialegenskaper er avhengig av lastvarighetsklasser. [5] pkt.11.1.3 og 11.2.5.

### Informasjon

C30 = Tre fasthetsklasse

Lastkomb type= Angir om materialfaktor inngår (brudd) eller ikke (bruks)

$f_{md}$  = dimensjonerende materialfasthet for bøyning ( $f_m/\gamma_M$ )

$f_{td}$  = dimensjonerende materialfasthet for strekk ( $f_t/\gamma_M$ )

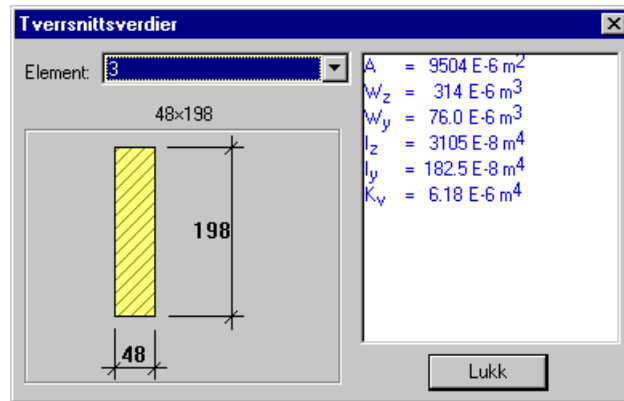
$f_{td90d}$  = dimensjonerende materialfasthet for strekk tverrs fiberretningen ( $f_{t90}/\gamma_M$ )

$f_{cd}$	=	dimensjonerende materialfasthet for trykk ( $f_c/\gamma_M$ )
$f_{c90d}$	=	dimensjonerende materialfasthet for trykk tverrs fiberretningen ( $f_{c90}/\gamma_M$ )
$f_{vd}$	=	dimensjonerende skjærfasthet ( $f_v/\gamma_M$ )
$E_d$	=	dimensjonerende E-modul ( $E/\gamma_M$ )
$E_{90d}$	=	dimensjonerende E-modul tverrs fiberretningen ( $E_{90}/\gamma_M$ )
$G_d$	=	dimensjonerende G-modul ( $G/\gamma_M$ )

### Tverrsnittsverdier

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

Tverrsnittsverdier



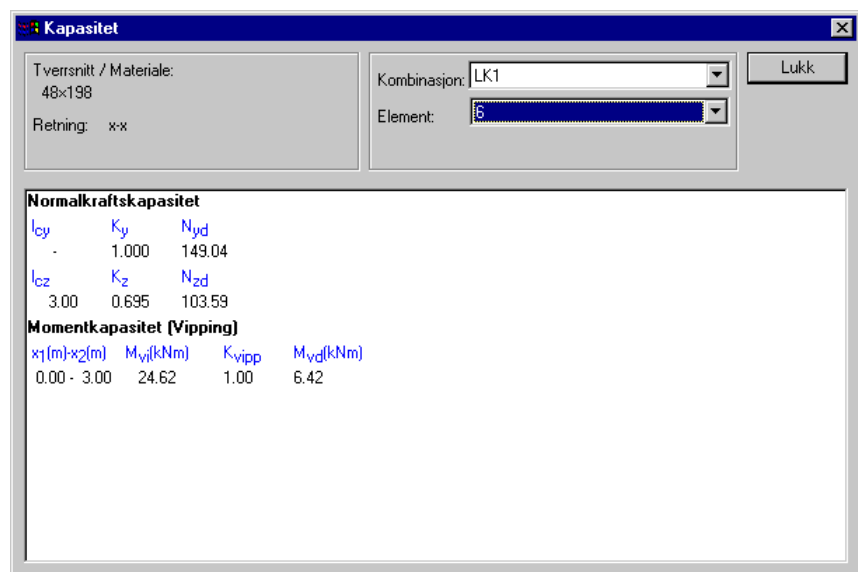
Dialogboksen Tverrsnittsverdier

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

### Kapasitet

Viser dialogboksen **Kapasitet** som gir kapasitet for aktivt element.

Kapasitet



Dialogboksen Kapasitet

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

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

### Element

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

### Kombinasjon

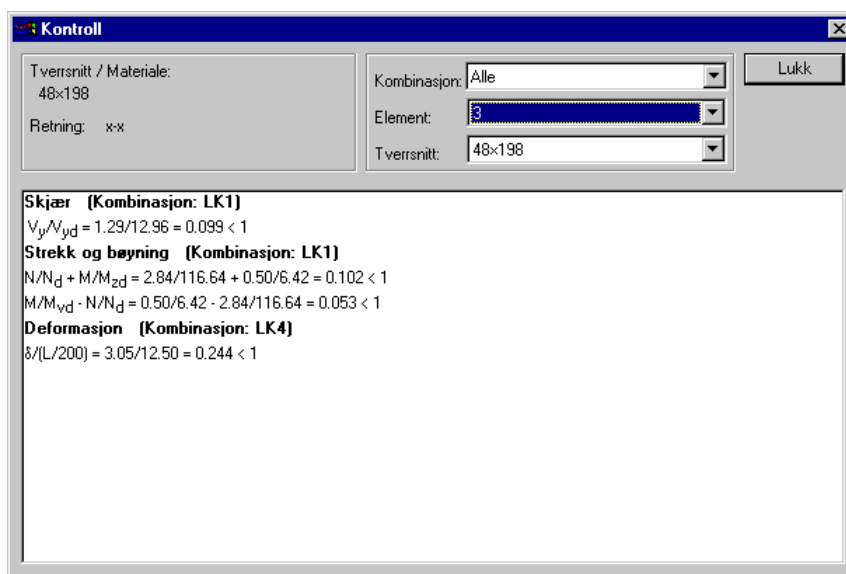
Hvis du vil kontrollere andre kombinasjoner, velg disse i listboksen

### 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 3470. Hva som vises i dialogboksen er avhengig av tverrsnittstype, tverrsnittsklasse, belastning samt eventuell sideavstivning og tverravstivning.

### 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

Hvis du vil prøve et annet tverrsnitt, f.eks. hvis det opprinnelige ikke holder, velg nytt tverrsnitt i listboksen **Tverrsnitt**.

Merk at en del kontroller, bl.a. vipping, også benytter data fra statikkberegningen, som ikke er endret. Videre vil endrete stivhetsforhold i de fleste tilfeller føre til andre snittkrefter. Dette betyr at endringer av tverrsnittet kun gir veiledende informasjon, og at en korrekt dimensjonering forutsetter at også statikken beregnes etter at tverrsnittet er forandret.

### 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 farver

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

*Farvevalg for visning av resultater*

*Dialogboksen Farvevalg*

Dialogboksen gir mulighet for oppsett av farver 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 farve vil utnyttelser 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*

Element	Utnyttelsesgrad
7	0.786
10	0.786
11	0.747
6	0.539
2	0.355
1	0.355
4	0.279
8	0.244
3	0.244
9	0.201
5	0.201

*Dialogboksen Utnyttelsesgrad*

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

## Tabell -bøyning -skjær –rissdata og interaksjondiagram

Dialogboksene gjelder kun for dimensjonering av betongtverrsnitt. Se egen brukerdokumentasjon for dette

### Valg

Valg



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

#### Sideavstivning

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.

#### Detaljert

Når dette valget er aktivert vises hele rammen med trevirke i målestokk.

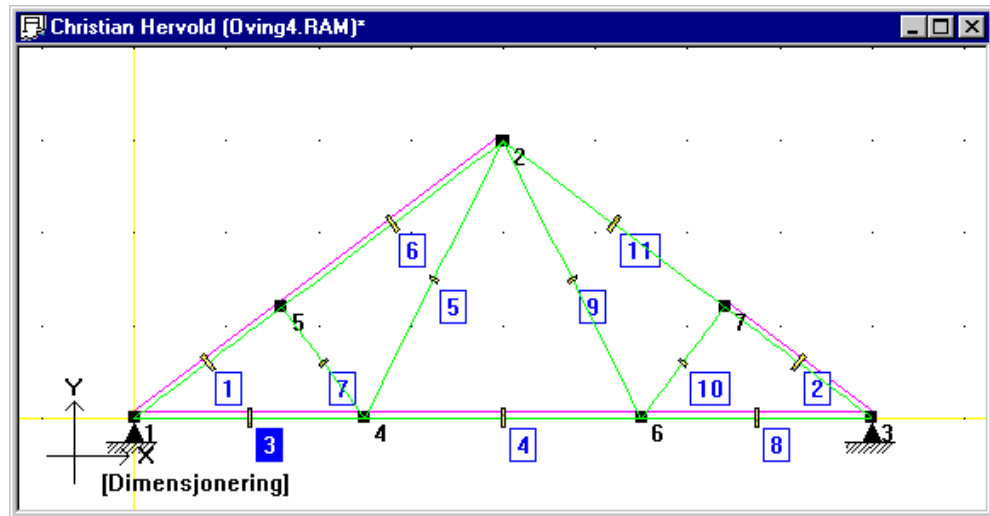
### Vindu

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



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 39.

## Utføre statistisk analyse

Utfør statistisk analyse slik som beskrevet i [3].

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

## 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 listen **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 relevante data om innspenningsforhold og knekk lengde i rammeplanet hvis du har utført 1. ordens analyse, for aktuelle elementer i dialogboksen **Endeforhold**. Aktiveres fra menyen **Inndata**. Se side 8
6. Gi inn data for sideavstaging og eventuelt endre lastangrepspunkt for de elementer som skal dimensjoneres i dialogboksen **Detaljer** som aktiveres fra menyen **Inndata**. Se side 8.
7. Sett opp farvevalg i dialogboksen **Utnyttelsesgrad farver** for å få ønsket visuell kontroll. Aktiveres fra menyen **Resultater**. Se side 12.

8. Hvis lastkombinasjonen er en bruksgrense kombinasjon, må du sette opp dimensjoneringskriterium for deformasjoner i dialogboksen **Deformasjonsvalg**. Se side 11.
9. Utfør dimensjonering. Velg **Beregne** på menyen.
10. Du får nå umiddelbar visuell kontroll av resultatet ved at elementene som er dimensjonert blir fargelagt slik du har satt det opp under pkt. 7. Standard er 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 12.
11. Hvis noen elementer ikke holder, endre eventuelt disse 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.
2. Skriv ut resultater fra dialogboksen Skriv ut som aktiveres fra Fil-menyen.
3. Lagre data. Velg **Lagre** på **Fil-menyen** i **Hovedvinduet**.

# 5. Teori

## Generelt

Tredimensjonering er en del av G-PROG Ramme, og data hentes dels fra statikkberegningen, dels fra egne dialogbokser. Beregningen følger norsk standard NS3470.

## Fortegnsregler

### Dimensjonering

G-PROG Ramme Tredimensjonering og Ståldimensjonering følger de samme fortegnsregler.

Se beskrivelse av disse i dokumentasjonen for G-PROG Ramme og Ståldimensjonering

## Standarder

Beregningen utføres iht. NS 3470-1 5. utg. juli 1999.

## Profiler

### Generelt

Programmet kan operere med standardiserte- og brukerdefinerte tverrsnitt. Dette gjelder både for massivt tretverrsnitt, sammensatte tverrsnitt og for limtre.

### Dimensjonering

Kun standardprofiler dimensjoneres.

Dvs. at egendefinerte sammensatte tverrsnitt kun kan brukes i statikkberegningen.

### Trevirke (gran og furu)

NS 3079 gir følgende tabell for standard tverrsnittsdimensjoner for trevirke.

Skurlast	Justert skurlast	Høvellast
----------	------------------	-----------

Skurlast		Justert skurlast		Høvellast	
Tykkelse [mm]	Bredde [mm]	Tykkelse [mm]	Bredde [mm]	Tykkelse [mm]	Bredde [mm]
13				9	9
16				12	12
19				15	15
22				18	18
25	25	23		21	21
32		30		28	28
38	38	36	36	34	34
44		42			
50	50	48	48	45	45
63	63	61	61	58	58
75	75	73	73		70
100	100	98	98		95
	115		113		110
	125		123		120
	140				135
	150		148		145
	175		173		170
	200		198		195
	225		223		220

Tabell 1 Tverrsnittdimensjoner for trevirke

Programmet inneholder en database for disse.

## Limtre

Limtreprodusenten SPLITKON leverer følgende limtrebjelker som standard basert på lamellhøyde på 40 mm.

Høyde [mm]	Bredde [mm]							
	80	100	120	140	160	180	200	220
100								
120								
140								
160								
200								
240								
280								

	Bredde [mm]							
320	■	■	■	■	■	■	■	■
360	■	■	■	■	■	■	■	■
400	■	■	■	■	■	■	■	■
440	■	■	■	■	■	■	■	■
480	■	■	■	■	■	■	■	■
520	■	■	■	■	■	■	■	■
560	■	■	■	■	■	■	■	■
600	■	■	■	■	■	■	■	■
640	■	■	■	■	■	■	■	■
680	■	■	■	■	■	■	■	■
720	■	■	■	■	■	■	■	■
760	■	■	■	■	■	■	■	■
800	■	■	■	■	■	■	■	■
840	■	■	■	■	■	■	■	■
880	■	■	■	■	■	■	■	■
920	■	■	■	■	■	■	■	■
960	■	■	■	■	■	■	■	■
1000	■	■	■	■	■	■	■	■
1040	■	■	■	■	■	■	■	■
1080	■	■	■	■	■	■	■	■
1120	■	■	■	■	■	■	■	■
1160	■	■	■	■	■	■	■	■
1200	■	■	■	■	■	■	■	■
1240	■	■	■	■	■	■	■	■
1280	■	■	■	■	■	■	■	■
1320	■	■	■	■	■	■	■	■
	■	= Produseres på bestilling						
	■	= Lagervare						

Tabell 2 Tverrsnittsdimensjoner for limtre

Programmet inneholder en database for disse.

