

E-Bjelke

Versjon 6.1.2 oktober 2010

Programmet er utarbeidet og eiet av:

Sivilingeniør Ove Sletten
Saturnvegen 2B
7036 Trondheim

Tlf. 73968153

© Copyright 1996 Ove Sletten

Innhold

1	FØR DU STARTER	4
1.1	Minimum systemkrav	4
1.2	Installasjon av programmet	4
1.3	Sikkerhetskopi.....	4
2	PROGRAMOVERSIKT	4
2.1	Hva kan programmet brukes til	4
2.2	Aksesystem og fortegneregler	5
2.3	Hvordan flytte markøren på skjermen	5
2.4	Hente og lagre datafiler	5
2.5	Standard materialdata	5
2.6	Standard armeringsdata	5
2.7	Standard utskriftsfont	5
2.8	Standard datafiler	6
3	FORKLARING AV 1. SKJERMBILDE	6
3.1	Menylinjen.....	6
3.2	Kommandoer for inndata.....	6
4	FORKLARING AV DATAGRUPPENE	6
4.1	Tverrsnittdata	6
4.2	Armeringsdata / Spennarmeringsdata	7
4.3	Materialdata.....	7
4.4	Lastdata	7
4.5	Bjelkeprofil.....	8
4.6	Bjelkenese	8
4.7	Utsparinger.....	8
4.8	Samvirkepåstøp.....	8
5	BEREGNINGSRISULTATER	9

5.1	Utløfting fra form	9
5.2	Transport.....	9
5.3	Momentkontroll	9
5.4	Risskontroll	10
5.5	Skjærkontroll	10
5.6	Samvirkebøyer	10
5.7	Bjelkenese	11
5.8	Bjelkehylle	11
5.9	Utsparinger.....	11
5.10	Forblindinger	11
5.11	Nedbøyning.....	11
5.12	Oppleggskrefter	11
6	TEORI	12
6.1	Kontroll av oppspenningstilstand.....	12
6.2	Kontroll av transportfasen.....	12
6.3	Beregning av svinn-og kryptall.....	12
6.4	Relaksasjon.....	12
6.5	Momentkontroll i bruddgrensetilstand.....	12
6.6	Beregning av tapskrefter i spennarmering	13
6.7	Skjærkontroll i bruddgrensetilstand.....	13
6.8	Risskontroll	14
6.9	Nedbøyning.....	15
6.10	Beregning av bjelkenese	16
6.11	Beregning av utsparinger	17
6.12	Beregning av oppleggshylle.....	18
6.13	Beregning av spaltestrekkebøyer	19
6.14	Beregning av forankringsbøyer i bjelkeende.....	19
6.15	Beregning av samvirkebøyer	20
7	PROGRAMREVISJONER.....	23

8 REFERANSER.....23

1 Før du starter

1.1 *Minimum systemkrav*

- Microsoft Windows operativsystem 3.1 eller senere
- PC med en 80386-prosessor eller høyere
- Minst 4 MB ledig minne
- Harddisk
- Microsoft Mouse eller et kompatibelt pekeredskap

1.2 *Installasjon av programmet*

- Installasjonsveiledning blir sendt sammen med programmet. Det sendes over internett.

1.3 *Sikkerhetskopi*

Før du installerer programmet kan du lage en sikkerhetskopi av programdisketten, til eget bruk.

2 Programoversikt

2.1 *Hva kan programmet brukes til*

E-BJELKE er et program for beregning av spennarmerte eller slakkarmerte bjelker / dekker i betong.

Statisk system: fritt opplegg i begge ender, med mulighet for utkrager. Utkragerer kan være forskjellig ved utløfting fra form, ved transport og etter montasje.

- Bjelken kan ha fall i overkant, ensidig eller tosidig.
- Bjelken kan ha samvirkepåstøp, som beregnes spesielt.
- Bjelken kan ha neseopplegg som beregnes spesielt.
- Armering rundt utsparinger blir beregnet, for rektangulære eller sirkulære utsparinger.
- Virkning av last på bjelkehylle og eventuelle forankringskrefter beregnes.

Det er lagt inn typiske standard tverrsnittformer i programmet

2.2 Aksesystem og fortegneregler

Z
|___Y__

Vi benytter et høyrehånds aksesystem, som vist ovenfor, og med X-aksen langs bjelken. Positive moment og kraftvektorer peker i akseretningene. Positivt moment gir strekk i overkant, og positiv aksialkraft gir strekk.

2.3 Hvordan flytte markøren på skjermen

- ↓↑ Ved hjelp av piltastene kan du flytte markøren mellom datafeltene.
- Ved hjelp av TAB eller SHIFT + TAB kan du flytte markøren til alle datafelter, kommandoknapper og valg eller avkryssningsknapper.
 - I tabellformer (f.eks. inndata for utsparinger), kan en flytte markøren horisontalt ved hjelp av TAB eller SHIFT+TAB, og vertikalt ved hjelp av piltastene.
 - Du kan plassere musepeker på alle datafelter, kommandoknapper og valg eller avkryssningsknapper, og trykke venstre museknapp.

