

Flatedekke

Versjon 6.0.1 januar 2010

Programmet er utarbeidet og eiet av:

Sivilingeniør Ove Sletten
Saturnveien 2B
7036 Trondheim

Tlf. 73968153

© Copyright 2001-2009 Siv.ing Ove Sletten

INNHOOLD

| | |
|--|-----------|
| 1 FØR DU STARTER | 4 |
| 1.1 Minimum systemkrav | 4 |
| 1.2 Installasjon av programmet fra internett | 4 |
| 1.3 Nye versjoner av programmet | 4 |
| 2 PROGRAMOVERSIKT | 5 |
| 2.1 Kort om programmet | 5 |
| 2.2 Aksesystem og fortegneregler | 5 |
| 2.3 Hvordan flytte markøren på skjermen..... | 6 |
| 2.4 Hente og lagre datafiler | 6 |
| 2.5 Standard materialdata..... | 6 |
| 2.6 Eksportere datafiler til K-Bjelke | 6 |
| 3 FORKLARING AV DATAGRUPPENE..... | 7 |
| 3.1 Modulnett | 7 |
| 3.2 Omriss | 8 |
| 3.3 Utsparing | 9 |
| 3.4 Platetykkelse..... | 9 |
| 3.5 Lastdata | 9 |
| 3.6 Armering | 10 |
| 3.7 Søylar | 10 |
| 3.8 Vegger | 11 |
| 3.9 Bjelker | 12 |
| 3.10 Plassering av etterspente kabler. | 12 |
| 3.11 Data for etterspente kabler. | 12 |
| 3.12 Materialdata | 13 |
| 4 BEREGNINGSRISIKO | 14 |
| 4.1 Statiskberegninger | 14 |
| 4.2 Momentkontroll i bruddgrense..... | 14 |
| 4.3 Risskontroll | 15 |
| 4.4 Skjærkontroll i bruddgrense..... | 15 |
| 4.5 Gjennomløkkingskontroll..... | 15 |
| 4.6 Nedbøyning | 16 |
| 4.7 Oppleggskrefter | 16 |
| 5 TEORI | 17 |
| 5.1 Statisk modell..... | 17 |
| 5.2 Beregning av svinn- og kryptall | 17 |
| 5.3 Momentkontroll i bruddgrensetilstand..... | 18 |
| 5.4 Kabelkrefter..... | 18 |
| 5.5 Lastfaktorer for last på grunn av spennkabler..... | 20 |
| 5.6 Skjærkontroll i bruddgrensetilstand | 20 |
| 5.7 Gjennomløkkingskontroll..... | 21 |
| 5.8 Risskontroll | 22 |
| 5.9 Nedbøyning | 23 |

6 PROGRAMREVISJONER 24

7 REFERANSER 24

1 Før du starter

1.1 Minimum systemkrav

- Standard PC med Microsoft Windows 95 eller nyere.

1.2 Installasjon av programmet fra internett

Ved installasjon på ny datamaskin må du først laste ned systemfilene som programmet bruker:

- <http://www.ove-sletten.no/SetupNyPC.exe> velg lagre på din PC, f.eks. til Skrivebordet. Dobbeltklikk på filen du har lastet ned for å starte installasjonen og følg instruksjonene på skjermen. NB ! Ingen programmer blir installert, kun snarveier og systemfiler.

Etter at systemfilene er installert må du legge inn programfilen: FLATE.EXE.

Du kan motta filen som:

- Alt. 1 : Som vedlegg i e-post. Flate.exe blir da pakket som en zip-fil og gitt ett navn med endelsen *.zzz. Klikk på vedlegget og velg "lagre som", endre endelsen på filnavnet fra zzz til zip. Deretter pakker du ut filen og legger den på riktig mappe, vanligvis C:\Programfiler\OS-Prog\ eller C:\Programfiler (x86)\OS-Prog\ for Windows 7.
- Alt. 2 : Som link i e-post. Du klikker på linken og velger å lagre programmet til din PC, f.eks. til Skrivebordet. Programmet du laster ned er av typen RAR-EXE og for å pakke ut filen må du skrive inn ett passord. Passordet blir oppgitt i e-posten.

1.3 Nye versjoner av programmet

Oppgraderte programmer sendes med e-post.

Programfilen FLATE.EXE sendes som vedlegg og er pakket som en zip-fil. Alternativt kan den sendes som link dersom ditt epostfilter ikke tillater at programmet sendes som et vedlegg.

Pakk ut filen og erstatt den gamle FLATE.EXE filen som ligger på mappen:

C:\PROGRAMFILER\OS-Prog

(eller C:\PROGRAM FILES\OS-Prog hvis du benytter engelsk versjon).

WINZIP kan brukes til å pakke ut filen. Åpne zip-filen og klikk på knappen:"Extract" i winzip.

2 Programoversikt

2.1 Kort om programmet

Flatedekke er et program for beregning av slakkarmerte dekker i betong. Det kan være flatedekke, andre former for toveisplate eller fundamentplate på mark (på elastisk grunn).

Statisk system:

- Platen inndeles i hovedfelt i x-retning og y-retning, med modullinjer. Platens omriss tegnes grafisk som et polygon.
- Det benyttes søyler, vegger og bjelker som opplegg for platen.
- For plate på mark blir det automatisk lagt inn vertikale fjærer (fra elastisk grunn)
- Dekketykkelse kan variere fra felt til felt, og en kan i tillegg angi spesiell tykkelse på en mindre flate i bestemte felt. Normal dekketykkelse må alltid angis selv om det er ulik dekketykkelse i de forskjellige felt. Det må angis en avstand fra referansenivå til underkant av dekket i hvert felt. Hvis dekket har samme tykkelse i alle felt, så faller underkant av dekket sammen med referansenivå. Ellers skal underkant av ”normal dekketykkelse” falle sammen med referansenivå. Avstand til referansenivå benyttes til å beregne eksentrisk plassering av normalkraft fra spennkabler.
- Platen kan ha utsparinger
- Lasttyper er :
 1. Jevnt fordelt last (feltlast)
 2. Punktlaster.
 3. Flatelaster. Flatelast er en jevnt fordelt last på en mindre flate i bestemte felt. Flatelast kan brukes som linjelast.

Resultater:

- Momentkontroll, M/M_d .
- Risskontroll, w/w_d .
- Nødvendig armering, og senteravstand for gitt armeringsdiameter.
- Gjennomlokkingskontroll for søyleopplegg
- Gjennomlokkingskontroll for punktlaster
- Oppleggskrefter for søyler, bjelker og vegger

2.2 Aksesystem og fortegnsregler

Y
|___X_

Programmet benytter et aksesystem som vist ovenfor, og med origo i nederste venstre hjørne på dekket.