## Dimensjoneringsgrunnlag

### Grensetilstander

Gitt i [5] pkt. 10.2

Følgende grensetilstander skal kontrolleres

- Bruddgrense



- Bruksgrense
- (Ulykkesgrense)

#### I brudd- og ulykkesgrensetilstand kontrolleres

- Bøyemoment
- Aksialkraft
- Skjærkraft
- Kombinasjoner av ovennevnte

#### I bruksgrensetilstand kontrolleres

- Deformasjoner

## Temperaturutvidelseskoeffisient

I fiberretningen:  $\alpha = 0,005 \text{ mm/mK}$

På tvers av fiber:  $= 0,04 \text{ mm/mK}$

## Dimensjonerende lastvirkninger

Gitt i [5] pkt. 10.3

Dimensjonerende lastvirkning for alle grensetilstander er den mest ugunstigste iht. NS 3491-x, og lastfaktorer i samsvar med NS 3490

MERKNAD Inntil NS 3490 og NS 3491 foreligger, kan NS 3479 benyttes. For variable laster skal det forutsettes 50-års returperiode, med mindre andre gjeldende lastforskrifter angir annen returperiode.

## Dimensjonerende materialfasthet og kapasitet

Dimensjonerende materialfasthet  $R_d$  bestemmes ut fra karakteristisk fasthet  $R_k$ .

Se side 26.

$$R_d = R_k \frac{k_{\text{mod}} \cdot k_{ls}}{\gamma_M}$$

hvor  $\gamma_M$  = materialkoeffisient (Se neste avsnitt)

$k_{\text{mod}}$  = faktor avhengig av belastningsvarighet og trevirkets fuktinnhold

$k_{ls}$  = faktor bestemt av lastfordelingen

## Materialkoeffisient

[5] pkt. 10.4

### Bruddgrense

$$\gamma_M = \gamma_1 \cdot \gamma_2$$

hvor	$\gamma_1$	= 1,1	For materialer som er NS-merket eller sertifisert
		= 1,2	For materialer med dokumenterte kapasiteter
	$\gamma_2$	= 1,0	Utvidet kontroll, enklere konstruksjoner
		= 1,1	Normal kontroll

Standard materialfaktor settes til:

$$\gamma_M = 1,2 \cdot 1,1 = 1,32$$

### Bruks- og ulykkesgrense

$$\gamma_M = 1,0$$

## Høydefaktor $k_h$

[5] pkt. 11.1.2

For massivt trevirke, **ikke limtre**, korrigeres bøy- og strekkfastheter med:

$$1.0 \leq k_h = \left( \frac{150}{h} \right)^{0,2} \leq 1.3$$

Når tverrsnittshøyden, h er mellom 40 og 150 mm.

Utregnet:

h[mm]	≤40	48	63	73	98	123	148	≥150
$k_h$	1,30	1,26	1,19	1,15	1,09	1,04	1,0	1,0

Tabell 3 Høydefaktor

For limtre settes  $k_h = 1,0$

## Lastvarighet

[5] pkt. 11.1.3

Ved beregning av fastheter, kapasitet og stivhet skal laster klassifiseres etter varighet, i klassene P, A, B, C og I etter Tabell 4.

Klasse	Varighet	Typiske lasttyper
P	Mer enn 10 år	- egenlast, vanntrykk og jordtrykk
A	6 mnd til 10 år	- nyttelast i vanlige konstruksjoner
B	1 uke til 6 mnd	- snølast - større personlaster - utvendig nyttelast - temperaturlast - bevegelig last på kranbaner
C	Mindre enn 1 uke	- vindlast - støt og rystelser

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- nyttelast på provisoriske konstruksjoner</li> <li>- tilfeldig personlast på gulv og tak</li> <li>- bevegelig last på bruer</li> </ul>
I	Øyeblikkslast	- ulykkeslast

Tabell 4 Lastvarighetsklasser

Lastklassene brukes ved bestemmelse av faktorene **Fasthetsfaktor for lastvarighet og fuktighet** og **Deformasjonsfaktor for lastvarighet og fuktighet**. Se hhv. side 27 og 29.

# Materialelegenskaper

## Klimaklasser

[5] pkt.11.1.4

Konstruksjoner i tre klassifiseres i klimaklasser etter Tabell 5.

	Klimaklasse		
	1	2	3
Relativ luftfuktighet (RF)	$RF < 65\%$	$65\% \leq RF \leq 85\%$	$RF > 85\%$
Omtrent fuktighet i gran og furu	$\omega < 12\%$	$12\% \leq \omega \leq 20\%$	$\omega > 20\%$

Tabell 5 Fuktighetsklasser

### Klasse 1

- bærende elementer innendørs i rom som vanligvis er oppvarmet
- loftsbelte og bærende takkonstruksjoner i kalde luftede loftsrom
- yttervegger i vanlige bygg

### Klasse 2

- bærende elementer innendørs i bygg som ikke er oppvarmet, men ventilert
- konstruksjoner i lokaler med ikke fuktavgivende virksomhet eller lagring
- konstruksjoner i friluft beskyttet av regn og vann

### Klasse 3

- konstruksjoner som ikke er beskyttet mot regn og vann
- konstruksjoner som er i direkte kontakt med terreng

MERKNAD Bare i unntakstilfeller anses tildekte konstruksjoner å tilhøre klimaklasse 3.

Klimaklassene er brukerstyrte i programmet.

## Fasthetsklasser

[5] pkt. 11.2.4 gir følgende tabell for fasthetsegenskaper. (Verdier i N/mm<sup>2</sup>)

		Fasthetsklasser etter NS-EN 338				
		C14	C18	C24	C30	C40
Bøyning	$f_{mk}$	14,0	18,0	24,0	30,0	40,0
Strekk						
- i fiberretn.	$f_{10k}$	8,0	11,0	14,0	18,0	24,0

	Fasthetsklasser etter NS-EN 338				
	C14	C18	C24	C30	C40
- på tvers f. $f_{t90k}$	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
Trykk					
- i fiberretn. $f_{c0k}$	16,0	18,0	21,0	23,0 <sup>1</sup>	26,0 <sup>1</sup>
- på tvers f. $f_{c90k}$	4,3	4,8	5,3	5,7	6,3
Skjær <sup>2</sup> :	1,7	2,0	2,5	3,0	3,8
Stabilitet <sup>3</sup> :					
E-modul $E_{0k}$	4 700	6 000	7 400	8 000	9 400
Deformasjoner <sup>4</sup> :					
$E_0$	7 000	9 000	11 000	12 000	14 000
$E_{90}$	230	300	370	400	470
G	440	560	690	750	880
Densitet (kg/m <sup>3</sup> ) $\rho_k$	290	320	350	380	420
Densitet (kg/m <sup>3</sup> ) $\rho_{mid}$	350	380	420	460	500

Tabell 6 Karakteristiske fasthetsverdier og E- og G-moduler og densitet, for konstruksjonstre.

## Fasthetsfaktor og lastvarighet og klimaklasse

[5] pkt. 11.2.5

Lastvarighetsklasse	Fasthetsfaktor $k_{mod}$ for lastvarighet og klimaklasse for konstruksjonstre, limtre og forbindelser		
	Klimaklasse		
	1	2	3
P	0,70	0,70	0,60
A	0,80	0,80	0,65
B	0,90	0,90	0,70
C	1,00	1,00	0,80
I	1,10	1,10	0,90

Tabell 7 Fasthetsfaktor  $k_{mod}$  for lastvarighet og klimaklasse for konstruksjonstre, limtre og forbindelser

For dimensjonerende fasthet, se kapittelet Dimensjonerende materialfasthet og kapasitet på side 23.

Hvis en lastkombinasjon består av laster fra ulike lastvarighetsklasser, velges for alle lastene i kombinasjonen den verdien for  $k_{mod}$  som tilsvarer lasten med

<sup>1</sup> For nordisk gran og furu kan  $f_{c0k}$  settes 27,0 N/mm<sup>2</sup> for C 30 og 32,0 N/mm<sup>2</sup> for C 40.

<sup>2</sup> Rulleskjærfastheten kan settes lik  $f_{vk}/2$ .

<sup>3</sup> De angitte verdiene representerer 5 % fraktilverdier.  $E_{90k}$  kan settes lik  $E_{0k}/30$ .

<sup>4</sup> De angitte verdiene representerer middelverdier.

korteste varighet. For eksempel kan det for en kombinasjon av permanent last og korttidslast velges en verdi for  $k_{\text{mod}}$  som tilsvarer korttidslasten.

## Deformasjonsfaktor og lastvarighet og klimaklasse

[5] pkt. 11.2.7

Lastvarighetsklasse	Deformasjonsfaktor $k_{cr}$ for lastvarighet og klimaklasse for konstruksjonstre, limtre og forbindelser		
	Klimaklasse		
	1	2	3
P	1,60	2,00	3,50
A	1,50	1,80	3,00
B	1,20	1,30	2,00
C	1,00	1,00	1,50
I	1,00	1,00	1,00

Tabell 8 Deformasjonsfaktor for konstruksjonstre, limtre og forbindelser

Deformasjonene beregnes som summen av de separat beregnede deformasjonene for de forskjellige laster med den tilhørende deformasjonsfaktoren.

I programmet velger du deformasjonsfaktoren for en lastkombinasjon!

## Spesielt for limtre

Bestemmelsene for limtre forutsetter limtre produsert i samsvar med NS-EN 386.

Dersom det ikke foreligger annen dokumentasjon, kan karakteristiske fasthetsverdier, stivhetsmoduler og densiteter for limtre gitt i tabell 9 benyttes.

[5] pkt. 11.3 gir følgende tabell for fasthetsegenskaper. (Verdier i N/mm<sup>2</sup>)

Tverrsn.oppbyggin g	Kombinert			Homogent		
	GL 28c	GL 32c	GL 36c <sup>2</sup>	GL 28h	GL 32h	GL 36h
Fasthetsverdier <sup>1</sup>						
Bøyning $f_{mk}$	28	32	36	28	32	36
Strekk						
- i fiberretning $f_{t0k}$	16,5	19,5	22,5	19,5	22,5	26
- på tvers f. $f_{t90k}$	0,4	0,45	0,5	0,45	0,5	0,6
Trykk						
- i fiberretning $f_{c0k}$	24	26,5	29	26,5	29	31
- på tvers f. $f_{c90k}$	5,3	5,7	6,3	5,3	5,7	6,3

<sup>1</sup> Oppbygging av tverrsnitt som tilfredsstillende de aktuelle fasthetsklassene for limtre, skal være godkjent av Norsk Limtrekontroll, evt. være spesifisert i henhold til prEN 1194.

<sup>2</sup> Limtre GL36c tilsvarer L40 etter forrige utgaven av standarden.

Tverrsn.oppbyggin g		Kombinert			Homogent		
Skjær	$f_{vk}$	2,7	3,2	3,8	3,2	3,8	4,3
Stabilitet <sup>1</sup>	$E_{0k}$	1020 0	11100	11900	1020 0	11100	11900
Forskyvninger <sup>2</sup>	$E_0$	1260 0	13700	14700	1260 0	13700	14700
	$E_{90}$	390	420 780	460 850	420	460 850	490 910
$G$		720			780		
Densitet	$\rho_k$	380	410	430	410	430	450

Tabell 9 Karakteristiske fasthetsverdier og E- og G-moduler og densitet, for limtre.

For limtre settes høydefaktoren  $k_h = 1,0$ .

## Spesielt for Kerto – bjelken

Kerto-bjelken skal dimensjoneres i henhold til NS 3470 eller Eurocode 5. De karakteristiske konstruksjonsdata i tabell 10 skal legges til grunn. Det skal brukes fasthetsfaktorer og deformasjonsfaktorer tilsvarende konstruksjonstre, avsnitt 0 respektive 0.

[6] avsnitt 5 gir følgende tabell for fasthetsegenskaper. (Verdier i N/mm<sup>2</sup>)

Egenskap	Bjelketype		
	Kerto- S	Kerto- T	Kerto- Q
Bøying <sup>3</sup>			
- på kant og på flasken $f_{mk}$	48	32	36
Strek <sup>3</sup>			
- i lengderetningen	40	26	27
$f_{t0k}$	0,7	0,5	6,5
- parallelt bjelkehøyden $f_{t90k}$			
Trykk			
- i lengderetningen $f_{c0k}$	40	26	27
- parallelt bjelkehøyden $f_{c90k}$	9	5	12
- tvers på finérlagrene $f_{c90k}$	5	2,5	5
Skjær			
- tvers på limfugene $f_{v0k}$	5	3,5	5
- parallelt limfugene $f_{v90k}$	2,5	2,0	1,5
Stabilitet			
- bøyning og aksiallast $E_{0k}$	11500	8800	9700

<sup>1</sup> De angitte verdiene representerer 5 % - fraktilverdier.  $E_{90k}$  kan settes lik  $E_{0k}/30$ .

<sup>2</sup> De angitte verdiene representerer middelverdier (50 % – fraktil verdier).