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

På 1. skjermbildet kan en hente og lagre data under menyvalget FILE. Velg ÅPNE for å hente en en datafil, og LAGRE for å lagre en datafil. På skjermbildet for utskrift kan en også lagre data ved å trykke på kommandoknapp for LAGRE DATA. Her kan en også kontrollere at fila er lagret før en skriver ut. På utskriften vil det da stå navnet på datafila, øverst på 1. side.

2.5 Standard materialdata

På skjermbildet for MATERIALDATA, er det en kommandoknapp for å lagre standard materialdata. Det datsettet som du da lagrer vil bli benyttet som ditt standard datasett ved senere kjøring.

2.6 Standard armeringsdata

På skjermbildet for GENERELLE ARMEINGSDATA FOR BJELKE eller DEKKE, er det en kommandoknapp for å lagre standard armeringsdata. De verdiene som da er angitt for armeringsoverdekning, minste avstand mellom armeringsstenger, og minste avstand mellom armeringslag, vil bli benyttet som standardverdier. Det kommer også opp et eget skjermbilde for å angi standard armeringsdiameter. Det datsettet som du da lagrer vil bli benyttet som ditt standard datasett ved senere kjøring.

2.7 Standard utskriftsfont

På skjermbildet for utskrift er det en kommandoknapp for å lagre standard utskriftsfont. Den font som du da lagrer vil bli benyttet som din standard utskriftsfont ved senere kjøring. Velg Times New Roman, Ariel eller en annen font hvor skriften kan pakkes tettere sammen.

2.8 Standard datafiler

Du kan lagre datafiler med standard tverrsnittsformer (f.eks. SIB, IB, DT ,huldekke) på en egen katalog. Du kan da også lagre standard materialdata og typisk armering på samme fila. Når du skal kjøre en beregning, så kan du hente opp en standard datafil, legge inn de aktuelle lastdata, profildata o.s.v., og tilpasse armeringen, og evt justere tverrsnittdata.

3 Forklaring av 1. skjermbilde

3.1 Menylinjen

- File. Under denne kan du hente eller lagre datasett, eller avslutte programmet
- Beregning. Du må trykke på denne for å starte en beregning.
- De øvrige menyvalg har samme funksjoner som kommandoknappene nedenfor. En kan velge mellom bruk av kommandoknapper eller menyer.

3.2 Kommandoer for inndata

Tverrsnitt. Først må du velge riktig tverrsnitttype: T, I, rektangel, huldekke, DT el. DLB

Utspær. Utspæringer kan være rektangulære el. sirkulære / ovale

Påstøp. Data for samvirkepåstøp: Påstøpen kan ha variabel tykkelse.

Material. Betongkvalitet, stålkvalitet, rel .fukt., eksponeringsklasse, min.overdekning m.m.

Last. Lastfaktorer, samt jevnt fordelt last, punktlaster, trapeslaster, oppspenning og formsug

Profil. Her bestemmer du bjelkeprofil, med utkragerlengder og evt. bjelkenese

Hylle. For tverrsnitttype DLB må du angi data vedr. lastplassering på hylle

Armering. Data for armering i ok og uk, samt "generelle armeringsdata"

Spennarm. Data for spennarmering i ok og uk, samt "generelle armeringsdata"

Oppspenn. Oppspenningskrefter samt kabelføring i ok (horisontal eller med fall), samt evt forblinding av spennkabler



Ved å trykke på denne knappen kan du få utskrift av data og beregningsresultater



Ved å trykke på denne knappen får du et forstørret bilde av bjelkeprofil og tverrsnitt med armering.

4 Forklaring av datagruppene

4.1 Tverrsnittdata

En kan velge mellom 6 typiske tverrsnittsformer. Klikk på øyet for å se den angitte tverrsnittfigur, samt beregnede tverrsnittdata. For huldekke kan en benytte 4, 5 eller 6 hull.

Programmet vil kontrollere tillatte armeringsposisjoner basert på antall hull.

Merk! En kan få frem spesielle tverrsnittformer ved å sette enkelte tverrsnittdata = 0. En kan f.eks. få til trapesformet tverrsnitt fra T-tverrsnitt.

4.2 Armeringsdata / Spennarmeringsdata

Armeringsdata er fordelt på to skjermbilder, “GENERELLE ARMERINGSDATA” og “ARMERINGSDATA”

“GENERELLE ARMERINGSDATA” inneholder generelle data som overdekning, avstand fra kant for hvert armeringslag, senteravstand.

“ARMERINGSDATA” angir selve armeringen, diameter, antall og armeringslag nr, for armering i overkant og underkant.

- Antall Antall armeringsstenger
- D(mm) Armeringsdiameter (Ekvivalent diameter for spennkabler. D.v.s. Areal = $\pi \cdot r \cdot r$, $r=D/2$)

Lagnr Armeringslag nr. Avstand til kant for hvert lag er angitt under “GENERELLE ARMERINGSDATA”. Merk! Hvis spennkabler i overkant er horisontale og bjelken har fall, så skal en angi avstand til kant i bjelkeenden, der hvor armeringen er nærmest overkant.