Plate

- Positivt moment gir strekk i overkant av dekket.
- Positiv last peker nedover
- Positiv nedbøyning er nedover.

Resulterende krefter på søyler, vegger og bjelker

- Positive oppleggskrefter peker oppover (dvs. nedover på søyler, vegger eller bjelker).
- Positive oppleggsmomenter: Momentvektoren som belaster vegg eller søyle vil peke i positiv X-retning eller Y-retning, og virke i henhold til høyrehåndsregelen

2.3 Hvordan flytte markøren på skjermen

- ←↓↑→ Bruk piltastene for å flytte markøren mellom datafeltene i tabeller.
- Ved hjelp av TAB eller SHIFT + TAB kan du flytte markøren til alle datafelter, kommandoknapper og valg- eller avkryssingsknapper.
- Du kan sette fokus på datafelter, kommandoknapper og avkryssingsknapper med bruk av musepekeren.
- Du kan trykke en kommandoknapp ved å trykke ALT + "BOKSTAV". BOKSTAV er da den bokstav som er understreket i teksten på kommandoknappen (f.eks. A i Avbryt)

2.4 Hente og lagre datafiler



Lagre data

Du kan hente og lagre data under menyvalget FIL. Velg ÅPNE for å hente en datafil, og LAGRE for å lagre en datafil.

På skjermbildet for utskrift kan en også lagre data ved å trykke på kommandoknapp LAGRE DATA. Her kan en også kontrollere at fila er lagret før en skriver ut. Navnet på datafilen blir skrevet øverst på 1. side av utskriften.

2.5 Standard materialdata

På skjermbildet for MATERIALDATA, er det en kommandoknapp for å lagre standard materialdata. Velg lagre hvis materialdata skal brukes som standardsett til bruk ved senere kjøring.

2.6 Eksportere datafiler til K-Bjelke

Du kan lagre data for bjelker under menyvalget FIL og undermeny "Eksportere Bjelke data til K-Bjelke". Angi bjelker som skal eksporteres, eller klikk på aktuell bjelke fra Figur. Programmet vil foreslå filnavn som Bjelke1, Bjelke2 o.s.v. , og foreslå samme mappe som datafilen for Flatedekke ligger på. Du kan endre på mappe og filnavn før du klikker på LAGRE.

3 Forklaring av datagruppene

Kommandoer for inndata

| | |
|----------------------|---|
| Modulnett | Modulnett, utkraging og antall mellomakser. |
| Omriss | Dekkets kantlinjer. |
| Platetykkelse | Dekketykkelse. Platen kan ha områder med spesiell tykkelse. |
| Lastdata | Feltlaster, punktlaster, flatelaster, lastfaktorer og egenvekt av dekket. |
| Armering | Armeringsdiameter, overdekning og armeringsretning nærmest uk/ok. |
| Søyler | Søyledata og plassering av søyler. |
| Vegger | Veggdata og plassering av vegger. |
| Bjelker | Bjelkedata og plassering av bjelker. |
| Materialdata | Betongkvalitet, Stålkvalitet, Eksponeringsklasse m.m. |
| Setningstall | Gjelder plate på mark. |
| Spennkabel | Plassering av etterspente kabler og data for kablene |

3.1 Modulnett

Modulnettet brukes som ett rutenett ("grid") ved plassering av søyler, vegger, bjelker m.m. Modulnettet består av hovedakser, utkragerer og mellomakser. Hovedaksene skal vise det statiske bæresystemet. De skal gå gjennom de viktigste oppleggspunkter for dekket (søyler og vegger). Det kan bli problem med utskrift av armering, og det kan bli urimelig store skjærspenninger hvis en lager et altfor finmasket modulnett. Hvis det er kort avstand mellom hovedakser, så skal en bruke få mellomakser. Få mellomakser vil gi noe mindre og riktigere nedbøyning.

Akser og utkragerer:

1. Velg antall og plassering av hovedakser.
2. Skriv verdier for utkragerer for platen, minimum $1/2 * \text{søylebredden}$.
3. Hvert felt skal inndeles med 3, 5, 7 eller 9 mellomakser. Programmets standardverdi er 5.

EKSEMPEL: Data for modulnett

Plate med dimensjoner 5000mm x 6000mm (x-y retning)

Platen er opplagt på 4 søyler (ett i hvert hjørne). Dimensjon på søyler er 300 x 300.

1. Hovedakser og utkragerer

Antall hovedakser i X-retning = 2

Fast avstand mellom hovedakser = 4700 mm

Utkrager venstre kant = 150 mm ($1/2 * \text{søylebredde}$ på 300 mm)

Utkrager høyre kant = 150 mm

Antall hovedakser i Y-retning = 2

Fast avstand mellom hovedakser = 5700 mm

Utkrager øvre kant = 150 mm ($1/2 * \text{søylebredde}$ på 300 mm)

Utkrager nedre kant = 150 mm

2. Mellomakser

Klikk på knappen "Mellomakser"

X-retning: Antall mellomakser i felt nr. 1 = 5 (kan velge 3, 5, 7 eller 9)

Y-retning: Antall mellomakser i felt nr. 1 = 5 (kan velge 3, 5, 7 eller 9)

Feltinndeling

Programmet beregner:

- $\text{Antall innerfelt} = \text{Antall hovedakser} - 1$. I tillegg kommer to utkragerfelt.

Grenselinjer (dekkestriper)

Til hver modullinje (hovedakser og mellomakser) er det knyttet en dekkestripe med modullinjene plassert midt i stripen. Det gjelder for både X-retning og Y-retning.

Dekkestripene er normalt dobbelt så brede ute i feltet som ved hovedaksene.

Programmet beregner grenselinjer mellom dekkestripene. På skjermbildet for "OMRISS" av platen, er grenselinjene tegnet med rød farge for å skille dem fra modullinjene.

Plassering i modulnett

1. Søyler plasseres normalt i knutepunkt mellom hovedakser, men kan plasseres i alle knutepunkt. (Knutepunkt er krysningspunkt mellom akser).
2. Vegger og bjelker plasseres i modullinjer, fra knutepunkt til knutepunkt.

3.2 Omriss

Omrisset for platen kan angis grafisk eller manuelt. Omrisset er låst til grenselinjene mellom dekkestripene. Det anbefales å benytte grafisk metode.

Hovedaksene er tegnet med sort farge og grenselinjene mellom dekkestripene er tegnet med rød farge. Mellomaksene er ikke inntegnet.