<sup>3</sup> For bjelker eller strekkstaver med største tverrsnittsmål 300 mm skal  $f_{mk}$  og  $f_{t0k}$  multipliseres med faktoren  $(300/H)^{0,14}$



		Bjelketype		
- skjærmodul	$G_{0k}$	800	310	820
Deformasjon				
- bøyning og aksiallast	$E_{0m}$	14500	10000	11000
- tvers på bjelkekant	$E_{90m}$	400	320	500
- tvers på limfugene	$E_{90m}$	300	240	300
- skjærmodul	$G_{0m}$	950	460	960

Tabell 10. Karakteristiske materialfastheter og midlere stivhetsmoduler i  $N/mm^2$  for Kerto-bjelken.

[6] avsnitt 6 gir følgende tabell for karakteristiske densiteter. (Verdier i  $kg/m^3$ )

	Bjelketype		
	Kerto-S	Kerto-T	Kerto-Q
Stabilitet	480	410	480
Deformasjon	510	440	510

Tabell 11. Karakteristiske densiteter i  $kg/m^3$  for Kerto-bjelken.

## Bruddgrense

### Strekk i fiberretningen

#### Betingelse

$$\frac{\sigma_{i0f}}{k_h \cdot f_{i0d}} \leq 1,0 \text{ hvor } \sigma_{i0f} = \frac{N_\gamma}{A_n}$$

hvor

$N_\gamma$  = aksialkraft

$A_n$  = netto tverrsnittsareal

$k_h$  = høydefaktoren for aktuelt tverrsnitt.

Se side 24

### Trykk i fiberretningen

#### Betingelse

$$\frac{\sigma_{c0f}}{f_{c0d}} \leq 1,0 \text{ hvor } \sigma_{c0f} = \frac{N_\gamma}{A}$$

$N_\gamma$  = aksialkraft (positiv = strekk)

$A$  = brutto tverrsnittsareal

Knekking kontrolleres spesielt i elementer med trykk. Se side 32.

## Bøyning

### Betingelse

$$\frac{\sigma_{mf}}{k_h k_{vipp} f_{md}} \leq 1,0 \quad \text{hvor} \quad \sigma_{mf} = \frac{M\gamma}{W}$$

$k_h$  er høydefaktoren. Se side 24.

$$k_{vipp} = 1,0 \quad \text{for} \quad \lambda_m \leq 0,75$$

$$k_{vipp} = 1,56 - 0,75 \lambda_m \quad \text{for} \quad 0,75 < \lambda_m < 1,4$$

$$k_{vipp} = \frac{1,0}{\lambda_m^2} \quad \text{for} \quad 1,4 \leq \lambda_m$$

$$\lambda_m = \frac{0,07}{b} \cdot \sqrt{l_{ef} \cdot h}$$

$l_{ef}$  er gitt i [5] pkt. 12.1.6 og beregnes i programmet etter formelverket gitt i kapittelet **Kontroll av knekking og vipning** på side 33.

$l$  regnes som avstanden mellom opplegg, utkraget lengde eller som avstand mellom avstivning.

## Skjær

### Betingelse

$$\frac{\tau_{vf}}{f_{vd}} \leq 1,0$$

hvor

$$\tau_{vf} = \frac{V_f S}{I \cdot b} \cdot \frac{1}{k_v}$$

$k_v$  settes til 1,0 da vi ikke tar hensyn til redusert tverrsnitt ved opplegg.

Konstant rektangulært tverrsnitt:

$$\tau_{vf} = V_f \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{b \cdot h}$$

Konstant sirkulært tverrsnitt:

$$\tau_{vf} = V_f \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{\pi \cdot D^2}$$

Kontrollen utføres for alle relevante snitt i elementene.

### Redusert skjærkraft ved opplegg

Redusert skjærkraft ved opplegg er ikke tatt hensyn til.

## Knekking

### Betingelse

$$\frac{\sigma_{c0f}}{k_{\lambda} f_{c0d}} \leq 1,0$$

hvor

$$\sigma_{c0f} = \frac{N_{\gamma}}{A}$$

$$k_{\lambda} = faktor = 0,5 \cdot C_1 \left( C_3 - \sqrt{C_3^2 - \frac{4k_{eu}}{C_1}} \right) \leq 1,0$$

$$\lambda = \frac{l_k}{i}$$

$$C_1 = 1 + 20 \cdot \eta$$

$$C_2 = \eta \cdot \lambda \cdot C_1 \cdot \frac{f_{c0k}}{f_{mk}}$$

$$C_3 = 1 + (1 + C_2) \frac{k_{eu}}{C_1}$$

$$k_{eu} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0k}}{f_{c0k} \cdot \lambda^2}$$

$\eta = 0,006$  for konstruksjonstre

$\eta = 0,004$  for limtre

## 2. ordens beregning

Når knekking i rammeplanet er dimensjonerende kan 2.ordens beregning benyttes i dimensjoneringen, og slankhet sees bort fra. (Ved knekking ut av rammeplanet, må slankhet beregnes etter ovennevnte regler.)

### Forhåndskrumning

Når 2. ordens beregning benyttes kan forhåndskrumning antas å følge en sinuskurve med maksimal aksialkrafteksentrisitet lik:

$$e = \eta \cdot r \cdot \lambda$$

hvor  $r = W/A =$  kjerneradien i  
knekkretningen  
( $r = h/6$  for rektangulært tv.sn.)

### Maksimal slankhet

Støste lovlig slankhet er **200**.

## Kontroll av knekking og vipping

*Knekkning og vipping*

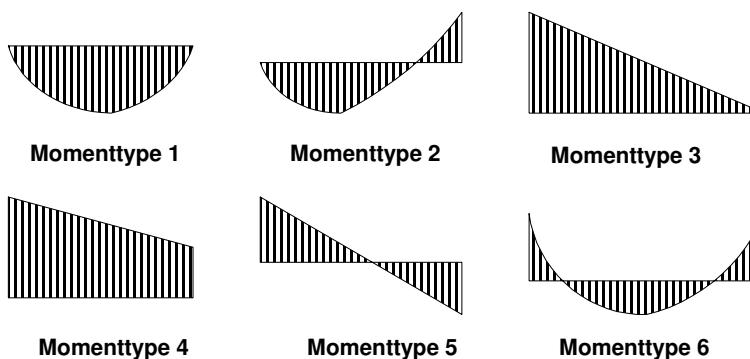
Kontroll av knekking og vipping utføres etter pkt 12.1.9 i NS3470. Dette gjøres på følgende måte.

## Beregning av $\Psi$ og vippemoment

Vipping beregnes basert på tabeller og diagrammer fra den tyske [1]. Det ideelle vippemomentet beregnes med utgangspunkt i ren statikk og er derfor ikke avhengig av standard.

Beregningene benytter seg av den s.k. nedbøyningsanalogien. Denne går ut på at vippemomentet  $M_{vi}$  for en gitt belastning og gitt form på momentkurven er lik det momentet som for en annen kjent last som gir samme nedbøyning. [2]

I inndata for endeforhold og sideavstivninger kan du velge andre endeopplegg enn gaffellagring og du kan også angi stagnering av over- og underflens, punktvis eller kontinuerlig. Her angir du også om lasten angriper i overkant, tyngdepunkt eller underkant. Vippemomentet beregnes ut fra dette, og ut fra formen på momentkurvene. Disse er delt inn i seks kurvetyper.



*Momentkurver*

### Ikke avstivet bjelke

#### Momenttypene 1, 2 og 6

Belastningen tilbakeføres til tilfellet med jevnt fordelt last vha. nedbøyningsanalogien. Vippemomentet er her påvirket av lastens angrepshøyde. Bæreevnen kan økes ved spenne inn bjelken i ene eller begge endene. Ved momenttype 2 påvirkes vippemomentet også av hvorvidt det er enden med støttemoment som er innspent, og av forholdet mellom støttemoment og feltmoment. Også for momenttype 6 påvirkes beregningen av forholdet mellom støttemoment og feltmoment.

#### Momenttypene 3,4 og 5

Ved bjelker på to opplegg tilbakeføres beregningen til bjelker med rettlinjert momentvariasjon. Bæreevnen kan økes vha. innspenning i den ene eller begge ender.

For utkragerer med momenttype 3 beregnes vippemomentet som for en jevnt fordelt last, mens utkragerer med momenttype 4 beregnes som en dobbelt så lang bjelke på to opplegg.

### Avstivet bjelke

Momenttype 1.

Følgende alternative avstivninger er mulige:

- Kontinuerlig avstivning av begge kanter. Ingen vipping er mulig.
- Kontinuerlig avstivning i overkant. Ingen vipping er mulig.
- Kontinuerlig avstivning i underkant. Vippemomentet beregnes som bundet vipping, med avstivningene leddet til elementet. Belastningen tilbakeføres til tilfellet med jevnt fordelt last vha. nedbøyningsanalogien. Vippemomentet påvirkes av lastens

angrepshøyde. Bæreevnen kan økes ved fast innspenning av endene.

- Punktvis avstivning av overkant. Beregningen utføres mhp. vipping mellom avstivningene. Det blir kontrollert at avstanden mellom avstivningene er liten nok til at momentkurven mellom disse kan approksimeres til en rettlinjete kurve. Kapasiteten blir vist for hvert avsnitt mellom avstivningene. I endeavsnittene kan bæreevnen økes ved å spenne inn endene. Hvis trykksiden er punktvis avstivet og strekksiden kontinuerlig avstivet tas kun hensyn til trykksiden.
- Punktvis avstivning av underkant. Det tas ikke hensyn til dette ved vippingsberegningen.

Momenttype 2 og 6.

Følgende alternative avstivninger er mulige:

- Kontinuerlig avstivning av begge kanter. Ingen vipping er mulig.
- Kontinuerlig avstivning i overkant. Beregning av vippemomentet skjer for den del hvor trykkflensen ikke er avstivet. Bæreevnen påvirkes av innspenningsforholdene og lastens angrepshøyde.
- Kontinuerlig avstivning i underkant. Vippemomentet beregnes som bundet vipping, med avstivningene leddet til elementet. Belastningen tilbakeføres til tilfellet med jevnt fordelt last vha. nedbøyningsanalogien. Vippemomentet påvirkes av lastens angrepshøyde. Bæreevnen kan økes ved fast innspenning av endene.
- Punktvis avstivning av overkant. Beregningen utføres mhp. vipping mellom avstivningene. Det blir kun tatt hensyn til de avstivninger som vedrører den trykte delen av flensen. Det blir kontrollert at avstanden mellom avstivningene er liten nok til at momentkurven mellom disse kan approksimeres til en rettlinjete kurve. Kapasiteten blir vist for hvert avsnitt mellom avstivningene. I endeavsnittene kan bæreevnen økes ved å spenne inn endene. Hvis trykksiden er punktvis avstivet og strekksiden kontinuerlig avstivet tas kun hensyn til trykksiden.
- Punktvis avstivning av underkant. Det tas ikke hensyn til dette ved vippingsberegningen.

Momenttype 3.

Følgende alternative avstivninger er mulige:

- Kontinuerlig avstivning av begge kanter. Ingen vipping er mulig.
- Kontinuerlig avstivning i overkant. For bjelker på to opplegg beregnes vippemomentet som bundet vipping, med avstivningene leddet til elementet. Belastningen tilbakeføres til tilfellet med jevnt fordelt last vha. nedbøyningsanalogien. For konsollbjelker beregnes vippemomentet etter nedbøyningsanalogien. I begge tilfeller påvirkes vippemomentet av lastens angrepshøyde. Bæreevnen kan økes ved fast innspenning av endene.
- Kontinuerlig avstivning i underkant. Ingen vipping er mulig.
- Punktvis avstivning av overkant. Det tas ikke hensyn til dette ved vippingsberegningen.
- Punktvis avstivning av underkant. Beregningen utføres mhp. vipping mellom avstivningene. Kapasiteten blir vist for hvert avsnitt mellom avstivningene. I endeavsnittene kan bæreevnen

økes ved å spenne inn endene. Hvis trykksiden er punktvis avstivet og strekksiden kontinuerlig avstivet tas kun hensyn til trykksiden.

Momenttype 4.

Følgende alternative avstivninger er mulige:

- Kontinuerlig avstivning av begge kanter. Ingen vipping er mulig.
- Kontinuerlig avstivning i overkant. Vippemomentet beregnes som bundet vipping. Vippemomentet påvirkes av lastens angrepshøyde. Bæreevnen kan økes ved fast innspenning av endene.
- Kontinuerlig avstivning i underkant. Ingen vipping er mulig.
- Punktvis avstivning av overkant. Det tas ikke hensyn til dette ved vippingsberegningen.
- Punktvis avstivning av underkant. Beregningen utføres mhp. vipping mellom avstivningene. Kapasiteten blir vist for hvert avsnitt mellom avstivningene. I endeavsnittene kan bæreevnen økes ved å spenne inn endene. Hvis trykksiden er punktvis avstivet og strekksiden kontinuerlig avstivet tas kun hensyn til trykksiden.

Momenttype 5.