4.3 Materialdata

Det ligger inne et standard datasett, som en selvsagt kan endre. En kan lagre et nytt standard datasett ved å trykke på kommandoknappen “Lagre som standard datasett”.

Effektiv høyde, ho: 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. For hulldekke og HDkomprimert vil programmet overstyre valg av ho, og sette den til 360.

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.

4.4 Lastdata

Fortegnsregler: Positiv lastretning er nedover. Positivt moment gir strekk i overkant.

- Lastfaktorer. Lastfaktorer for bruksgrense (nedbøyning og risskontroll), og bruddgrense, skal angis. Lastfaktor i bruddgrense må nå angis både for B1 og B2 (/2/ Tabell NA.A1.2(B)). Pålitelighetsklasse må angis. Programmet bestemmer lastfaktorer basert på /2/ Tabell NA.A1.1, Tabell NA.A1(904) og 6.5.3(2). Pålitelighetsklasse 1 får redusert lastfaktor for bruddgrense. Alle laster blir multiplisert med disse lastfaktorene.
- Formsug ved avforming. Brukes ved spenningskontroll for utløfting fra form
- Elementets romvekt. Brukes til å beregne egenvekt av bjelken
- Horisontalkraft i oppleggspunkt. Her kan du gi inn en faktor for horisontalkraft i oppleggspunkt. $H = \text{faktor} \times \text{oppleggskraft}$. Benyttes til beregning av forankringsarmering i bjelkeende.
- Jevnt fordelt last. Jevnt fordelt last på bjelken eller på bjelkehylle (tverrsnitttype DLB)

- **Punktlast.** Punktlaster på bjelken eller på bjelkehylle (tverrsnitttype DLB). Du skal angi avstand fra punktlasten til venstre bjelkeende, egenvektsdel og nyttelastdel. For tverrsnitttype BLB skal du også angi lastposisjon (0=venstre hylle, 1=ok bjelke, 2=høyre hylle)
- **Trapeslast.** Trapestaster på bjelken eller på bjelkehylle (tverrsnitttype DLB). Du skal angi avstand fra trapeslasten til venstre bjelkeende, egenvektsdel og nyttelastdel. For tverrsnitttype BLB skal du også angi lastposisjon (0=venstre hylle, 1=ok bjelke, 2=høyre hylle)
- **Bjelkehylle.** Gjelder tverrsnitttype DLB. Lastplassering på bjelkehylle, og plassering av forankringskrefter
- **Spennkabler.** Oppspenningskrefter, plassering i ok (horisontalt eller med fall), avspenning: rask eller myk, og forblindinger.

Nederst på skjermbildet vises et grafisk bilde av de innleste lastdata. I dette bildet er egenvekt og nyttelast slått sammen.

4.5 Bjelkeprofil

Her angir du bjelkens lengde og form, samt statisk system (d.v.s. utkragerlengder)

Du kan velge mellom rett bjelke, ensidig fall og tosidig fall. Hvis bjelken har ensidig fall, så gjelder de innleste tverrsnittdata for høyre bjelkeende. Hvis bjelken har tosidig fall, så gjelder de innleste tverrsnittdata for det snitt hvor bjelken er høyest.

Du skal angi utkragerlengder for utløfting fra form, transport, og ferdig montert.

4.6 Bjelkenese

Under bjelkeprofil kan du trykke på kommandoknapp for BJELKENESE. Du kan ha bjelkenese i høyre ende, venstre ende eller begge ender, og du kan ha forskjellig bjelkenese i venstre og høyre ende. Hvis bjelkenese er lik i begge ender, så angir du bare data for venstre bjelkenese. Du skal angi data for høyde og lengde av bjelkenese, plassering av oppleggspunkt, skråarmering, plassering av vertikale bøyler, armeringsdiametre og dimensjonerende stålspenning for skråarmering. Merk! Plassering av oppleggspunkt i bjelkenese bestemmer bjelkens utkragerlengde.

4.7 Utsparinger

Du kan legge inn rektangulære eller sirkulære / ovale utsparinger. Du angir avstand til venstre ende av bjelken, avstand fra uk bjelke til uk utsparing, bredde og høyde av utsparingen.

4.8 Samvirkepåstøp

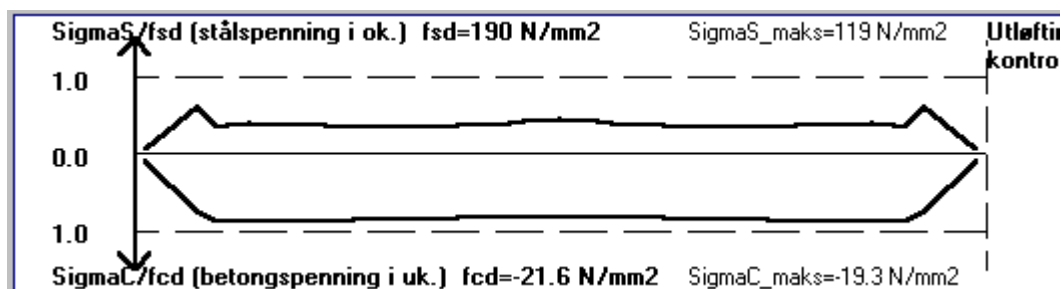
Du kan legge inn samvirkepåstøp med konstant tykkelse, eller med tykkelse som varierer langs bjelken. Påstøpens effektive bredde må angis for alle tverrsnittyper untatt DT og HULDEKKE. For disse tverrsnittypene regner programmet med at påstøpens bredde = elementets bredde.