Inntegning grafisk

1. Klikk på kommandoknappen "Velg omriss grafisk"
2. Bruk musepekeren og klikk på figuren der det 1. hjørnet til platen skal plasseres.
3. Tegn videre ved å klikke på alle hjørnene og avslutt tegningen ved å klikke på det første hjørnet i platen. Den valgte platen skal da bli skyggelagt.

Tabellen som inneholder koordinatene for omrisset oppdateres automatisk.

NB! Plasseringene av hjørnene kan endres manuelt i tabellen etter at flaten er tegnet, eller de kan tegnes på nytt ved å klikke på "Velg omriss grafisk".

Manuell metode

Skriv inn verdier direkte i tabell for omriss .

1. Velg antall sider for omrisset til platen.
2. Fyll inn verdier i tabellen med koordinatene for omrisset (koordinater i hjørner)

Skrå linjer

Omrisset kan ha skrå linjer, men den statiske modellen må følge inndelingen i dekkestriper slik at den skrå linjen egentlig blir en "trappeformet" linje istedenfor en skrå linje.

3.3 *Utsparing*

Utsparinger plasseres mellom grenselinjene for dekkestripene. Dvs. en utsparing må omfatte en eller flere dekkestriper i begge retningene.

Ny utsparing

Klikk på kommandoknappen "NY UTSPARING", og angi plassering av utsparingen grafisk med bruk av musa. Klikk på første hjørne i utsparingen, flytt markøren til diagonalt motstående hjørne og klikk på nytt.

Endre utsparing

Utstrekning for utsparingen kan endres i tabellen.

Fjern utsparing

Klikk på kommandoknappen "FJERN UTSPARING", og klikk på tallet til utsparingen (figur) som skal fjernes.

3.4 *Platetykkelse*

Platetykkelsen angis for hvert felt. Hvis platetykkelsen i feltene er like settes det et kryss i "LIK TYKKELSE I ALLE FELT".

Det er mulig å spesifisere soner med spesiell tykkelse på samme måte som utsparing spesifiseres. Klikk på kommandoknappen "FELT MED SPESIELL TYKKELSE" for å åpne skjermbildet som viser soner med spesiell tykkelse.

3.5 *Lastdata*

Verdiene av lastene angis som permanent last og variabel last. Positiv last er nedover se kapittel 2.2.

Lastfaktorer

Det er et eget skjermbilde med et skjema for beregning av lastfaktorer for nedbøyning, risskontroll og bruddgrense. Her velges:

- Pålitelighetsklasse. Hvis klassen velges lik 1 reduseres lastfaktor for bruddgrense variabel last med 0.9.
- Velg kategori som gir verdier for PSI-faktor (ψ_0 , ψ_1 , ψ_2) kalt w_0 , w_1 og w_2 på skjermen.
- Risskontroll: Faktor for variabel last settes lik w_1 for spennarmert konstruksjon og lik w_2 for slakkarmert konstruksjon
- Nedbøyning: Avhengig av konsekvens for nedbøyning blir lastfaktoren for variabel last 1, w_1 eller w_2 .

Når du går ut av bildet for lastfaktorer er det mulig å overskrive verdiene i tabellen som vises på lastdata, men de beregnes tilbake igjen dersom skjemaet blir åpnet igjen.

Egenvekt

Egenvekt av dekket er satt til 2500 kg/m³, men kan endres.

Last fra egenvekt av dekket skal ikke medtas i påført permanent last, da denne beregnes av programmet.

Feltlaster (kN/m²)

- Feltlaster er jevnt fordelte laster.
- Feltlaster dekker hele felt.
- Du kan velge å bruke lik feltlast på **hele** platen.

Punktlaster (kN)

- Punktlaster plasseres ved å angi indekser (i,j) for aktuelt felt samt koordinater (x1,y1) i lokalt aksesystem for feltet.
- Koordinatene (x1,y1) i lokalt aksesystem er gitt i millimeter.

Momentlaster (kNm)

- Momentlaster plasseres ved å angi aksnr. (i,j), for aktuelt knutepunkt. Lastene kan bare plasseres i knutepunkt. Momentvektoren kan ha vilkårlig retning. En angir komponenten i X-retning og Y-retning. Positivt moment i henhold til "høyrehåndsregelen".

Flatelaster (kN/m²)

- Flatelaster er jevnt fordelte laster.
- Velg indeks (i,j) for aktuelt felt som lasten skal plasseres.
- Arealet som lasten dekker er bestemt av koordinatene (x1,y1)-(x2,y2) i lokalt aksesystem for feltet.
- Lasten skal ikke krysse hovedakselinjene men plasseres innenfor et enkelt felt
- Ved å velge en langstrakt smal stripe blir lasten en linjelast.

3.6 Armering

Platen har armering i overkant og i underkant. Armeringen ligger i X-retning og Y-retning.

Skriv inn verdier for armering:

1. Armeringsdiameter i mm
2. Overdekning i mm
3. Velg om armering i X-retning eller Y-retning er det ytterste lag mot kant (overside/underside av platen).

Bestemt grenseverdi for armering

Under armeringsdata kan du angi en bestemt nedre grense for armering i overkant og underkant, x-retning og y-retning. Programmet øker armeringer hvis det er statisk nødvendig eller pga krav til minimumsarmering i standarden.

3.7 Søyler

Søyler plasseres normalt i knutepunkt mellom hovedakser men kan plasseres i alle knutepunkt. Plassering av søyler vises i figur og i tabell.

Søyler kan være momentstivt forbundet med dekket, eller ha fri forbindelse.

Søyledata

Klikk på kommandoknappen "SØYLEDATA" for å spesifisere søyle(r). Velg tverrsnitttype: rektangulær, sirkulær eller oval, og skriv inn data for størrelsen på søylen. Angi data for alle søyletyper som skal benyttes. Klikk på "Ny" for å angi data for en ny søyletype.

Automatisk plassering av søyler i knutepunkt

Klikk på kommandoknappen "SØYLE I KNUTE PUNKT" for automatisk plassering av søyler i alle knutepunktene mellom hovedaksene.

I dialogboksen som vises på skjermen er det mulig å velge om søyle er under platen, eller om den er under og over, samt hvilken søyletype som skal plasseres. Det kan ikke være søyle bare på oversiden i et punkt.

Søyleplassering (grafisk)

Søyler kan plasseres grafisk ved å klikke på kommandoknappen "NY SØYLE". Bruk musepekeren for å plassere søylen.

- Programmet velger automatisk samme søyletype som foregående men det kan du endre i tabellen.

Fjern søyle

Fjern søyle ved å klikke på "FJERN SØYLE" og klikk deretter på tallet til søylen som skal fjernes i figuren.