Følgende alternative avstivninger er mulige:

- Kontinuerlig avstivning av begge kanter. Ingen vipping er mulig.
- Kontinuerlig avstivning i overkant eller underkant. Hvis mer enn halvparten av den ikke avstivede flensen er trykt skjer beregning av vippemomentet som bundet vipping. Avstivningene forutsettes leddet til elementet. Ellers approksimeres momentfordelingen til type 2 og vippemomentet i bergens i henhold til dette. I begge tilfeller kan bæreevnen påvirkes av om endene spennes inn.
- Punktvis avstivning av overkant eller underkant. Beregningen utføres mhp. vipping mellom avstivningene. Det blir kun tatt hensyn til de avstivninger som vedrører den trykte delen av flensen. Kapasiteten blir vist for hvert avsnitt mellom avstivningene. I endeavsnittene kan bæreevnen økes ved å spenne inn endene. Hvis trykksiden er punktvis avstivet og strekksiden kontinuerlig avstivet tas kun hensyn til trykksiden.

**Beregner  $\lambda_m$ .**

$$f_{vi} = M_{vi} / W_z$$

$$\lambda_m = \sqrt{(f_y / f_{vi})}$$

## Kombinasjon av spenninger

### Strekk og bøyning

$$\frac{\sigma_{t0f}}{k_h f_{t0d}} + \frac{\sigma_{myf}}{k_{hy} f_{md}} + \frac{\sigma_{mzf}}{k_{hz} f_{md}} \leq 1,0$$

$$\text{dessuten hvis } |\sigma_{mxf}| - |\sigma_{myf}| - \sigma_{t0f} > 0$$

$$\frac{\sigma_{myf}}{k_{hy} k_{vipp} f_{md}} + \frac{\sigma_{mzf}}{k_{hz} f_{md}} - \frac{\sigma_{t0f}}{k_h f_{t0d}} \leq 1,2 \quad (\lambda_{my} > \lambda_{mz})$$

### Trykk og bøyning

$$\frac{\sigma_{c0f}}{k_{\lambda} f_{c0d}} + \left( \frac{\sigma_{myf}}{k_{hy} k_{vipp} f_{md}} + \frac{\sigma_{mzf}}{k_{hz} f_{md}} \right) \cdot \frac{1}{\left( 1 - \frac{k_{\lambda}}{k_{eu}} \cdot \frac{\sigma_{c0f}}{f_{c0d}} \right)} \leq 1,0$$

$k_{\lambda}$  og  $k_{eu}$  gjelder for svak akse eller for aktuell knekkretning og  $\sigma_{mxy}$  og  $\sigma_{my\gamma}$  beregnes for største momentverdi innenfor midtre tredjedel av knekk lengden. Vipping tas hensyn til om kritiske akse. (I formelen over er x-aksen antatt kritisk med hensyn til vipping.)

I delene utenfor midtre tredjedel av knekk lengden regnes tverrsnittet kontinuerlig avstivet.

## Bruksgrense

### Generelt

I bruksgrense gjelder at:

$$\gamma_M = k_{ls} = 1,0$$

I bruksgrensetilstand er det krav til å begrense deformasjoner, svingninger, lokale sammentrykninger samt eventuelt funksjonskrav fra byggherre.

Her kontrolleres kun deformasjoner.

### Deformasjoner

Generelt gjelder at lokale deformasjoner av bjelker, søyler, vegger, etasjeskillere og lignende ikke skal være større enn **l/200**.

For øvrig gjelder at enkeltstående hovedbjelker ikke skal ha større forskyvninger enn **l/300** p.g.a. variabel last.

For utkravede bjelker regnes "l" som dobbelt verdi av utkravet lengde, og det skal tas hensyn til eventuell vinkeldreining ved opplegget.

Selv om det kompenseres for egenlast og halv nyttelast, bør beregnet total deformasjon ikke være større enn **l/200**.

Deformasjonskriteriumet er brukerstyrt i programmet.

NB! I programmet velger du deformasjonsfaktoren  $K_{cr}$  for kun en lastkombinasjon.

## Inndata

- Tverrsnittsdatabase for standard tretverrsnitt er implementert
- Standard (norske) rektangulære tverrsnitt og materiale samt egendefinerte velges fra dialogboksen **Tverrsnitt**
- Materialfaktor beregnes etter kapittel **Materialkoeffisient** på side 23, og implementeres i dialogboksen **Attributter**.
- Aktuell bøyningssakse velges i dialogboksen **Elementdata**.

- Forhåndskrumning gis når 2. ordens beregning

## Resultater

Implementasjonen av den norske versjonen legges tett opp mot den svenske utgaven av programmet.

Dvs.:

- Dimensjonering utføres, på grunnlag av denne kravspesifikasjonen, av elementer med standard rektangulære profiler.
- Dimensjonerende materialegenskaper utregnes og gis i dialogboksen **Materiale**
- Aktuelle endeforhold gis i dialogboksen **Endeforhold**
- Aktuelle stivere gis i dialogboksen **Avstivning**
- Aktuelle deformasjonsgrenser mhp. dimansjonering gis i dialogboksen **Deformasjonsvalg**
- Utregnede tverrsnittsdata gis i dialogboksen **Tverrsnitt**
- Utregnet kapasitet gis i dialogboksen **Kapasitet**
- Utregnede kontroller gis i dialogboksen **Kontroll**
- Utnyttelsesgrader gis i dialogboksen **Utnyttelsesgrad**
- Utskrift av dimensjonering for aktuelle elementer og lastkombinasjoner.



# 6. Eksempler

## Eksempel 1

Dette kapitlet gjengir eksemplet som er brukt i kapitlet Metoder på side 18.  
Det er tatt ut full utskrift av inndata samt utvalgte resultater fra dimensjonering.

Rammeberegning 4.21  


1 ( 20 )

Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen  
Utført av:  
Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ramDato: 2001-07-05  
Signatur:  
Firmanavn: **GBS Data AS****SAMMENDRAG**

11 noder  
2 opplegg  
0 fjær  
20 ledd  
12 element  
2 tverrsnitt  
17 laster  
3 lasttilfeller  
5 kombinasjoner

C:\RammeDocs\Eksempel.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  $-PI/4$  ( $-45^\circ$ ) og mindre enn eller lik  $+3^\circ PI/4$  ( $+135^\circ$ ).

 **Globale akseretninger**

Som globalt koordinatsystem benyttes et vanlig rett vinklet 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  $90^\circ$  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 nedadrettede til høyre foret snitt, moment er positive når de gir strekk i elementets underkant.

**REAKSJONER**

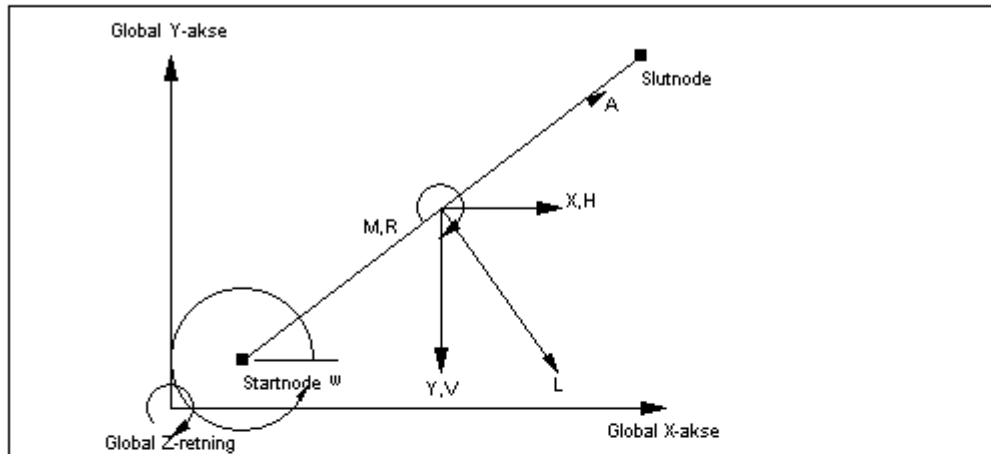
Reaksjoner skal forståes som de ytre krefter som påvirker systemet for at dette skal være i likevekt.

Rammeberegning 4.21

2 ( 20 )

Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen  
Utført av:  
Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram

Dato: 2001-07-05  
Signatur:  
Firmanavn: **GBS Data AS**

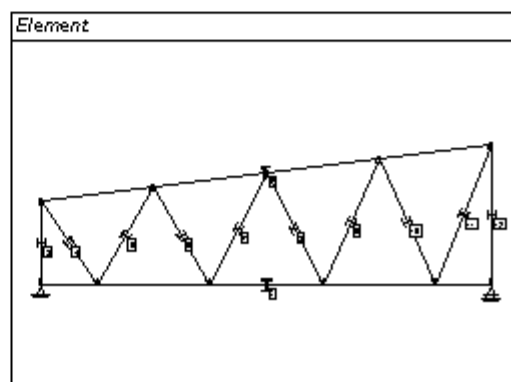
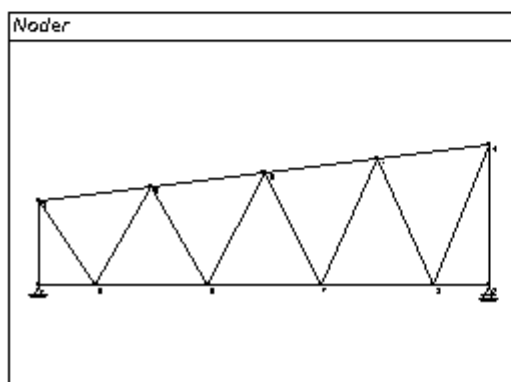


**Noder**

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	4	16.000	5.000			7	10.000	0			10	8.000	4.000			
2	16.000	0	F		5	2.000	0			8	14.000	0			11	12.000	4.500			
3	0	3.000			6	6.000	0			9	4.000	3.500								

**Element**

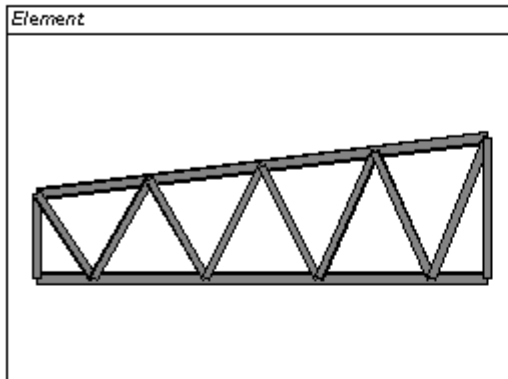
Navn	Node 1	Node 2	Init-	Navn	Node 1	Node 2	Init-	Navn	Node 1	Node 2	Init-
	(L=Ledd)	(L=Ledd)	krum.		(L=Ledd)	(L=Ledd)	krum.		(L=Ledd)	(L=Ledd)	krum.
1	1	2	Nei	5	5L	9L	Nei	9	7L	11L	Nei
2	3	4	Nei	6	6L	9L	Nei	10	8L	11L	Nei
3	1L	3L	Nei	7	6L	10L	Nei	11	8L	4L	Nei
4	5L	3L	Nei	8	7L	10L	Nei	12	2L	4L	Nei



Rammeberegning 4.21  
 © GBS Data AS

3 ( 20 )

 Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen  
 Utført av:  
 Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram

 Dato: 2001-07-05  
 Signatur:  
 Firmanavn: **GBS Data AS**
**Tverrsnittsdata**

Navn	Retn.	Areal (m <sup>2</sup> )	I (m <sup>4</sup> )	h (m)	z (m)	E-modul (kN/m <sup>2</sup> )	Kostnad(kr)
HEB 400 / St44	z-z	1.978e-2	5.77e-4	0.400	0.200	2.10e8	
HEB 300 / St44	z-z	1.491e-2	2.52e-4	0.300	0.150	2.10e8	

**Tverrsnitt/element**

Element	Tverrsnitt	Retn.	Lengde(m)	Vekt (kg)	Kostnad(kr)
1	HEB 400 / St44	z-z	16.000	2480.000	
2	HEB 400 / St44	z-z	16.125	2499.300	
3	HEB 300 / St44	z-z	3.000	351.000	
4	HEB 300 / St44	z-z	3.606	421.849	
5	HEB 300 / St44	z-z	4.031	471.642	
6	HEB 300 / St44	z-z	4.031	471.642	
7	HEB 300 / St44	z-z	4.472	523.240	
8	HEB 300 / St44	z-z	4.472	523.240	
9	HEB 300 / St44	z-z	4.924	576.158	
10	HEB 300 / St44	z-z	4.924	576.158	
11	HEB 300 / St44	z-z	5.385	630.064	
12	HEB 300 / St44	z-z	5.000	585.000	
Sum			75.971	10109	

**Tverrsnittspesifikasjon**

Tverrsnitt	Lengde (m)	Antall	Vekt (kg)	Kostnad(kr)
HEB 400 / St44	16.000	1	2480.000	
HEB 400 / St44	16.125	1	2499.300	
HEB 300 / St44	3.000	1	351.000	
HEB 300 / St44	3.606	1	421.849	
HEB 300 / St44	4.031	2	943.284	
HEB 300 / St44	4.472	2	1046.480	
HEB 300 / St44	4.924	2	1152.316	
HEB 300 / St44	5.385	1	630.064	
HEB 300 / St44	5.000	1	585.000	

Rammeberegning 4.21

4 ( 20 )

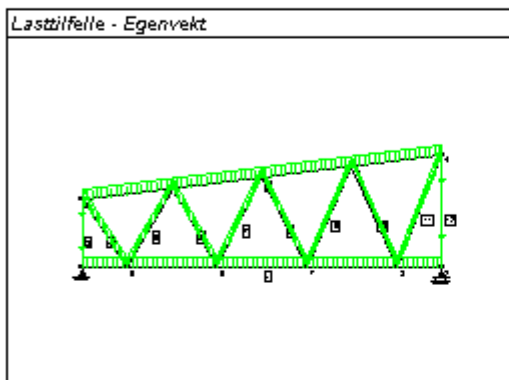
Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen  
Utført av:  
Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram

Dato: 2001-07-05  
Signatur:  
Firmanavn: **GBS Data AS**

**Tverrsnittsspesifikasjon**

Tverrsnitt	Lengde (m)	Antall	Vekt (kg)	Kostnad(kr)
Sum	75.971	12	10109	

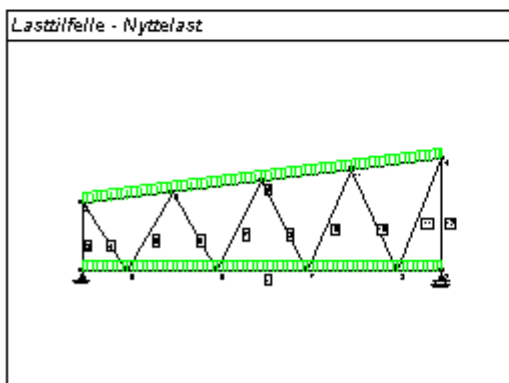
**LasttilfelleEgenvekt**



**Egentyngde**

Element	q(kN/m)	Element	q(kN/m)	Element	q(kN/m)	Element	q(kN/m)	Element	q(kN/m)
1	1.5	4	1.1	7	1.1	10	1.1		
2	1.5	5	1.1	8	1.1	11	1.1		
3	-1.1	6	1.1	9	1.1	12	-1.1		

**Lasttilfelle:Nyttelast**



**Fordelt last**

Element	Retn.	q(kN/m)	L1(m)	L2(m)	Element	Retn.	q(kN/m)	L1(m)	L2(m)
2	Y	25.0	0	0	1	Y	25.0	0	0

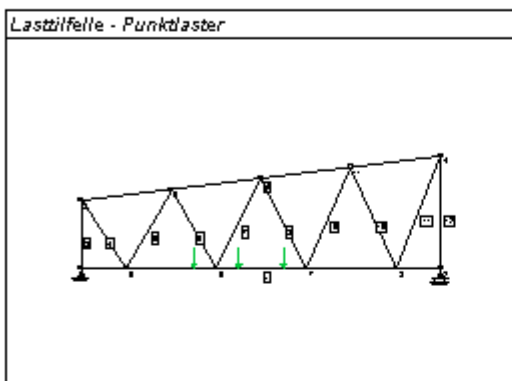
Rammeberegning 4.21

5 ( 20 )

Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen  
 Utført av:  
 Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram

Dato: 2001-07-05  
 Signatur:  
 Firmanavn: **GBS Data AS**

**LasttilfellePunktlaster**



**Punktlast**

Element	Retn.	P(kN)	L(m)	Element	Retn.	P(kN)	L(m)	Element	Retn.	P(kN)	L(m)
1	Y	50.0	5.0	1	Y	50.0	7.0	1	Y	50.0	9.0

**Lasttilfelle**

Navn	Bet.	Navn	Bet.	Navn	Bet.
Egenvekt	B1	Nyttelast	B2	Punktlaster	B3

**Kombinasjon**

ID	Navn	Kombinasjon	Grense	Type	Beroende
1	LK1	1.20*B1+1.60*B2	Brudd		
2	LK4	B1+B2	Bruk	Kort	
3	LK2	1.20*B1+1.60*B3	Brudd		
4	LK3	1.20*B1+1.30*B2+0.80*B3	Brudd		
5	LK5	B1+B3	Bruk	Kort	

**Max pos. moment - 1. orden**

Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon	Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon
1	65.7	-3.2	462.5	LK1	7	1.5	0	1.9	LK1
2	61.2	-3.9	-361.6	LK1	8	0	-1.4	-177.0	LK1
3	0	0	-612.0	LK3	9	1.7	0	377.6	LK1
4	0	1.4	200.1	LK2	10	0	1.4	-536.4	LK1
5	1.4	0	-472.3	LK1	11	1.9	0	655.4	LK1
6	0	1.4	205.9	LK1	12	0	0	-589.0	LK3

**Max neg. moment - 1. orden**

Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon	Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon
1	-29.8	-54.3	444.8	LK4	5	0	1.4	-172.1	LK2
2	-0.1	-5.2	-202.7	LK2	6	-1.2	0	130.6	LK4
3	0	0	-129.9	LK5	7	0	-1.1	41.6	LK5
4	-1.0	0	415.1	LK4	8	-1.3	0	-111.6	LK4

Rammeberegning 4.21

6 ( 20 )

Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen  
Utført av:  
Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram

Dato: 2001-07-05  
Signatur:  
Firmanavn: **GBS Data AS**

**Max neg. moment - 1. orden**

Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon	Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon
9	0	-1.1	118.3	LK5	11	0	1.4	651.9	LK1
10	-1.4	0	-345.8	LK4	12	0	0	-110.6	LK5

**Max spenninger - 1. orden**

Element	Sig (MPa)	Kombinasjon	Element	Sig (MPa)	Kombinasjon	Element	Sig (MPa)	Kombinasjon
1	53.9	LK3	5	-6.9	LK5	9	26.9	LK3
2	8.3	LK1	6	16.1	LK3	10	-7.0	LK5
3	-8.5	LK5	7	5.2	LK2	11	45.1	LK1
4	44.2	LK1	8	-2.2	LK5	12	-7.0	LK5

**Likevektskontroll - 1. orden**

Kombinasjon	X-retn.	Y-retn.	X-retn.	Y-retn.	Kombinasjon	X-retn.	Y-retn.	X-retn.	Y-retn.
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
LK1	0	-1404.0	0	1404.0	LK3	0	-1283.1	0	1283.1
LK4	0	-902.3	0	902.3	LK5	0	-249.2	0	249.2
LK2	0	-359.0	0	359.0					

**Max pos. skjærkraft - 1. orden**


Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon	Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon
1	-58.7	110.1	663.0	LK3	7	0	1.4	-0.9	LK1
2	-53.0	96.8	-257.4	LK1	8	0	1.4	-171.5	LK1
3	0	0	-616.2	LK3	9	0	1.4	374.5	LK1
4	0	1.4	649.9	LK1	10	0	1.4	-536.4	LK1
5	0	1.4	-474.7	LK1	11	0	1.4	651.9	LK1
6	0	1.4	205.9	LK1	12	0	0	-659.7	LK1

**Min neg. skjærkraft - 1. orden**

Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon	Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon
1	-58.7	-111.1	565.3	LK3	7	0	-1.4	4.6	LK1
2	-49.5	-95.9	-350.1	LK1	8	0	-1.4	-177.0	LK1
3	0	0	-425.3	LK4	9	0	-1.4	380.7	LK1
4	0	-1.4	645.7	LK1	10	0	-1.4	-542.6	LK1
5	0	-1.4	-469.9	LK1	11	0	-1.4	658.8	LK1
6	0	-1.4	201.1	LK1	12	0	0	-110.6	LK5

**Max pos. normalkraft - 1. orden**

Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon	Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon
1	-39.3	81.7	693.8	LK1	7	0	-1.4	66.0	LK2
2	0	-2.9	-41.5	LK5	8	0	1.1	-42.7	LK5
3	0	0	-126.5	LK5	9	0	-1.4	388.6	LK3
4	0	1.4	649.9	LK1	10	0	1.1	-114.3	LK5
5	0	-1.1	-111.5	LK5	11	0	-1.4	658.8	LK1
6	0	1.4	229.4	LK3	12	0	0	-104.8	LK5

Rammeberegning 4.21  


7 ( 20 )

 Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen  
 Utført av:  
 Prosjektfil: C:\RammeDoos\Eksempel.ram

 Dato: 2001-07-05  
 Signatur:  
 Firmanavn: **GBS Data AS**
**Min neg. normalkraft - 1. orden**

Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon	Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon
1	0	36.5	0	LK1	7	0	1.1	-1.3	LK4
2	-49.5	88.5	-711.1	LK1	8	0	-1.4	-177.0	LK1
3	0	0	-662.5	LK1	9	0	1.1	113.1	LK5
4	0	-1.1	132.3	LK5	10	0	-1.4	-542.6	LK1
5	0	1.4	-474.7	LK1	11	0	1.1	109.1	LK5
6	0	-1.1	84.9	LK5	12	0	0	-659.7	LK1

**Min neg. spenninger - 1. orden**

Element	Sig (MPa)	Kombinasjon	Element	Sig (MPa)	Kombinasjon	Element	Sig (MPa)	Kombinasjon
1	-9.0	LK2	5	-32.5	LK1	9	6.9	LK5
2	-53.1	LK1	6	5.1	LK5	10	-37.2	LK1
3	-44.4	LK1	7	-0.8	LK1	11	6.6	LK5
4	8.4	LK5	8	-12.6	LK1	12	-44.2	LK1

**Max abs. moment - 1. orden**

Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon	Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon
1	65.7	-3.2	462.5	LK1	7	1.5	0	1.9	LK1
2	61.2	-3.9	-361.6	LK1	8	-1.5	0	-174.2	LK1
3	0	0	-612.0	LK3	9	1.7	0	377.6	LK1
4	-1.2	0	647.8	LK1	10	-1.7	0	-539.5	LK1
5	1.4	0	-472.3	LK1	11	1.9	0	655.4	LK1
6	-1.4	0	203.5	LK1	12	0	0	-659.7	LK1

**Max abs. skjærkraft - 1. orden**

Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon	Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon
1	-58.7	-111.1	565.3	LK3	7	0	1.4	-0.9	LK1
2	-53.0	96.8	-257.4	LK1	8	0	-1.4	-177.0	LK1
3	0	0	-616.2	LK3	9	0	1.4	374.5	LK1
4	0	-1.4	645.7	LK1	10	0	-1.4	-542.6	LK1
5	0	1.4	-474.7	LK1	11	0	1.4	651.9	LK1
6	0	-1.4	201.1	LK1	12	0	0	-659.7	LK1

**Max abs. spenninger - 1. orden**

Element	Sig (MPa)	Kombinasjon	Element	Sig (MPa)	Kombinasjon	Element	Sig (MPa)	Kombinasjon
1	53.9	LK3	5	32.5	LK1	9	26.9	LK3
2	53.1	LK1	6	16.1	LK3	10	37.2	LK1
3	44.4	LK1	7	5.2	LK2	11	45.1	LK1
4	44.2	LK1	8	12.6	LK1	12	44.2	LK1

**Max pos. normalkraft - 1. orden**

Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon	Element	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Kombinasjon
1	-39.3	81.7	693.8	LK1	7	0	-1.4	66.0	LK2
2	0	-2.9	-41.5	LK5	8	0	1.1	-42.7	LK5
3	0	0	-126.5	LK5	9	0	-1.4	388.6	LK3
4	0	1.4	649.9	LK1	10	0	1.1	-114.3	LK5
5	0	-1.1	-111.5	LK5	11	0	-1.4	658.8	LK1
6	0	1.4	229.4	LK3	12	0	0	-104.8	LK5

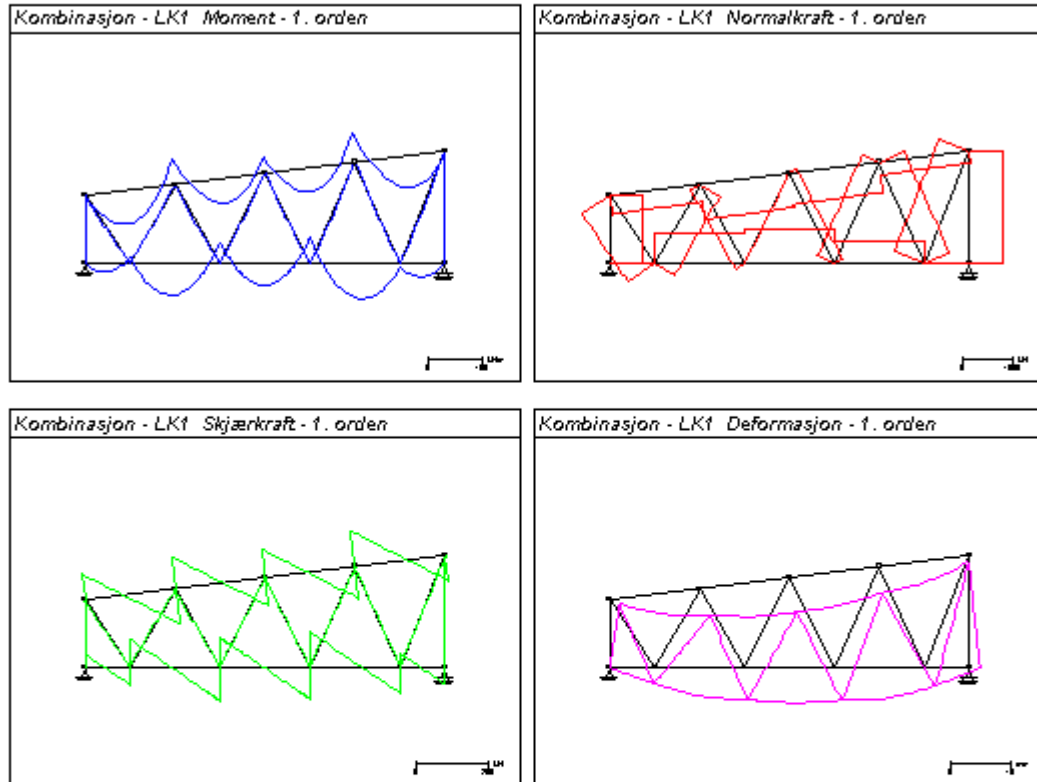


Rammeberegning 4.21  
GBS Data AS

8 ( 20 )

Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen  
Utført av:  
Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram

Dato: 2001-07-05  
Signatur:  
Firmanavn: GBS Data AS



**Kombinasjon - LK1 Nodesnittkrefter - 1. orden**

Element	Node	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Element	Node	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
1	1	0	38.5	0	7	6	0	1.4	-0.9
	2	0	-45.4	0	10	10	0	-1.4	4.8
2	3	0	71.4	-371.0	8	7	0	-1.4	-177.0
	4	0	-70.5	-236.5	10	10	0	1.4	-171.5
3	1	0	0	-662.5	9	7	0	1.4	374.5
	3	0	0	-658.3	11	11	0	-1.4	380.7
4	5	0	-1.4	646.7	10	8	0	-1.4	-542.8
	3	0	1.4	649.9	11	11	0	1.4	-536.4
5	5	0	1.4	-474.7	11	8	0	1.4	651.9
	9	0	-1.4	-469.9	4	4	0	-1.4	658.8
6	6	0	-1.4	201.1	12	2	0	0	-659.7
	9	0	1.4	205.9	4	4	0	0	-652.8

**Oppleggsreaksjoner - 1. orden Kombinasjon: LK1**

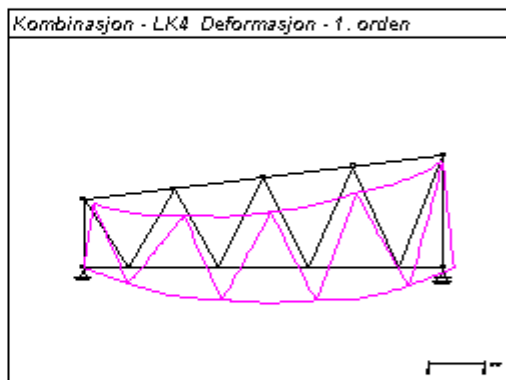
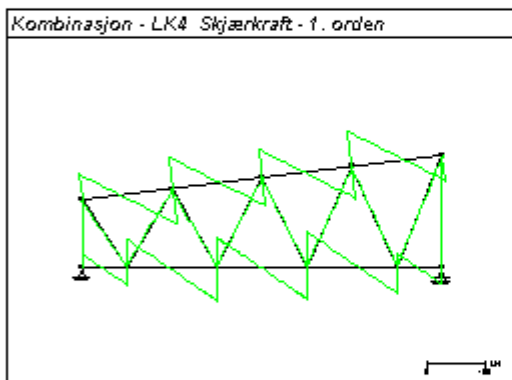
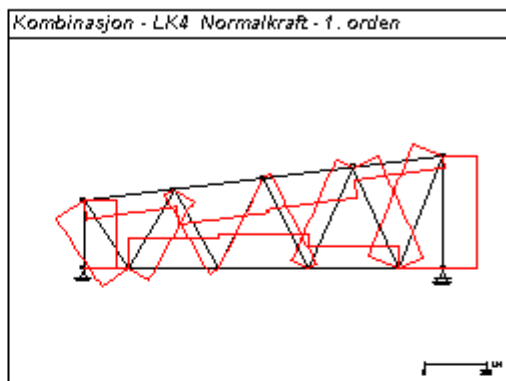
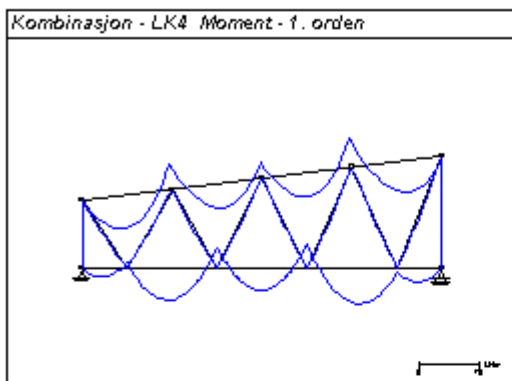
Node	Rx (kN)	Ry (kN)	Rm (kNm)	Node	Rx (kN)	Ry (kN)	Rm (kNm)
1	0	698.9	0	2	0	705.1	0

Rammeberegning 4.21  
GBS Data AS

9 ( 20 )

Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen  
Utført av:  
Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram

Dato: 2001-07-05  
Signatur:  
Firmanavn: **GBS Data AS**



**Kombinasjon - LK4 Nodesnittkrefter - 1. orden**

Element	Node	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Element	Node	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
1	1	0	23.2	0	7	6	0	1.1	-1.3
2	2	0	-29.0	0	10	10	0	-1.1	3.3
2	3	0	45.3	-237.7	8	7	0	-1.1	-113.9
4	4	0	-44.7	-151.8	10	10	0	1.1	-109.3
3	1	0	0	-425.3	9	7	0	1.1	239.5
3	3	0	0	-421.9	11	11	0	-1.1	244.6
4	5	0	-1.1	413.4	10	8	0	-1.1	-348.4
3	3	0	1.1	416.8	11	11	0	1.1	-343.2
5	5	0	1.1	-304.6	11	8	0	1.1	417.5
9	9	0	-1.1	-300.6	4	4	0	-1.1	423.3
6	6	0	-1.1	128.6	12	2	0	0	-424.7
9	9	0	1.1	132.6	4	4	0	0	-419.0

**Oppleggsreaksjoner - 1. orden Kombinasjon: LK4**

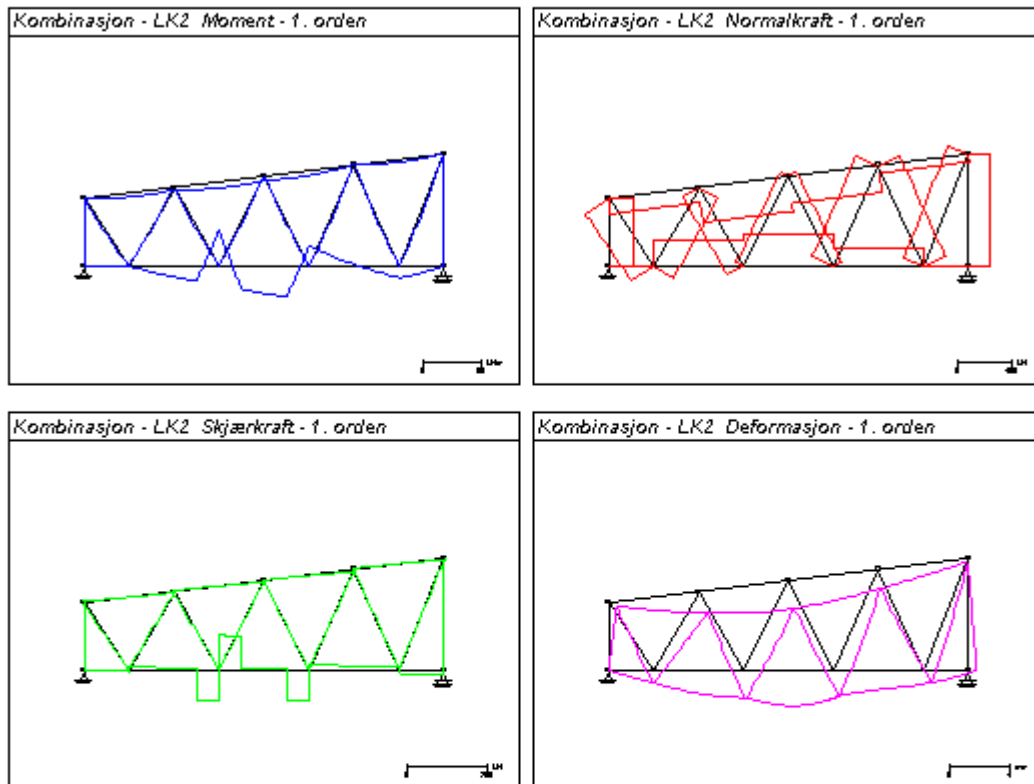
Node	Rx (kN)	Ry (kN)	Rm (kNm)	Node	Rx (kN)	Ry (kN)	Rm (kNm)
1	0	448.6	0	2	0	453.7	0

Rammeberegning 4.21  
GBSdata AS

10 ( 20 )

Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen  
Utført av:  
Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram

Dato: 2001-07-05  
Signatur:  
Firmanavn: **GBS Data AS**



**Kombinasjon - LK2 Nodesnittkrefter - 1. orden**

Element	Node	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Element	Node	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
1	1	0	1.7	0	7	6	0	1.4	60.5
	2	0	-10.5	0	10	10	0	-1.4	66.0
2	3	0	4.6	-111.3	8	7	0	-1.4	-70.5
	4	0	-3.6	-60.1	10	10	0	1.4	-65.0
3	1	0	0	-189.8	9	7	0	1.4	172.3
	3	0	0	-185.6	11	10	0	-1.4	178.5
4	5	0	-1.4	195.9	10	8	0	-1.4	-176.4
	3	0	1.4	200.1	11	11	0	1.4	-170.2
5	5	0	1.4	-172.1	11	8	0	1.4	158.5
	9	0	-1.4	-167.3	4	4	0	-1.4	165.4
6	6	0	-1.4	131.2	12	2	0	0	-157.1
	9	0	1.4	136.1	4	4	0	0	-150.2

**Oppleggsreaksjoner - 1. orden Kombinasjon: LK2**

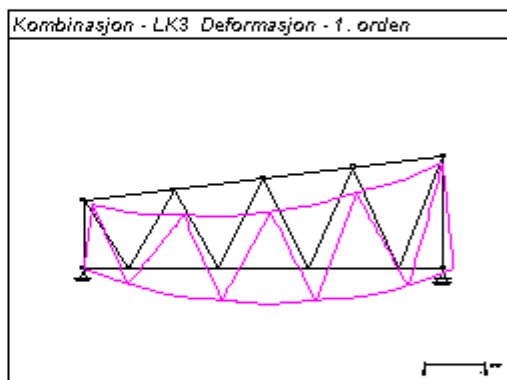
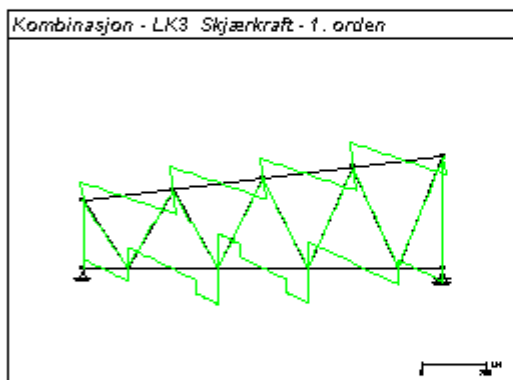
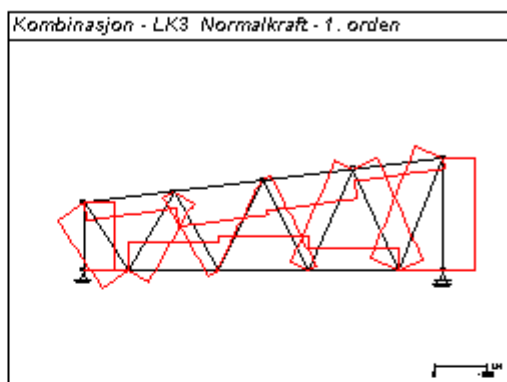
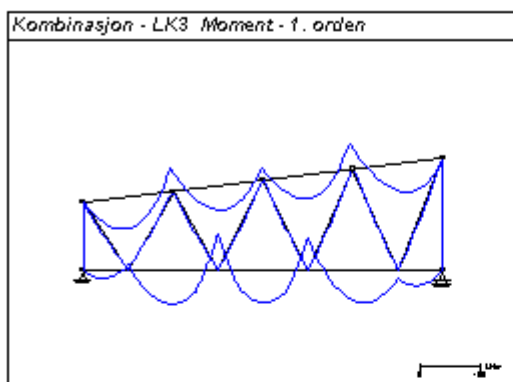
Node	Rx (kN)	Ry (kN)	Rm (kNm)	Node	Rx (kN)	Ry (kN)	Rm (kNm)
1	0	191.4	0	2	0	167.6	0

Rammeberegning 4.21  
© GBS Data AS

11 ( 20 )

Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen  
Utført av:  
Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram

Dato: 2001-07-05  
Signatur:  
Firmanavn: **GBS Data AS**



**Kombinasjon - LK3 Nodessnittkrefter - 1. orden**

Element	Node	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Element	Node	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
1	1	0	29.8	0	7	6	0	1.4	30.7
	2	0	-41.2	0		10	0	-1.4	36.2
2	3	0	59.3	-348.4	8	7	0	-1.4	-174.1
	4	0	-58.1	-216.3		10	0	1.4	-168.6
3	1	0	0	-616.2	9	7	0	1.4	382.4
	3	0	0	-612.0		11	0	-1.4	388.6
4	5	0	-1.4	607.9	10	8	0	-1.4	-515.2
	3	0	1.4	612.0		11	0	1.4	-509.0
5	5	0	1.4	-459.8	11	8	0	1.4	593.8
	9	0	-1.4	-455.0		4	0	-1.4	600.7
6	6	0	-1.4	224.6	12	2	0	0	-595.9
	9	0	1.4	229.4		4	0	0	-589.0