Du kan angi armering i påstøpen. Du kan angi at en del av påført egenvekt kommer etter at samvirke er etablert. Fugetype mot påstøpen kan være RU, FORTANNET eller GLATT.

5 Beregningsresultater

5.1 Utløfting fra form

Hvis bjelken er spennarmert, så kontrollerer programmet utløfting fra form
Beregningsresultatet fremstilles grafisk som vist nedenfor.



Maks stålspenning i overkant, utnyttelsegrad ($\Sigma S / f_{sd}$), maks betongspenning i underkant og utnyttelsesgrad ($\Sigma C / f_{cd}$), skrives ut
Hvis det er behov for tilleggsarmering i overkant, så vises det grafisk., og maks tilleggsarmering skrives ut under armeringsdata.

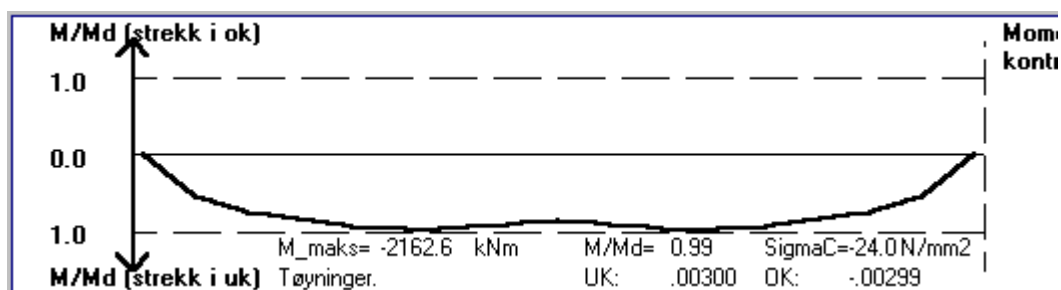
5.2 Transport

Programmet kontrollerer transportfasen på tilsvarende måte som utløfting fra form, men med 50% dynamisk tillegg på egenvektlasten. Det kan være forskjellig utkragerlengde for utløfting og transportfase. Programmet vil gi en melding hvis maksimal betongtrykkspenning eller stålspenning blir for stor i transportfasen.

5.3 Momentkontroll

Programmet kontrollerer bøyning om Y-aksen i bruddgrensetilstand. Det benyttes korttids Emodul ved tøyingsberegning, og det tas samtidig hensyn til spenningsomlagring mellom betong og armering, (tap i spennkraft) på grunn av svinn og kryptøyninger og relaksasjon.

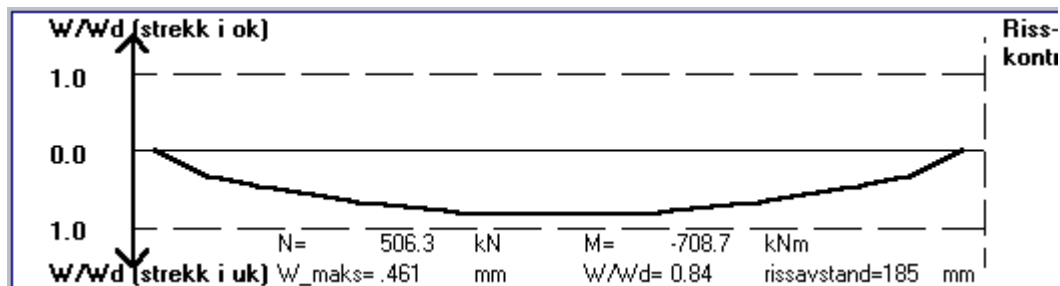
Beregningsresultatet fremstilles grafisk som vist nedenfor.



Beregningsresultatet skrives ut for det snitt som er mest utnyttet for strekk i uk , og tilsvarende for strekk i ok for bjelke med stor utkrager. Moment i bruddgrensetilstand skrives ut, utnyttelsesgrad (M / M_d), største betongspenning i snittet, samt tøyninger i uk og ok.

5.4 Risskontroll

For bjelke og dekketverrsnitt blir risskontroll utført i henhold til /1/ 7.3.4. Standardverdi for k_t er 0.4 (langvarig belastning) i ligning (7.9). Beregningsresultatet fremstilles grafisk som vist nedenfor.



Beregningsresultatet skrives ut for det snitt som er mest utnyttet for strekk i uk , og tilsvarende for strekk i ok for bjelke med stor utkrager. Maks rissvidde skrives ut, utnyttelsesgrad (W/W_d), rissavstand, samt beregnet aksialkraft og moment for risskontroll i brukstilstand.