Endre plassering av søylene

- Det er mulig å flytte på søylene ved å endre dataene i tabellen for søyler.
- Du kan fjerne en søyle på oversiden ved å velge nr "blank" for søyletype 'over' i tabellen.

3.8 Vegger

Vegger plasseres i modullinjer, fra knutepunkt til knutepunkt.

Plassering av vegger (grafisk)

- Vegg kan plasseres grafisk ved å klikke på "NY VEGG (X-RETNING)" eller "NY VEGG (Y-RETNING)". Bruk musepekeren for å plassere vegg på figuren.
- Første vegg må få angitt data for høyde og tykkelse og plassering (under eller over dekket). For etterfølgende vegger velger programmet veggtype og side lik foregående. Du kan endre dataene i tabellen.
- Fjern vegg ved å klikke på "FJERN VEGG" og klikk deretter på tallet til vegg som skal fjernes i figuren.
- Vegger kan være momentstivt forbundet med dekket, eller ha fri forbindelse.

Tabell for plassering

- Du kan angi veggens plassering i tabellen
- Det er mulig å flytte eller endre lengden på vegger ved å endre dataene i tabellene for vegger.

3.9 Bjelker

Bjelker plasseres i modullinjer, fra knutepunkt til knutepunkt.

En bjelke må minst ha to oppleggspunkt. Opplegg kan være søyle, vegg eller kryssende bjelke.

Plassering av bjelker (grafisk)

Bjelken kan plasseres grafisk ved å klikke på "NY BJELKE (X-RETNING)" eller "NY BJELKE (Y-RETNING)". Bruk musepekeren for å plassere bjelken på figuren.

Fjern bjelke ved å klikke på "FJERN BJELKE" og klikk deretter på tallet til bjelken som skal fjernes i figuren.

Endre plassering og lengde av bjelken

Det er mulig å flytte eller endre lengden på bjelker ved å endre dataene i tabellene for bjelker.

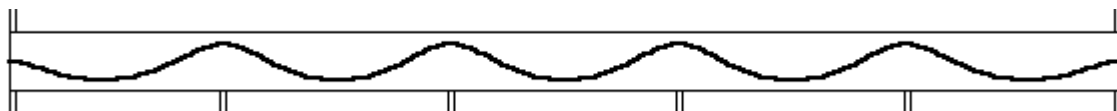
3.10 Plassering av etterspente kabler.

Plassering av kabelgrupper (grafisk)

Kabelgrupper plasseres grafisk ved å klikke på "NY KABEL (X-RETNING)" eller "NY KABEL (Y-RETNING)". Bruk musepekeren for å plassere kabelgruppen på figuren.

Du kan justere plassering av kabelgruppene ved å endre på koordinatene for senterlinje, ende1 og ende2.

3.11 Data for etterspente kabler.



Kabelform: Det benyttes vanligvis horisontal kabel i begge ender, fra endepunkt til nærmeste oppleggspunkt, og parabelform i alle innerfelt. Programmet legger automatisk inn parabelkurver mellom toppunkt og bunnpunkt. Hvis avstand fra toppunkt til bunnpunkt = L så blir avstand fra toppunkt til infleksjonspunkt = $0.25 * L$.

Følgende data angis for å definere kabelkurven:

- Velg antall punkter på kabelkurven. Minimum 3 punkter og maks 36 punkter.
- Kabelkurvepunkter som angis er kabelgruppens ende 1 og 2, alle toppunkter/bunnpunkter og endepunkter på rette linjestykker.
- Du skal ikke angi samme punkt to ganger. Infleksjonspunkter trenger du ikke angi.

I tabellen for kabelkurven angis koordinatverdier for hvert punkt.

- Lengdeaksen for kablen benytter aksesystemet for flatedekket.
- z-aksen er avstand fra underkant av dekke, (referanseplan), til senter av kabel (pos. retning er oppover).

Øvrige data for en kabelgruppe:

CC kabler (avstand i mm mellom kabler i denne kabelgruppe).

Kabelverrsnitt (mm²)

Spennkraft før låsetap (kN) (oppspenningskraft i hver enkelt kabel i gruppen)

Låsetap: kabelforskyvning (mm)

Antall spennkabler i kabelgruppen.

Friksjonskoeffisient. Standardverdi er 0.05.

TILLEGGSVINKEL (rad/m) Standardverdi er 0.01. Her angir du tilleggsvinkel på grunn av uforutsette vinkelendringer av kabelen. Hvis det er ekstra vinkelendring i horisontalretning, f.eks. på grunn av utsparring, så ta også med dette bidraget.

KOPIERE KABELGRUPPE. Det er mulig å kopiere datasettet fra en eksisterende kabelgruppe men da må endepunktene og retningen for kabelgruppene være identiske.

3.12 *Materialdata*

Materialdata inneholder materialfaktor for betong og stål, betongkvalitet, e-modul for armering, relativ fuktighet, dimensjonerende levetid, eksponeringsklasse med mer.

Det ligger inne et standarddatasett for materialdata i programmet. Datasettet kan endres. Hvis du ønsker å bruke et endret datasett som nytt standarddatasett klikk på kommandoknappen “Lagre som standard datasett”.

Effektiv høyde, h_o : Denne benyttes for beregning av kryp og svinn (/1/ 3.1.4(5)).

Programmet beregner en verdi, basert på tverrsnittdata. Du kan angi en annen verdi.

Min. overdekning. Programmet viser minste tillatte overdekning som er beregnet i henhold til /1/ tabell NA.4.4N . Du må først velge eksponeringsklasse. Du kan angi toleranse for overdekning. Totalt krav til overdekning blir min. krav + toleranse.

4 Beregningsresultater



Utskrift av data og beregningsresultater

4.1 Statikkberegninger

Statikkmodellen er forklart under punkt 5.1

Lastsituasjoner:

- a) dekke med permanent last i alle felt,
- b1) variabel last i alle felt,
- b2) variabel last i felt 1, 3, 5 ..(x-retning) og 1,3,5.. (y-retning),
- b3) variabel last i felt 1, 3, 5 ..(x-retning) og 2,4,6.. (y-retning),
- b4) variabel last i felt 2, 4, 6 ..(x-retning) og 1,3,5.. (y-retning),
- b5) variabel last i felt 2, 4, 6 ..(x-retning) og 2,4,6.. (y-retning)

Lastvirkning fra spennkabler regnes for seg, og kombineres med virkning av permanent last.

Omhyllningskurver i bruddgrense og bruksgrense (med lastfaktorer for risskontroll):

Programmet beregner omhyllningskurver for moment (største og minste moment i hvert knutepunkt på grunn av variabel last), og største skjærkraft i hvert knutepunkt. Det tas hensyn til momentfordeling over søyleopplegg.