**Oppleggsreaksjoner - 1. orden Kombinasjon: LK3**

Node	Rx (kN)	Ry (kN)	Rm (kNm)	Node	Rx (kN)	Ry (kN)	Rm (kNm)
1	0	646.0	0	2	0	637.1	0

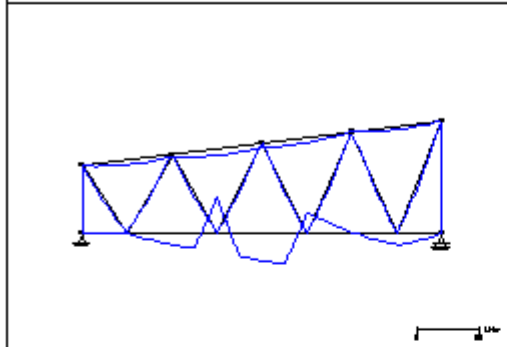
Rammeberegning 4.21  
GBS Data AS

12 ( 20 )

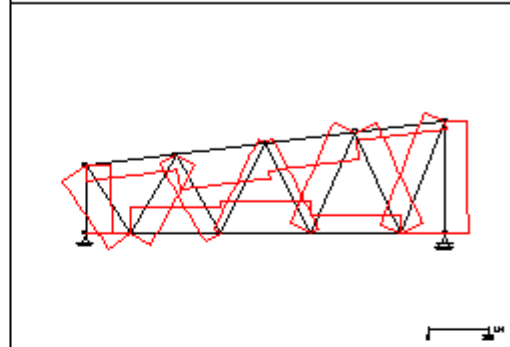
Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen  
Utført av:  
Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram

Dato: 2001-07-05  
Signatur:  
Firmanavn: **GBS Data AS**

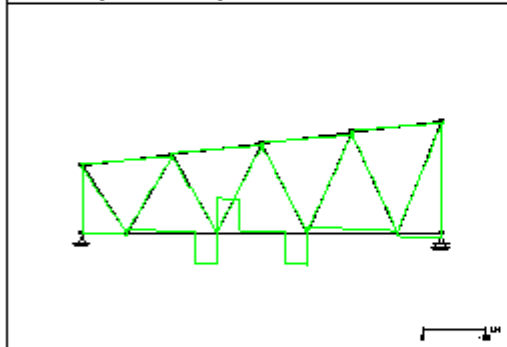
Kombinasjon - LK5 Moment - 1. orden



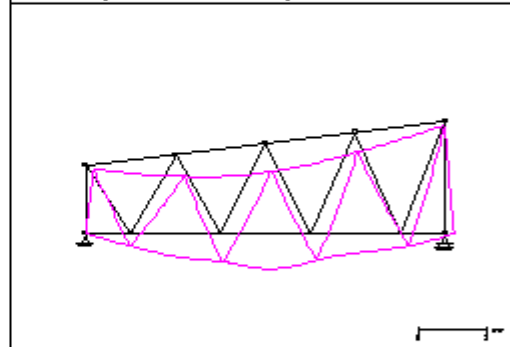
Kombinasjon - LK5 Normalkraft - 1. orden



Kombinasjon - LK5 Skjærkraft - 1. orden



Kombinasjon - LK5 Deformasjon - 1. orden



Kombinasjon - LK5 Nodesnittkrefter - 1. orden

Element	Node	M (kNm)	V (kN)	N (kN)	Element	Node	M (kNm)	V (kN)	N (kN)
1	1	0	1.5	0	7	6	0	1.1	37.0
	2	0	-7.2	0	10	10	0	-1.1	41.6
2	3	0	3.6	-75.4	8	7	0	-1.1	-47.3
	4	0	-2.9	-41.5	10	10	0	1.1	-42.7
3	1	0	0	-129.9	9	7	0	1.1	113.1
	3	0	0	-126.5	11	11	0	-1.1	118.3
4	5	0	-1.1	132.3	10	8	0	-1.1	-119.5
	3	0	1.1	135.7	11	11	0	1.1	-114.3
5	5	0	1.1	-115.5	11	8	0	1.1	109.1
	9	0	-1.1	-111.5	4	4	0	-1.1	114.9
6	6	0	-1.1	84.9	12	2	0	0	-110.6
	9	0	1.1	89.0	4	4	0	0	-104.8

Oppleggsreaksjoner - 1. orden Kombinasjon: LK5

Node	Rx (kN)	Ry (kN)	Rm (kNm)	Node	Rx (kN)	Ry (kN)	Rm (kNm)
1	0	131.4	0	2	0	117.8	0

Rammeberegning 4.21  
 © GBS Data AS

13 ( 20 )

 Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen  
 Utført av:  
 Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram

 Dato: 2001-07-05  
 Signatur:  
 Firmanavn: **GBS Data AS**
**Kombinasjon: LK1**

Element	Utnyttelsesgrad	Element	Utnyttelsesgrad	Element	Utnyttelsesgrad	Element	Utnyttelsesgrad
12	0.276	1	0.228	4	0.192	8	0.073
2	0.268	3	0.221	5	0.180	6	0.063
10	0.229	11	0.196	9	0.114	7	0.005

**Kombinasjon: LK4**

Element	Utnyttelsesgrad	Element	Utnyttelsesgrad	Element	Utnyttelsesgrad	Element	Utnyttelsesgrad
1	0.095	7	0.094	5	0.076	4	0.042
2	0.095	9	0.089	10	0.072	3	0.029
8	0.094	6	0.086	11	0.055	12	0.027

**Kombinasjon: LK2**

Element	Utnyttelsesgrad	Element	Utnyttelsesgrad	Element	Utnyttelsesgrad	Element	Utnyttelsesgrad
1	0.163	5	0.068	4	0.061	6	0.043
2	0.083	12	0.066	9	0.055	8	0.032
10	0.078	3	0.063	11	0.052	7	0.022

**Kombinasjon: LK3**

Element	Utnyttelsesgrad	Element	Utnyttelsesgrad	Element	Utnyttelsesgrad	Element	Utnyttelsesgrad
1	0.251	10	0.218	11	0.179	8	0.072
12	0.249	3	0.206	5	0.174	6	0.070
2	0.248	4	0.181	9	0.117	7	0.014

**Kombinasjon: LK5**

Element	Utnyttelsesgrad	Element	Utnyttelsesgrad	Element	Utnyttelsesgrad	Element	Utnyttelsesgrad
1	0.039	8	0.032	5	0.026	4	0.014
7	0.032	6	0.031	10	0.022	3	0.010
2	0.032	9	0.030	11	0.016	12	0.009

**Element: 1 HEB 400 / St44****Detaljer**

Endeforhold	Hengslet	Hengslet	Lastangreps høyde	Overkant
Sideavstivninger savnes	Underkant savnes	Overkant savnes	Knekk lengde	0.00 m

**Kombinasjon: Alle****Kontroll Element: 1**

Spenningskontroll

Spenningskontroll (Kombinasjon: LK3)

$$N/N_d + M_x/M_{x,d} = 663.0/4658.0 + 58.7/663.7 = 0.23 < 1$$

Vipping

Vipping (Kombinasjon: LK1)

$$M_x/M_{x,d} = 65.7/624.6 = 0.11 < 1$$

Skjær

Skjær (Kombinasjon: LK3)

Rammeberegning 4.21

14 ( 20 )

Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen  
Utført av:  
Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram

Dato: 2001-07-05  
Signatur:  
Firmanavn: **GBS Data AS**

### Kontroll Element: 1

$$\sqrt{V_y/V_d} = 111.1/746.6 = 0.15 < 1$$

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspenning)

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspenning) (Kombinasjon: LK3)

$$\left( \frac{N}{Nd} + \frac{M_z}{Mzd} \right)^2 + \left( \frac{V_y}{V_d} \right)^2 = \left( \frac{663.0}{4558.0} + \frac{58.7}{663.7} \right)^2 + (110.1/746.6)^2 = 0.28 < 1.1$$

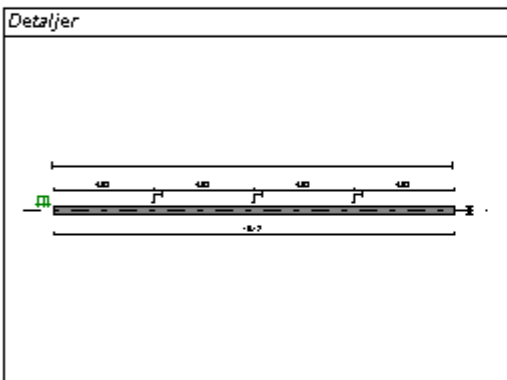
Deformasjon

Deformasjon (Kombinasjon: LK4)

$$d/40.00 = 3.78/40.00 = 0.095 < 1$$

### Element: 2 HEB 400 / St44

Detaljer



Detaljer

Endeforhold	Hengslet	Hengslet	Lastangreps høyde	Overkant
Sideavstivninger	savnes	Underkant iflg. figur	Overkant	Knekk lengde 4.03 m

### Kombinasjon: Alle

#### Kontroll Element: 2

Spenningskontroll

Spenningskontroll (Kombinasjon: LK1)

$$N/Nd + Mz/Mzd = 711.1/4558.0 + 49.5/663.7 = 0.23 < 1$$

Fri knekking med vipping

Fri knekking med vipping (Kombinasjon: LK1)

$$\left( \frac{N}{N_k y_d} \right) + \left( \frac{M_z}{M_k y_d} \right) * 1/KE * a = \left( \frac{690.2}{3777.5} \right) + \left( \frac{53.0}{624.6} \right) * 0.95 * 1.05 = 0.27 < 1$$

Skjær

Skjær (Kombinasjon: LK1)

$$\sqrt{V_y/V_d} = 96.8/746.6 = 0.13 < 1$$

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspenning)

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspenning) (Kombinasjon: LK1)

$$\left( \frac{N}{Nd} + \frac{M_z}{Mzd} \right)^2 + \left( \frac{V_y}{V_d} \right)^2 = \left( \frac{711.1}{4558.0} + \frac{49.5}{663.7} \right)^2 + \left( \frac{96.8}{746.6} \right)^2 = 0.26 < 1.1$$

Deformasjon

Deformasjon (Kombinasjon: LK4)

$$d/40.00 = 3.78/40.00 = 0.095 < 1$$

Rammeberegning 4.21  
 GBS Data AS

15 ( 20 )

Prosjekt:	Eksempel for brukerveiledningen	Dato:	2001-07-05
Utført av:		Signatur:	
Prosjektfil:	C:\RammeDocs\Eksempel.ram	Firmanavn:	<b>GBS Data AS</b>

**Element: 3 HEB 300 / St44****Detaljer**

Endeforhold	Hengslet	Hengslet	Lastangrepshøyde	Overkant
Sideavstivninger	savnesVenstre	savnesHøyre	Knekk lengde	0.00 m

**Kombinasjon: Alle****Kontroll Element: 3**

Spenningskontroll

Spenningskontroll (Kombinasjon: LK1)

$$N/N_d + M_z/M_{zd} = 662.5/3435.8 + 0.0/387.1 = 0.19 < 1$$

Fri knekking med vipping

Fri knekking med vipping (Kombinasjon: LK1)

$$(N/N_{kyd}) + (M_z/M_{zd}) * 1/KE * a = (662.5/2995.4) + (0.0/387.1) * 0.97 * 1.03 = 0.22 < 1$$

Deformasjon

Deformasjon (Kombinasjon: LK4)

$$d/40.00 = 1.14/40.00 = 0.029 < 1$$

**Element: 4 HEB 300 / St44****Detaljer**

Endeforhold	Hengslet	Hengslet	Lastangrepshøyde	Overkant
Sideavstivninger	savnesVenstre	savnesHøyre	Knekk lengde	0.00 m

**Kombinasjon: Alle****Kontroll Element: 4**

Spenningskontroll

Spenningskontroll (Kombinasjon: LK1)

$$N/N_d + M_z/M_{zd} = 648.0/3435.8 + 1.2/387.1 = 0.19 < 1$$

Vipping

Vipping (Kombinasjon: LK1)

$$M_z/M_{zd} = 1.2/376.2 = 0.00 < 1$$

Skjær

Skjær (Kombinasjon: LK1)

$$V_y/V_{yd} = 1.4/456.3 = 0.00 < 1$$

Spenningskontroll 2 (Jevnføringspenning)

Spenningskontroll 2 (Jevnføringspenning) (Kombinasjon: LK1)

$$((N/N_d + M_z/M_{zd})^2 + (V_y/V_{yd})^2)^{1/2} = ((648.0/3435.8 + 1.2/387.1)^2 + (0.14563)^2)^{1/2} = 0.19 < 1.1$$

Deformasjon

Deformasjon (Kombinasjon: LK4)

$$d/40.00 = 1.69/40.00 = 0.042 < 1$$



Rammeberegning 4.21

16 ( 20 )

Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen      Dato: 2001-07-05  
 Utført av:      Signatur:  
 Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram      Firmanavn: **GBS Data AS**

**Element: 5 HEB 300 / St44**

**Detaljer**

Endeforhold	Hengslet	Hengslet	Lastangrepshøyde	Overkant
Sideavstivninger	savnes	Venstre savnes	Høyre Knekk lengde	0.00 m