5.5 Skjærkontroll

Statisk nødvendig skjærarmering og minimumsarmering vises grafisk. I tillegg skrives det ut en tabell med beregningsresultater for samtlige snitt.

Tabellen inneholder følgende data.

Vγ	Full skjærkraft i bruddgrensetilstand
Vredusert	Redusert skjærkraft i henhold til /1/ 6.2.1(8) og 6.2.2(6).
VRd,max Trykkbr.	Kapasitet for trykkbrudd i henhold til /1/ (6.9) og (6.14).
VRd,c (uarmert)	Kapasitet for strekkbrudd uten skjærarmering, i henhold til /1/ (6.2a), (6.2b) og NA.6.2.2 .
Stat.nødv(mm²/m)	Statisk nødvendig skjærarmering
Min.arm (mm²/m)	Minimumsarmering
Maks bøyleavstand	Maks tillatt bøyleavstand i mm

Hvis kapasitet for trykkbrudd er overskredet, så skrives det ut en melding på utskriften

5.6 Samvirkebøyer

Statisk nødvendig armering og minimumsarmering gjennom støpeskjøt vises grafisk. I tillegg skrives det ut en tabell med beregningsresultater for samtlige snitt.

Tabellen inneholder følgende data.

- **V γ** Full skjærkraft i bruddgrensetilstand
- **Skjærspenning (N/mm²)** Skjærspenning i støpeskjøt.
- **Stat.nødv(mm²/m)** Statisk nødvendig skjærarmering
- **Min.arm (mm²/m)** Minimumsarmering
- **Maks bøyleavstand** Maks tillatt bøyleavstand i mm

5.7 Bjelkenese

- Dimensjonerende oppleggskraft i bruddgrensetilstand.
- Dimensjonerende horisontalkraft i bruddgrensetilstand.
- Andel av oppleggskraft som taes av skråarmeringen.
- Horisontalarmering i uk nese.
- Horisontalbøyer i uk nese.
- Trykkarmering i ok nese.
- Skråarmering.
- Vertikale bøyer ved kant nese.
- Forankringsarmering i uk nese.

5.8 Bjelkehylle

- Ngamma: Dimensjonerende last i bruddgrensetilstand.
- Asv: Opphengsarmering.
- Ash: Horisontalarmering i ok hylle.
- Ngamma/Nd: Trykkbruddkapasitet

For punktlaster skrives også ut avstand til venstre bjelkeende og fordelingsbredde.

For trapeslaster skrives også ut avstand til venstre bjelkeende for begge endepunkter.

Hvis bjelken er fastlåst mot vridning, så skrives følgende beregningsresultater ut:

- Vridningsmoment.
- Stabiliserende moment p.g.a. friksjon.
- Moment som opptas av forankringskraft.
- Forankringskraft.

5.9 Utsparinger

- Sammen med utsparingsdata skrives beregnet skjærkraft i overgurt og undergurt.
- Horisontalarmering over og under utsparingen, og ved overkant og underkant bjelke.
- Bøylearmering over og under utsparingen.
- Bøylearmering på hver side av utsparingen.

5.10 Forblindinger

Hvis det er benyttet forblindinger, så skrives det ut antall forblindinger og forblindingslengder for begge bjelkeender.

5.11 Nedbøyning

Nedbøynig skrives ut for følgende tidspunkt.

Avforming.

Etter montasje: last G1: egenvekt av bjelken

Etter montasje: last G1 + G2: egenvekt og påført egenvekt + langtidsdel av nyttelast

Etter lang tid: last G1 + G2

Etter lang tid: last G1 + G2 + nyttelast i midtfelt.

Etter lang tid: last G1 + G2 + nyttelast på utkrager.

5.12 Oppleggskrefter

Oppleggskrefter skrives ut for bruksgrensetilstand og bruddgrensetilstand.

6 Teori

6.1 Kontroll av oppspenningstilstand

Som last benyttes oppspenningskrefter for spennkablene, samt moment på grunn av bjelkens egenvekt. Lastene multipliseres med lastfaktorer for bruksgrense.

Kontroll av betongtrykkspenning utføres i henhold til /1/ punkt 6.1. Det benyttes da et arbeidsdiagram for betong som vist i /1/ punkt 3.1.7, figur 3.3, med f_{cd} som den miste av $0.5f_{ck,cube}$ og $0.6f_{ckj}$. Dette er i samsvar med /3/ E1, punkt 2.7.2. For huldekke regnes det også med at betongen kan ta noe strekk. Dim. strekkfasthet, $f_{tk1} = f_{tk} \cdot f_{ck1} / f_{ck}$. D.v.s. strekkfasthet ved oppspenning er redusert med samme faktor som trykkfasthet. For andre tverrsnittyper regnes det ikke med betongens strekkfasthet.

Maksimal tillatt armeringsspenning i slakkarmering, eller spenningsøkning i spennarmering, er satt til 190 N/mm^2 . Hvis armeringsspenningen blir overskredet, så legger programmet inn tilleggsarmering i overkant, og tilleggsarmeringen blir vist grafisk på utskriften.