4.2 Momentkontroll i bruddgrense

Programmet kontrollerer bøyning om X-aksen og Y-aksen i bruddgrensetilstand. Det benyttes korttids Emodul ved tøyingsberegning. Det kontrolleres for strekk i underkant og overkant. Beregningsresultatet, (M/M_d), fremstilles grafisk og kan vises både på skjerm og utskrift.

Momentfordeling

I knutepunkt direkte over søyler kan det bli en stor momenttopp. Programmet fordeler noe av den til de to nabostripene. Hvis bredden på elementstripene over søylen er b så blir momenttoppen isteden fordelt over en bredde $1.5b$. Momenttoppen er minste differanse mellom moment over søyle og moment i nabostripe. Momentet i nabostripene blir øket på grunn av denne momentfordelingen. Momentfordeling blir også utført i underkant for søylelaster i plate på mark, og i overkant i endepunkt for vegger og bjelker.

Armering

Programmet starter med minimumsarmering, og øker armeringen hvis dimensjonerende moment er større enn momentkapasiteten. I risskontrollen kan programmet øke armeringen ytterligere.

- Armeringsmengde vises i felt- og søylestriper. Armeringen kan også vises mer detaljert for hver stripe i modulnettet.
- Armeringsmengde for utkrager vises kun i detaljert visning.
- Senteravstand for armering vises i resultatene. Senteravstand er basert på beregnet armeringsmengde og gitt armeringsdiameter.

Konstruksjonsregler, krav til armeringsmengde i /1/.

Armeringsmengde som beregnes er nødvendig armering eller minimumsarmering basert på en statisk beregning. Armeringsmengden må kontrolleres mot krav i standarden:

Minimumsarmering beregnes i henhold til /1/ 9.2.1(1) og NA.9.2.1.

/1/ 9.2.1.4 og 9.3.1.2(1) *Av den maksimale hovedarmeringen i felt bør minst følgende andel føres forbi det forutsatte opplegget:*

50 % ved fritt opplegg i endefelt.

25 % ved innspenning eller kontinuitet.

Konstruksjonsregler, krav til senteravstand i /1/.

Armeringens senteravstand er her basert på statisk nødvendig armering eller minimumsarmering. Senteravstand må kontrolleres mot krav i standarden:

h er platetykkelse i mm:

/1/ NA.9.3.1.1(3) *Største senteravstanden*

for hovedarmering: $3 \cdot h \leq 400 \text{ mm}$. for fordelingsarmering: $3.5 \cdot h \leq 450 \text{ mm}$

I områder med konsentrerte laster og med største moment (felt og støtte)

for hovedarmering: $2.5 \cdot h \leq 250 \text{ mm}$. for fordelingsarmering: $3 \cdot h \leq 400 \text{ mm}$

4.3 Risskontroll

Risskontroll blir utført i henhold til /1/ 7.3.4 og NA.7.3.4(3) Programmet øker armeringen hvis beregnet rissvidde er større enn tillatt.

Beregningsresultatet, (w/wd), fremstilles grafisk og kan vises både på skjerm og utskrift.

4.4 Skjærkontroll i bruddgrense

Hvis kapasitet for trykkbrudd eller strekkbrudd er overskredet, så skrives det ut en melding på skjermen.

Ved punktlaster og søyler kontrolleres for gjennomlokking , og nødvendig skjærarmering for gjennomlokking vil bli skrevet ut.

I andre punkter, (utenfor soner for gjennomlokking), kontrolleres om det trengs ordinær skjærarmering. Hvis det trengs, så blir den skrevet ut.

4.5 Gjennomlokkingskontroll

For hvert søyleopplegg skrives det ut medvirkende overkantarmring i hver retning, trykkbruddkontroll og nødvendig skjærarmering på hver side i x-retning og y-retning. For hver punktlast skrives det ut nødvendig skjærarmering på hver side i x-retning og y-retning.

4.6 Nedbøyning

Denne beregnes etter lang tid med virkning av kryp og svinn.

Nedbøyning vises for følgende lastsituasjoner:

1. Permanent last i alle felt.
2. Permanent last i alle felt og variabel last plassert i felt slik at den gir maksimal nedbøyning.

4.7 Oppleggskrefter

Oppleggskreftene er nominelle verdier uten bruk av lastfaktorer. Fortegnsregler se kapittel.

2.2.

- Oppleggskrefter på søyler beregnes for permanent last, og for de fem tilfellene av variabel last som er vist ovenfor i punkt 4.1.
- Oppleggskrefter på vegger beregnes for permanent last, for all variabel last og for kombinasjoner av variabel last som gir største eller minste moment.
- Oppleggskrefter på bjelker beregnes for permanent last, og for kombinasjoner av variabel last som gir størst last.

5 Teori

5.1 Statisk modell.

Statisk modell: Bjelkerist.

Modullinjene i x-retning og y-retning (hovedakser og mellomakser) er bjelkeelementer i bjelkeristen.

Knutepunktene i bjelkeristen er punktene hvor linjene i x-retning og y-retning krysser.

Elementmetoden benyttes for å beregne forskyvninger og snittkrefter i knutepunktene.

Det benyttes en liten torsjonsstivhet i bjelkeelementene. Ved armeringsberegning, både i overkant og underkant, blir torsjonsmomentet tatt med i bøyemomentet som dimensjonerende moment i bruddgrense.

Vegger

Dekket kan ha vegger på underside og overside. I begge tilfeller vil veggen gi oppleggskrefter til dekket. Det betyr at veggen kan være opphengt i overliggende vegg. Det er gjort unntak for overliggende vegg på plate på mark. Her vil en overliggende vegg kun bidra til at dekket ikke krummer seg langs kontaktlinjen mot veggen.

En overliggende vegg må ha opplegg på underliggende vegg, eller vegg og søyle, men det gjelder ikke for plate på mark.

Hvis veggen er momentstivt forbundet med dekket så vil veggen også gi oppleggsmomenter. Veggens bøyestivhet blir beregnet som om den er leddlagret i motstående ende ($k = 3EI/L$).

Søyler

Dekket er momentstivt forbundet til søyler. Det kan være søyle på undersiden, eller undersiden og oversiden, men ikke bare på oversiden i et punkt. Søylen bøyestivhet blir beregnet som om den er leddlagret i motstående ende ($k = 3EI/L$).

Bjelker

Dekket kan være støpt sammen med bjelker. Da får elementene langs bjelken økt bøyestivhet, ved at bjelken og dekket regnes som en enhet (T-bjelke). En bjelke må alltid ha minst to oppleggspunkt. Det kan være på søyle, vegg eller kryssende bjelke.