**Kombinasjon: Alle**

**Kontroll Element: 5**

Spenningskontroll

Spenningskontroll (Kombinasjon: LK1)

$$N/N_d + M_x/M_{xd} = 472.5/3435.8 + 1.4/387.1 = 0.14 < 1$$

Fri knekking med vipping

Fri knekking med vipping (Kombinasjon: LK1)

$$(N/N_{kyd}) + (M_x/M_{xd}) * 1/KE * a = (474.7/2695.4) + (1.4/372.2) * 0.97 * 1.04 = 0.18 < 1$$

Skjær

Skjær (Kombinasjon: LK1)

$$V_y/V_{yd} = 1.4/456.3 = 0.00 < 1$$

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspenning)

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspenning) (Kombinasjon: LK1)

$$((N/N_d + M_x/M_{xd})^2 + (V_y/V_{yd})^2)^{1/2} = ((472.5/3435.8 + 1.4/387.1)^2 + (0.14563)^2)^{1/2} = 0.14 < 1.1$$

Deformasjon

Deformasjon (Kombinasjon: LK4)

$$d/40.00 = 3.02/40.00 = 0.076 < 1$$

**Element: 6 HEB 300 / St44**

**Detaljer**

Endeforhold	Hengslet	Hengslet	Lastangrepshøyde	Overkant
Sideavstivninger	savnes	Venstre savnes	Høyre Knekk lengde	0.00 m

**Kombinasjon: Alle**

**Kontroll Element: 6**

Spenningskontroll

Spenningskontroll (Kombinasjon: LK3)

$$N/N_d + M_x/M_{xd} = 227.3/3435.8 + 1.4/387.1 = 0.07 < 1$$

Vipping

Vipping (Kombinasjon: LK1)

$$M_x/M_{xd} = 1.4/372.2 = 0.00 < 1$$

Skjær

Skjær (Kombinasjon: LK1)

$$V_y/V_{yd} = 1.4/456.3 = 0.00 < 1$$

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspenning)

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspenning) (Kombinasjon: LK3)

$$((N/N_d + M_x/M_{xd})^2 + (V_y/V_{yd})^2)^{1/2} = ((227.3/3435.8 + 1.4/387.1)^2 + (0.14563)^2)^{1/2} = 0.07 < 1.1$$

Rammeberegning 4.21  
 GBS Data AS

17 ( 20 )

Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen

Dato: 2001-07-05

Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram

Firmanavn: **GBS Data AS****Kontroll Element: 6**

Deformasjon

Deformasjon (Kombinasjon: LK4)

 $d/40.00 = 3.45/40.00 = 0.086 < 1$ **Element: 7 HEB 300 / St44****Detaljer**

Endeforhold	Hengslet	Hengslet	Lastangrepshøyde	Overkant
Sideavstivninger	savnes\venstre	savnesHøyre	Knekk lengde	0.00 m

**Kombinasjon: Alle****Kontroll Element: 7**

Spenningskontroll

Spenningskontroll (Kombinasjon: LK2)

 $N/N_d + M_z/M_{zd} = 63.5/3435.8 + 1.5/387.1 = 0.02 < 1$ 

Fri knekking med vipping

Fri knekking med vipping (Kombinasjon: LK1)

 $(N/N_{kyd}) + (M_z/M_{zd}) * 1/KE * a = (0.9/2559.1) + (1.5/387.5) * 1.00 * 1.00 = 0.00 < 1$ 

Skjær

Skjær (Kombinasjon: LK1)

 $V_y/V_{yd} = 1.4/456.3 = 0.00 < 1$ 

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspennning)

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspennning) (Kombinasjon: LK2)

 $((N/N_d + M_z/M_{zd})^2 + (V_y/V_{yd})^2)^{1/2} = ((63.5/3435.8 + 1.5/387.1)^2 + (0.1/456.3)^2)^{1/2} = 0.02 < 1.1$ 

Deformasjon

Deformasjon (Kombinasjon: LK4)

 $d/40.00 = 3.74/40.00 = 0.094 < 1$ **Element: 8 HEB 300 / St44****Detaljer**

Endeforhold	Hengslet	Hengslet	Lastangrepshøyde	Overkant
Sideavstivninger	savnes\venstre	savnesHøyre	Knekk lengde	0.00 m

**Kombinasjon: Alle****Kontroll Element: 8**

Spenningskontroll

Spenningskontroll (Kombinasjon: LK1)

 $N/N_d + M_z/M_{zd} = 174.5/3435.8 + 1.5/387.1 = 0.05 < 1$ 

Fri knekking med vipping

Fri knekking med vipping (Kombinasjon: LK1)

 $(N/N_{kyd}) + (M_z/M_{zd}) * 1/KE * a = (177.0/2559.1) + (1.5/387.5) * 0.98 * 1.02 = 0.07 < 1$ 

Skjær

Rammeberegning 4.21  
© GBS Data AS

18 ( 20 )

Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen Dato: 2001-07-05  
Utført av: Signatur:  
Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram Firmanavn: **GBS Data AS**

### Kontroll Element: 8

Skjær (Kombinasjon: LK1)

$$V_y/V_{yd} = 1.4/456.3 = 0.00 < 1$$

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspenning)

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspenning) (Kombinasjon: LK1)

$$\left( \left( \frac{N}{Nd} + \frac{M_z}{M_{zd}} \right)^2 + \left( \frac{V_y}{V_{yd}} \right)^2 \right)^{1/2} = \left( \left( 174.5/3435.8 + 1.5/387.1 \right)^2 + (0.14563)^2 \right)^{1/2} = 0.05 < 1.1$$

Deformasjon

Deformasjon (Kombinasjon: LK4)

$$d/40.00 = 3.74/40.00 = 0.094 < 1$$

### Element: 9 HEB 300 / St44

#### Detaljer

Endeforhold	Hengslet	Hengslet	Lastangrepshøyde	Overkant
Sideavstivninger savnes\venstre	savnesHøyre	Knekkklengde	0.00 m	

### Kombinasjon: Alle

### Kontroll Element: 9

Spenningskontroll

Spenningskontroll (Kombinasjon: LK3)

$$N/N_d + M_z/M_{zd} = 385.8/3435.8 + 1.7/387.1 = 0.12 < 1$$

Vipping

Vipping (Kombinasjon: LK1)

$$M_z/M_{zd} = 1.7/362.0 = 0.00 < 1$$

Skjær

Skjær (Kombinasjon: LK1)

$$V_y/V_{yd} = 1.4/456.3 = 0.00 < 1$$

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspenning)

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspenning) (Kombinasjon: LK3)

$$\left( \left( \frac{N}{Nd} + \frac{M_z}{M_{zd}} \right)^2 + \left( \frac{V_y}{V_{yd}} \right)^2 \right)^{1/2} = \left( \left( 385.8/3435.8 + 1.7/387.1 \right)^2 + (0.14563)^2 \right)^{1/2} = 0.12 < 1.1$$

Deformasjon


Deformasjon (Kombinasjon: LK4)

$$d/40.00 = 3.57/40.00 = 0.089 < 1$$

### Element: 10 HEB 300 / St44

#### Detaljer

Endeforhold	Hengslet	Hengslet	Lastangrepshøyde	Overkant
Sideavstivninger savnes\venstre	savnesHøyre	Knekkklengde	0.00 m	

Rammeberegning 4.21  


19 ( 20 )

Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen

Dato: 2001-07-05

Utført av:

Signatur:

Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram

Firmanavn: **GBS Data AS****Kombinasjon: Alle****Kontroll Element: 10**

Spenningskontroll

Spenningskontroll (Kombinasjon: LK1)

$$N/Nd + Mz/Mzd = 539.8/3435.8 + 1.7/387.1 = 0.16 < 1$$

Fri knekking med vipping

Fri knekking med vipping (Kombinasjon: LK1)

$$(N/Nkd) + (Mz/Mzd) * 1/KE * a = (542.6/2415.6) + (1.7/362.0) * 0.94 * 1.06 = 0.23 < 1$$

Skjær

Skjær (Kombinasjon: LK1)

$$Vy/Vyd = 1.4/456.3 = 0.00 < 1$$

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspenning)

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspenning) (Kombinasjon: LK1)

$$((N/Nd + Mz/Mzd)^2 + (Vy/Vyd)^2)^{1/2} = ((539.8/3435.8 + 1.7/387.1)^2 + (0.14563)^2)^{1/2} = 0.16 < 1.1$$

Deformasjon

Deformasjon (Kombinasjon: LK4)

$$d/40.00 = 2.88/40.00 = 0.072 < 1$$

**Element: 11 HEB 300 / St44****Detaljer**

Endeforhold Hengslet Hengslet Lastangrephøyde Overkant

Sideavstivninger savnesVenstre savnesHøyre Knekkklengde 0.00 m

**Kombinasjon: Alle****Kontroll Element: 11**

Spenningskontroll

Spenningskontroll (Kombinasjon: LK1)

$$N/Nd + Mz/Mzd = 655.7/3435.8 + 1.8/387.1 = 0.20 < 1$$

Vipping

Vipping (Kombinasjon: LK1)

$$Mz/Mzd = 1.9/356.0 = 0.01 < 1$$

Skjær

Skjær (Kombinasjon: LK1)

$$Vy/Vyd = 1.4/456.3 = 0.00 < 1$$

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspenning)

Spenningskontroll 2 (Jevnføringsspenning) (Kombinasjon: LK1)

$$((N/Nd + Mz/Mzd)^2 + (Vy/Vyd)^2)^{1/2} = ((655.7/3435.8 + 1.8/387.1)^2 + (0.14563)^2)^{1/2} = 0.20 < 1.1$$

Deformasjon

Deformasjon (Kombinasjon: LK4)

$$d/40.00 = 2.21/40.00 = 0.055 < 1$$

Rammeberegning 4.21  
GBS Data AS

20 ( 20 )

Prosjekt: Eksempel for brukerveiledningen  
Utført av:  
Prosjektfil: C:\RammeDocs\Eksempel.ram

Dato: 2001-07-05  
Signatur:  
Firmanavn: **GBS Data AS**

### **Element: 12 HEB 300 / St44**

#### **Detaljer**

Endeforhold	Hengslet	Hengslet	Lastangreps <span>h</span> øyde	Overkant
Sida <span>ev</span> stivninger	savnes <span>ven</span> stre	savnes <span>H</span> øyre	Knekk <span>l</span> engde	0.00 m

### **Kombinasjon: Alle**

#### **Kontroll Element: 12**

##### Spenningskontroll

Spenningskontroll (Kombinasjon: LK1)

$$N/N_d + M_x/M_{d} = 659.7/3435.8 + 0.0/387.1 = 0.19 < 1$$

Fri knekking med vipping

Fri knekking med vipping (Kombinasjon: LK1)

$$(N/N_{kyd}) + (M_x/M_{d}) * 1/KE * a = (659.7/2391.4) + (0.0/387.1) * 0.93 * 1.08 = 0.28 < 1$$

##### Deformasjon

Deformasjon (Kombinasjon: LK4)

$$d/40.00 = 1.08/40.00 = 0.027 < 1$$

# 7. Henvisninger

## Referanser

- 1) Statik und Stabilität der baukonstruktion, Kristian Petersen
- 2) Dimensionering enligt BSK. K. Lundin, Stålbyggnadsinstitutet, 1990
- 3) G-PROG Ramme Statikk, Brukerveiledning
- 4) G-PROG Ramme Ståldimensjonering, Brukerveiledning
- 5) NS 3470-1 5. utgave
- 6) NBI Teknisk Godkjenning, Nr. 2142/97, Kerto-bjelken

# 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 12, 13, 14

## B

Begrensninger 3  
Beregne 11, 19  
Beregning 11  
Beregning av  $\Psi$  og vippemoment 34

## D

deformasjonsvalg 11  
Deformasjonsvalg 11  
Detaljer 10, 18  
Dialogbokser 3, 6, 20  
Dimensjonering 6–17, 39

## E

Eksempler 39  
Element 7  
Endeavstivning 18  
Endeavstivninger 9  
Endeforhold 8, 18, 34

## F

Farvevalg 18  
Fil 7, 19

## G

Grafisk arbeidsområde 17

## H

Hjelp 16  
Hovedvinduet 19

## I

Ikke avstivet bjelke 34  
Inndata i Dimensjoneringsmodus 7

Inndata i Geometrimodus 7  
Introduksjon 3

## K

Kapasitet 12–15, 13, 19  
Knekk lengde 18  
Kombinasjon 8  
Kontroll 12, 14, 18  
Kontroll av knekking og vipping 33

## L

Lastangrepshøyde 10  
Lastkombinasjoner 12, 18–19

## M

Markering 14  
Materiale 6, 12  
Menyer 7  
Metoder 18  
Momenttype 34–36  
Mus 8

## N

NS 3472 6, 14

## R

Resultat 12

## S

Sideavstivning 9  
Skriv ut 19  
Skrive ut resultater 19  
Standardavhengig 6, 18  
Standarder 6, 18  
Statisk analyse 6

## T

Teori 6  
Tverravstivning 10, 14  
Tverrsnittsverdier 12  
Tverrsnittsverdier 13

## U

Utføre dimensjonering 18  
Utføre statisk analyse 18  
Utnyttelsesgrad 12–15, 19  
Utnyttelsesgrad farver 15  
Utnyttelsesgrad tabell 15  
Utskriftvalg 19

## V

Valg 16



Valgte elementer 11, 15  
Velg kombinasjon 8  
Vindu 16  
Vis 7