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 på grunn av for liten kapasitet på trykksiden, så legger programmet inn noe forblinding av kabler i bjelkens endeparti, og foretar ny kontroll.

Programmet legger også inn forblinding hvis beregnet betongtøyning $> \epsilon_c$.

6.2 Kontroll av transportfasen.

Som last benyttes oppspenningskrefter for spennkablene, samt moment på grunn av bjelkens egenvekt. Egenvekt multipliseres med lastfaktorer 1.5 for dynamisk tillegg. Det kan være forskjellig utkragerlengde for lagring og transport. Programmet vil gi en melding hvis tillatte spenninger blir overskredet i transportfasen.

6.3 Beregning av svinn-og kryptall

Svinn- og kryptall benyttes både til momenkontroll og beregning av nedbøyning.

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

I første tidsrom, fra utstøping til lastpåføring (vanligvis 28 døgn), benyttes en spesiell relativ fuktighet ved beregningene. Denne blir angitt under materialdata. Fra lastpåføring til $t=5000$ (antatt brukstid for konstruksjonen), benyttes den ordinære relative fuktighet som bruker har angitt under materialdata.

6.4 Relaksasjon

Relaksasjonstap beregnes etter /1/ 3.3.2(7) med $t = 500000$ timer. Det forutsettes relaksasjonsklasse 2, tråd eller tau- lav relaksasjon. Relaksasjon medfører noe tap av spennkraft. I tillegg beregnes tap av spennkraft på grunn av svinn og kryp.

6.5 Momentkontroll i bruddgrensetilstand

Som last benyttes oppspenningskrefter for spennkablene, korrigert for spenningstap på grunn av kyp og svinn, samt angitte laster for egenvekt og nyttelast. Oppspenningskreftene har lastfaktor 1.0. De øvrige lastene multipliseres med lastfaktorer for bruddgrense.

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_{cu}), 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 og figur 3.10. Det regnes med en stigende spenningskurve etter at flytespenning er nådd, i figur 3.8, men maks 1% spenningsøkning. Det regnes ikke med spenningsøkning for spennarmering etter at flytespenning, f_{pd} , er nådd i figur 3.10.

E-modul for slakkarmering og spennarmering angis under materialdata.

Bjelke med samvirkepåstøp.

Kapasiteten kontrolleres før samvirke er etablert, med moment på grunn av egenvekt og påført egenvekt. Merk at bruker kan angi at en del av påført egenvekt skal først medregnes etter at samvirke er etablert. Hvis momentkapasiteten er for liten før samvirke er etablert, så skriver programmet ut en feilmelding.

Etter at samvirke er etablert så regnes påstøpen som en del av tverrsnittet. Tøyningene beregnes utifra at plane tverrsnitt forblir plane. En regner med samme utvikling av svinntøyning i bjelke og påstøp etter at samvirke er etablert, og derfor ikke indre krefter på grunn av svinn.

6.6 Beregning av tapskrefter i spennarmering

Programmet beregner en tøyningstilstand ved oppspenning, og en tøyningstilstand for de samme laster ved lastpåføringsstidspunkt ($t=28$). Kraftomlagring for dette tidsrom beregnes på grunnlag av denne tøyningssendring, samt svinntøyning for samme tidsrom.

På tilsvarende vis beregnes en tøyningstilstand på grunn av spennkrefter og egenvektlast, ved lastpåføringsstidspunkt, og en tøyningstilstand etter 5000 døgn med samme laster, og kraftomlagring beregnes på grunnlag av denne tøyningssendring, samt svinntøyning for samme tidsrom. I tillegg tas det nå hensyn til relaksasjon (se ovenfor), ved at strekkspenninger i spennkablene reduseres ytterligere, og de ytre laster endres tilsvarende.

6.7 Skjærkontroll i bruddgrensetilstand

Beregningene utføres i henhold til /1/ punkt 6.2. Det tas hensyn til aksialt trykk i henhold til punkt 6.2.2(1)

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

b_w - bredde av bjelkesteg beregnes for de forskjellige tverrsnittyper.

- Rektangel- b_w = bredde av tverrsnittet
- I-tverrsnitt- b_w = stegbredde
- T-tverrsnitt- b_w = midlere stegbredde (det kan være trapesformet bjelkesteg)
- DT-tverrsnitt- $b_w = 2 \cdot$ midlere stegbredde (det kan være trapesformet bjelkesteg)

- L-bjelke- b_w = stegbredde
- Huldekke- b_w = bredde av tverrsnittet - sum av bredde av hullene.
- Hvis det trengs skjærarmering så beregner programmet statistisk nødvendig armering i henhold til /1/ 6.2.3(2). Helningsvinkel på trykkdiagonal, θ , er satt til 39 grader ($\cot \theta = 1.239$). Minimumsarmering beregnes i henhold til /1/ 9.2.2(5). Største tillatte bøyleavstand er angitt i /1/ 9.2.2(6).
- Trykkbruddkapasitet kontrolleres for full skjærkraft. Strekkbruddkapasitet kontrolleres for redusert skjærkraft i henhold til /1/ 6.2.1(8) og 6.2.2(6).
- Minste tillatte skjærarmering beregnes i henhold til /1/ (NA.9.5N) og største tillatte bøyleavstand er beregnet i henhold til /1/ (NA.9.6N).
- Krav om langsgående overflatearmering på bjelkestegets sider /1/ NA.9.7(1), og maks tillatt avstand på tvers mellom bøyleben /1/ (NA.9.8N) blir kontrollert av programmet. Det skrives ut en melding hvis kravene er aktuelle.