5.2 Beregning av svinn- og kryptall

Beregningene utføres i henhold til /1/ 3.1.4 og tillegg B.

I første tidsrom, fra utstøping til lastpåføring (vanligvis 28 døgn), forutsettes 70 % relativ fuktighet ved beregningene. Fra lastpåføring til $t=25000$ (antatt brukstid for konstruksjonen), benyttes den relative fuktighet som bruker har angitt under materialdata.

5.3 Momentkontroll i bruddgrensetilstand

Lastene multipliseres med lastfaktorer for bruddgrense. Virkning av etterspente kabler regnes som lastvirkning (se nedenfor).

Programmet beregner en tøyningstilstand som gir likevekt mellom indre spenninger og påførte laster, og tøyningene er da basert på at plane tverrsnitt forblir plane. Hvis det ikke finnes en likevektstilstand (f.eks. for liten kapasitet på trykksiden, eller for lite strekkarmering), så søker programmet seg frem til et lavere moment som er grenseverdien for tverrsnittets bæreevne.

Ved beregning av tverrsnittets momentkapasitet, vil enten betongens trykktøyning være fullt utnyttet (ϵ_{cu2}), eller en vil ha maks tillatt strekktøyning i armeringen. Tøyningen på motsatt kant blir tilpasset slik at indre aksialkraft blir like stor som ytre aksialkraft i betongen på grunn av spennkrefter. Hvis tverrsnittet ikke er spennarmert, så blir den indre aksialkraften = 0.

Betongtrykkspenninger beregnes i henhold til /1/ 3.1.7, figur 3.3.

Med gitt betongkvalitet, samt tilslaget spesifikk vekt, beregner programmet grenseverdiene ϵ_{c2} , ϵ_{cu2} , f_{ck} og f_{cd} , basert på /1/ tabell 3.1, samt 3.1.6(1) og NA.3.1.6(1) for f_{cd} , og 3.1.6(2) og NA.3.1.6(2) for f_{ctd} .

Armeringsspenninger beregnes i henhold til /1/ figur 3.8.

Emodul for slakkarming angis under materialdata.

Virkingen av etterspente kabler blir behandlet som lastvirkning.

5.4 Kabelkrefter

Følgende data er gitt som inndata:

Po: Oppspenningskraft

μ : Friksjonskoeffisient

kx: Sum av tilfeldige bøyninger (0.02 rad/m er standardverdi)

Oppspenningspunkt: venstre ende, høyre ende eller begge ender.

Hvis en benytter oppspenning i begge ender, så blir friksjonstapet mindre, da en regner friksjonstap fra midtsone mot begge endepunkt.

Kabelkraft etter friksjonstap.

Vi regner først effektive kabelkrefter for hver kabelgruppe, like etter oppspenning. Kabelkraft er oppspenningskraft - tap p.g.a. friksjon og tilfeldige bøyninger.

$$5.4.1: P_x = P_o * e^{-\mu * (ax + kx)}$$

ax: Sum av vinkelendringer fra oppspenningspunkt til betraktet snitt.

kx: Sum av tilfeldige bøyninger, (0.02 rad/m er standardverdi), fra oppspenningspunkt til betraktet snitt.

Kabelkurven er sammensatt av parabelkurver med felles tangent i alle infleksjonspunkter, og vanligvis rette linjestykker i endepunktene. Programmet legger automatisk inn parabelkurver mellom toppunkt og bunnpunkt. Hvis horisontal avstand fra toppunkt til bunnpunkt=L, så blir horisontal avstand fra toppunkt til infleksjonspunkt mellom (0.125*L. Og 0.5*L).

Infleksjonspunkt plasseres slik at krumningsradius blir ned mot 2500 mm ved toppunkt, men

infleksjonspunktet legges ikke nærmere toppunkt enn $1/8$ av avstand fra toppunkt til bunnpunkt.

Låsetap:

Følgende data er gitt som inndata:

Ltap: Lengde på kabelens forskyvning i bjelkens endepunkt ved låsing

μ : Friksjonskoeffisient

As: Kabelverrsnitt

Es: Emodul for spennkabel

Virkning av låsetapet vil forplante seg en lengde L_s innover i bjelken.

Programmet skal beregne L_s og redusert kabelkraft i bjelkeenden.

Friksjonen er en funksjon av tverrkraften, som er proporsjonal med kabelkraften etter låsetap.

Det antas at friksjonskreftene over lengde L_s er tilnærmet like store som før låsetap, men motsatt rettet.

$$5.4.2: L_s = \text{Sqr}(A_s * E_s * x_1 * L_{\text{tap}} / dp)$$

Hvis kabelen er oppspent i en ende :

x_1 er kabellengde og dp er friksjonstap fra ende1 til ende2.

Hvis kabelen er oppspent i begge ender :

x_1 er halve kabellengden og dp er friksjonstap fra ende1 til midtpunkt.

Tverrlaster:

Parabel inn mot opplegg, gir tverrlast nedover, q_1 .

$$5.4.3: q_1 = F * 2 * a \text{ (kN/m)} \text{ (Parabel med origo i toppunkt: } Z = -a * X^2 \text{ . Kabelkraft = F)}$$

Parabel i midtfelt gir tverrlast oppover, q_2 .

$$5.4.4: q_2 = -F * 2 * b \text{ (kN/m)} \text{ (Parabel med origo i bunnpunkt: } Z = b * X^2 \text{ . Kabelkraft = F)}$$

Programmet benytter en annen beregningsmetode, som vist nedenfor. Denne metoden gir samme resultat, og metoden kan benyttes for en vilkårlig form på kabelkurven. Fra toppunkt til bunnpunkt inndeles kurven i 16 like store lange kurvestykker ($L/16$). Z -koordinat og X -koordinat beregnes for hvert punkt, modellen gjøres om til en kurve som består av små rette linjestykker mellom punktene. Denne modellen benyttes til beregning av friksjonstap, og låsetap, og til slutt beregning av tverrkrefter fra kabelen.

Kabelkurvens helningsvinkel mellom punkt $j-1$ og j : $v_1 = (Z_j - Z_{j-1}) / (X_j - X_{j-1})$

Kabelkurvens helningsvinkel mellom punkt $j+1$ og j : $v_2 = (Z_{j+1} - Z_j) / (X_{j+1} - X_j)$

Tverrkraft i punkt j :

$$5.4.5: P = -F * (v_2 - v_1) \text{ (Kabelkraft = F) } P \text{ er positiv nedover.}$$

Aksialkraft på grunn av spennkablene.