6.8 Risskontroll

Som last benyttes oppspenningskrefter for spennkablene, egenvektslaster og reduserte nyttelaster. Lastene multipliseres med lastfaktorer for bruksgrense.

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_{ctd} .

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 $k_t = 0.4$ (langvarig last) .

6.9 Nedbøyning

Nedbøyningen baserer seg på beregnede krumninger i hvert snitt i bruksgrensetilstand.

Krumning beregnes i følgende tidspunkt.

- 1: Lagring av bjelken like etter utløfting fra form. (statisk system: lagring)
- 2: Lagring av bjelken etter 28 døgn (statisk system: lagring. Kryp- og svinn: 0_28)
3. Etter montasje: (statisk system: ferdig montert. Last: egenvekt G1)
4. Etter montasje: (statisk system: ferdig montert. Last: egenvekt G1 og påført egenvekt G2)

For samvirkebjelke:

- 4a. Etter montasje: (ferdig montert, før samvirke . Last: egenvekt G1 og del av G2)
- 4b. Etter montasje: (ferdig montert, etter samvirke . Last: egenvekt G1 og G2)
5. Som 4 eller 4b, etter lang tid (Kryp- og svinn: 28_5000)
6. Som 4 eller 4b, + nyttelast i midtfelt
7. Som 4 eller 4b. + nyttelast på utkrager.

Krumning på grunn av kryptøyning:

- 8: 0-28 døgn: (punkt 2 - punkt 1, ovenfor)
- 9: 28døgn - 5000 døgn: (punkt 5 - punkt 4 el. 4b, ovenfor)

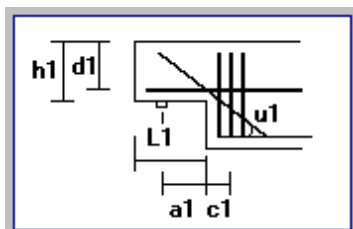
Resulterende krumning etter lang tid med nyttelast i midtfelt:

Punkt 6 + punkt 8 + punkt 9.

Resulterende krumning etter lang tid med nyttelast på utkrager:

Punkt 7 + punkt 8 + punkt 9.

6.10 Beregning av bjelkenese



Ng: Dimensjonerende oppleggskraft i bruddgrense

Ng_bruk: Oppleggskraft i bruksgrense (for risskontroll)

Hg: Dimensjonerende horisontalkraft i oppleggspunkt

As_u1 : Tverrsnittareal i skråarmeringen med helningsvinkel u1.

Ng_u1 : Den del av oppleggskraften som opptas av skråarmeringen

Ng_v : Den del av oppleggskraften som opptas av vertikale bøyler med tyngdepunkt c1.

fsd : dimensjonerende stålspenning.

Dimensjonerende strekkspenninger i armeringen, fsd1, beregnes i henhold til /3/ C.6.2.6.

Det kontrolleres også mot /1/ Tabell 7.3N, som gir maks stålspenning i bruksgrense,

fsd_bruk, avhengig av senteravstand. $fsd2 = fsd_bruk * Ng / Ng_bruk$

fsd blir da den minste av fsd1 og fsd2.

Bjelkenese beregnes i henhold til /3/ pkt. C8.2.1, for krefter i bruddgrensetilstand.

Skråarmeringen tar maks $0.33 * oppleggskraft$.

$$Ng_u1 = fsd * As_u1 * \sin(u1)$$

$$Ng_v = Ng - Ng_u1$$

Kontroll av kapasitet for Ng uten skjærarmering. Ng reduseres i henhold til /1/ 6.2.2(6).

$$Ng_red = Ng * a1 / (2 * d1) \geq 0.25 * Ng$$

Kapasitet uten skjærarmering, Vrd,c, beregnes i henhold til /1/ 6.2.2(1). Hvis Ng_red er større

enn Vrd,c, så kontrolleres skråarmering. $As_u1 \geq Ng_red / (fsd * \sin(u1))$. Hvis det er nødvendig så vil programmet automatisk øke skråarmeringen, og gi melding på skjermen.

Momentarm for beregning av horisontalarmering i underkant av bjelkenese.

$$z = 0.9 * d1 \leq 2 * a1$$

Hg = Ng * f. (Ng er oppleggskraft og f er en faktor som bestemmes av bruker).

$$\text{Horisontalarmering: } As = (Ng_v * a1 / z + Hg) / fsd$$

$$\text{Vertikal bøylearmering ved kant av bjelkenese: } Asb = Ng_v / fsd$$

Samme armeringsmengde legges som horisontal bøylearmering i underkant av bjelken.