Forankringskretene fra spennkablene virker som punktlaster i dekkeplan. Det antas at lastvirkningen spres i 45 grader fra forankringspunktet. I programmet regnes medvirkende snitt i elementrekker i X -retning for aksialkrefter i Y -retning, og medvirkende snitt i elementrekker i Y -retning for aksialkrefter i X -retning. Vegger på tvers av det aktuelle snittet medregnes også, slik at aksialkraften blir fordelt på dekket og medvirkende vegger. Det medfører mindre aksialspenning i dekket. I snitt med spesiell dekketykkelse vil aksialkraften også gi et momentbidrag ($M = \text{aksialkraft} * e$) Eksentrisiteten, e , regnes som vertikal avstand fra midtpunkt i snittet til midtpunkt i ”normal dekketykkelse”.

Elementrekke i Y-retning (aksialkrefter i X-retning)

- A: areal av medvirkende snitt
 I: Trehetsmoment for medvirkende snitt
 Yt: Tyngdepunkt i medvirkende snitt
 P: Sum av forankringskrefter i X-retning på en side av snittet.
 Yp: Tyngdepunkt av forankringskreftene.
 Yel: Y-koordinat for et element i elementrekken.

Aksialspenning for elementet i posisjon Yel:

$$5.4.6: \text{Sigma} = P/A + P*(Yp - Yt)*Yel / I$$

For elementrekke i X-retning gjøres tilsvarende beregning av aksialspenninger i Y-retning.

5.5 Lastfaktorer for last på grunn av spennkabler.

I bruksgrensetilstand og bruksgrensetilstand benyttes lastfaktor bestemt av spenningsreduksjon på grunn av svinntøyning, kryptøyning og relaksasjon. Det antas 2% tap på grunn av relaksasjon, og det blir vanligvis ca 10% på grunn av kryp og svinntøyning. Det regnes med kryptøyning på grunn av midlere aksialspenning. Det benyttes kryptall (Ø28-999), som gjelder fra lastpåføring til ut levetiden for konstruksjonen. Dette økes med en faktor afk, på grunn av lavere fasthet ved oppspenning.

$a = fck1 / fck$ (relativ fasthet ved oppspenning)

Hvis $a \leq 0.4$: afk = 1.4

Hvis $a \leq 0.7$: afk = $1.3 + (0.7 - a) * 0.333$

Hvis $a \leq 0.85$: afk = $1.1 + (0.85 - a) * 1.3333$

Hvis $a > 0.85$: afk = $1 + (1 - a) * 0.666$

kryptoyning = kryptoyning * afk

Beregning av afk er tatt fra Svensk standard: BBK 94.

I bruddgrensetilstand benyttes laveste verdi av 0.9 og beregnet lastfaktor.

5.6 Skjærkontroll i bruddgrensetilstand

Beregningene utføres i henhold til /1/ punkt 6.2. Det tas hensyn til aksialt trykk og aksialt strekk i henhold til /1/ (6.2a) og (6.2b).

α - vinkel mellom tverrarmring og lengdeakse er antatt = 90 grader.

Trykkbruddkapasitet kontrolleres for full skjærkraft. Strekkbruddkapasitet kontrolleres for redusert skjærkraft i henhold til /1/ 6.2.1(8) og 6.2.2(6).

Kapasitet for trykkbrudd og strekkbrudd kontrolleres. Bidrag fra aksialkraft medregnes.

Hvis det trengs skjærarmring så beregner programmet statisk nødvendig armering i henhold til /1/ 6.2.3(2) Helningsvinkel på trykkdiagonal, \emptyset , er satt til 39 grader ($\cot \emptyset = 1.239$).

Minimumsarmering beregnes i henhold til /1/ 9.2.2(5). Største tillatte bøyelavstand er angitt i /1/ 9.2.2(6).

Programmet gir melding hvis det er beregnet skjærarmring i noen punkter.

5.7 Gjennomlokkingskontroll

Dimensjonering i henhold til /1/ 6.4. Det kontrollberegnes i avstand $2*d$ fra søylekant eller kant av punktlast. Hvis det trengs skjærarmering, så kontrolleres også snitt lenger ute. Som snitt mot søylekant benyttes et rektangulært snitt, både for rektangulær, sirkulær og oval søyle. For sirkulær og oval søyle benyttes et rektangel med samme omkrets som søyleverrsnittet. For ovalt tverrsnitt settes bredden på rektangel lik bredden på søyleverrsnitt, mens høyden på rektangelet tilpasses.

Dimensjonerende snitt. Programmet skiller mellom:

1. Punktlast eller innersøyle med dimensjonerende snitt på alle fire sidene
2. Punktlast eller søyle nær en platekant med dimensjonerende snitt på tre sider (snittet går ut mot fri platekant)
3. Punktlast eller søyle nær et hjørne med dimensjonerende snitt på to sider (snittet går ut mot to platekanter).

Programmet beregner følgende verdier for kontrollsnittet.

Snittet lengde, u_1 : /1/ figur 6.13 og 6.15

Redusert omkrets, u_1^* : /1/ figur 6.20

W_1 : /1/ (6.40)

β : /1/ (6.39) og (6.43) for innersøyle, (6.44) for kantsøyle og (6.46) for hjørnesøyle

Største skjærspenning: /1/ (6.38)

Største tillatte skjærspenning uten skjærarmering, V_{rdc} : /1/ 6.4.4(1)

Største skjærkapasitet for trykkbrudd, $V_{rd,max}$: /1/ (6.9) og (6.14), NA.6.2.3 og (NA.6.6N)

Hvis det trengs skjærarmering:

Først bestemmer programmet posisjonen til et snitt hvor en ikke trenger skjærarmering. Der er største skjærspenning er tilnærmet lik V_{rdc} . En starter i posisjon $2*d$ fra søylekant, og øker avstanden trinnvis med $0.1*d$. For hver posisjon regner en ut aktuelle verdier for snittet: u , β og største skjærspenning.

Programmet beregner antall armeringsrader og posisjon for hver rad: /1/ 9.4.3 og figur 9.10.

I inndata er skjærarmeringens helningsvinkel angitt. Programmet godtar 30 grader kun hvis det bare blir behov for en armeringsrad /1/ 9.4.3(4). Er det behov for mer enn en armeringsrad så endrer programmet helningsvinkelen til 45 grader, hvis det er angitt en lavere verdi.

Avstand mellom armeringsrader blir vanligvis satt til $0.75*d$ /1/ 9.4.3(1). Med skråstilt skjærarmering og mer enn to armeringsrader, så kan avstanden bli satt til lavere, men ikke under $0.65*d$.

Maks avstand mellom bøyleben: /1/ 9.4.3(1)

Minimum armering i hvert bøyleben : /1/ (9.11)

Nødvendig skjærarmering i hver armeringsrad: /1/ 6.4.5(1)

Dimensjonerende krefter

Oppleggskrefter for søyler i bruddgrense benyttes, men påført last innenfor snittgrensene trekkes fra vertikalkraften. Det gjelder også påførte tverrkrefter fra spennkabler. Det kontrolleres for de fem forskjellige tilfellene av variabel last som er beskrevet ovenfor under punkt 4.1.

Punktlast kontrolleres for angitt permanent og variabel last, multipliser med lastfaktorer i bruddgrensetilstand. Hvis det er plate på mark, så blir last fra grunntrykk innenfor snittgrensene trukket fra vertikalkraften.

5.8 Risskontroll

Beregningene utføres i henhold til /1/ 7.3.4 og NA.7.3.4(3)..

Dimensjonerende krefter for risskontroll.

- f : lastfaktor for variabel last, for risskontroll (bestemt under ”Lastfaktorer” i programmet)
- $M_{dim} = M_g + f \cdot M_p$ (M_g er moment på grunn av egenvekt og spennkrefter. M_p er moment på grunn av nyttelast).
- $N_{dim} = N_g + f \cdot N_p$ (N_g er aksialkraft på grunn av egenvekt og spennkrefter. N_p er aksialkraft på grunn av nyttelast).

Det tas hensyn til tap i spennkrefter på grunn av kryp, svinn og relaksasjon, ved beregning av dimensjonerende krefter.

Urisset betong.

Betongen antas urisset hvis største strekkspenning er mindre enn f_{td} .

Hvis betongen er urisset så avsluttes beregningen og beregnet rissvidde settes til 0.

Beregning av rissvidden

Tverrsnittets tøyningstilstand beregnes basert på opprisset tverrsnitt (betongen tar ikke strekk).

Spennings -tøyningssammenheng er angitt i /1/ figur 3.2, og figur 3.8 for armeringen.

Effektivt betongareal beregnes i henhold til /1/ figur 7.1 og NA.7.3.4(3), som angir en nedre grense for $h_{c,eff}$, og sum av medvirkende armerings på strekksiden beregnes. $S_{r,max}$ beregnes i henhold til /1/ (7.11) og W_k beregnes i henhold til /1/ (7.8)

I ligning /1/ (7.9) benyttes vanligvis $k_t = 0.4$ (langvarig last) , men buker kan endre det til 0.6 under lastdata.

5.9 Nedbøyning

Nedbøyningen baserer seg på beregnede krumninger i hvert felt i bruksgrensetilstand, samt beregning av forskyvinger i elementmodellen. For plate på mark korrigeres ikke nedbøyningen fra elementmodellen.

Krumning beregnes for følgende lasttilfeller.

1. Egenvekt og påført egenvekt. Langtids E-modul.
2. Permanent last + Nyttelast i ugunstige felt. Midlere E-modul benyttes (se nedenfor).
3. Aksialkraft fra etterspente kabler medregnes.

Det tas hensyn til betongens strekkfasthet ved beregning av krumning. Det antas at betongen kan ha ta strekkspenning inntil $0.8 \cdot f_{ctk05}$. Den del av tverrsnittet som ville fått høyre strekkspenning blir ikke medregnet. Svinntøyning er medregnet. De gir indre spenninger som fører til trykk spenninger i armeringen og strekkspenninger i betongen.

Nedbøyning fra permanent last, medregnet egenvekt.

Først beregner programmet nødvendig armering for alle elementer. Stivhetsmatrisen er da basert på full stivhet i alle dekke-elementer (treghetsmoment $I_0 = b \cdot h^3 / 12$).

For lasttilfellet som omfatter all permanent last, beregnes nye stivhetstall for alle dekke-elementer, og det bygges opp en ny stivhetsmatrise. I denne er langtids E-modul benyttet, for å ta hensyn til krypvirkning. Nytt stivhetstall $E \cdot I = \text{Moment} / \text{krumning}$. Moment er fra første beregning, på grunn av permanent last, og uten lastfaktorer. Det tas hensyn til betongens strekkfasthet, som beskrevet ovenfor.

Ved beregning av krumning (og derav elementstivhet), er det tatt hensyn til virkning av svinn. 70 % av svinntøyning etter lang tid er benyttet. Spenningsgivende betongtøyning blir redusert med denne svinntøyningen. Det fører til større krumning, og dermed lavere stivhetstall, og det gir større nedbøyning. Nedbøyningen beregnes så med den nye stivhetsmatrisen, med lasttilfellet som omfatter all permanent last. For vegg- og søyleelementer, benyttes en tilnærmet langtids E-modul. Samme metode benyttes for variabel last (se nedenfor).

Nedbøyning fra variabel last

Lastsituasjoner:

- a) dekke med permanent last i alle felt,
- b1) variabel last i alle felt,
- b2) variabel last i felt 1, 3, 5 ..(x-retning) og 1,3,5.. (y-retning),
- b3) variabel last i felt 1, 3, 5 ..(x-retning) og 2,4,6.. (y-retning),
- b4) variabel last i felt 2, 4, 6 ..(x-retning) og 1,3,5.. (y-retning),
- b5) variabel last i felt 2, 4, 6 ..(x-retning) og 2,4,6.. (y-retning)

For hvert lasttilfelle, (a+b1, a+b2, ..a+b5), beregnes nye stivhetstall for alle dekke-elementer, og det bygges opp en ny stivhetsmatrise. Nedbøyning beregnes og største nedbøyning i hvert punkt sorteres ut.

Kryptallet korrigeres med faktoren $k = (Mg + 0.5 \cdot Mp) / (Mg + Mp)$, for å ta hensyn til krypvirkning når krumning beregnes. Mp er moment fra variabel last og Mg er moment fra permanent last. Nytt stivhetstall $E \cdot I = \text{Moment} / \text{krumning}$

Programrevisjoner

Versjon 1.2, september 2001.

Første utgave av programmet.

Versjon 1.0 – versjon 3.6.0 var basert på NS 3473 og NS 3490

Disse er beskrevet i brukerhåndbok KBJELKE-09.doc

Versjon 6.0 oktober 2009.

- Programmet er omarbeidet og tilpasset NS-EN 1992-1-1:2004+NA:2008 og NS-EN 1990:2002+NA:2008.

Versjon 6.0.1 januar 2010.

- Programmet er tilpasset svensk Eurokode: SS-EN 1992-1-1:2004+NA:2008 og SS-EN 1990:2002+NA:2008. Det kan leveres en programutgave med svensk tekst.

6 Referanser

/1/ NS-EN 1992-1-1:2004+NA:2008

/2/ NS-EN 1990:2002+NA:2008