Minimumsarmering kontrolleres i henhold til /1/ NA.9.2.1.1(1). Trykkarmering i overkant settes lik minimumsarmering.

Trykkbrudd kontrolleres i henhold til /1/ (6.9) og (6.14). Kapasiteten, Vrd,max, beregnes.

Programmet gir en feilmelding hvis trykkbruddkapasitet er overskredet ($Ng > Vrd,max$).

Nødvendig armeringslengder beregnes i henhold til /3/ fig. C8.13. Forankringslengde, lb,

beregnes i henhold til /1/ 8.4.4. Forankringslengde for skråarmering : $1.3 * lb$ /1/9.2.1.3(4)

Lengde av forankringsbøyler i underkant: $1.7 * Lb \geq 700$ mm.

6.11 Beregning av utsparinger

Utsparinger beregnes etter forenklet vierendelteori, som angitt i /3/ pkt C2.1.3.

Beregningsmodell er som vist i /3/ fig C2.7 og fig C2.8. For sirkulær utsparing benyttes samme modell, med et rektangel som omskriver sirkelen.

Fordeling av skjærkraften på strekkgurt og trykkgurt (vanligvis er undergurt strekkgurt, og overgurt er trykkgurt, men det kan være motsatt). Kraftfordelingen avhenger av midlere spenning i strekkgurten. Midlere spenning beregnes for trykkgurt og strekkgurt, i snitt midt i utsparingen, og de taes da hensyn til innlagd armering.

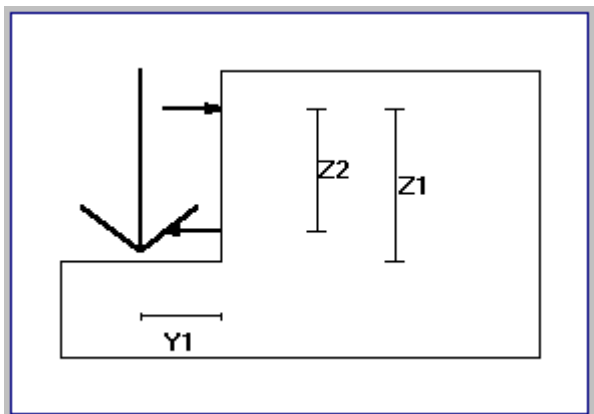
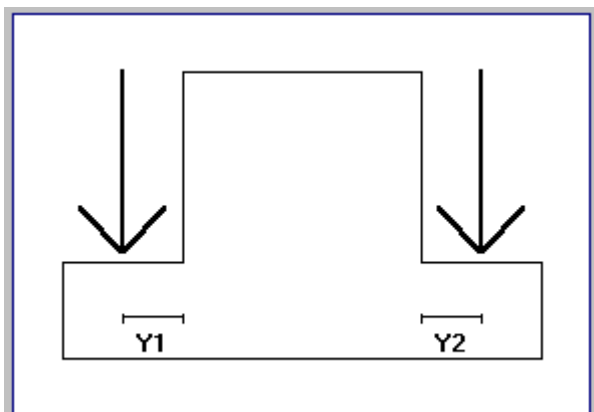
strekkspenning $> 0.5 * \sqrt{f_{ck}}$: Trykkgurt tar all skjærkraft

0. $>$ strekkspenning $> 0.5 * \sqrt{f_{ck}}$: Strekkgurt tar noe skjærkraft, basert på redusert stivhet.

Fordeling av skjærkraft mellom overgurt og undergurt er som angitt i /3/

Horisontalarmering mot utsparing og mot kant av bjelke beregnes på grunnlag av lokalt moment ved kant av utsparing + bidrag fra skjærkraft, men det taes hensyn til reservekapasitet for den ordinære armeringen i ok og uk bjelke. Vanligvis trengs det derfor ikke ekstra horisontalarmering i uk bjelke. Ved beregning av statisk nødvendig bøylearmering taes det hensyn til trykkraft i trykkgurten. Dimensjonerende stålspenning: $f_{yd} \leq 0.8 * f_{yk}$.

6.12 Beregning av oppleggshylle



Hvis det er hylle på begge sider, så beregnes bjelkehylle uten fastlåsing, som vist på øverste fig.

Hvis det er ensidig hylle, så beregnes vanligvis fastlåst hylle, og programmet beregner da de horisontale forankringskreftene som vist ovenfor. En del av den nederste forankringskraften kan opptas direkte som friksjon mot bjelkehylle. Bruker angir friksjonskoeffisient.

Dimensjonering av bjelkehylle blir utført i henhold til /3/ pkt C8.3.3 og C8.3.4.

Dimensjonerende stålspenning: $f_{yd} \leq 0.8 * f_{yk}$.

Beregning av forankringskrefter i fastlåst hylle:

- N - vertikallast på hylle
- b - stegbredde av bjelkesteg.
- y - avstand fra bjelkesteg til vertikallast på hylle.
- f - friksjonskoeffisient mot hylle.
- M_{vri} - vridningsmoment på grunn av vertikallast på hylle
- $M_{friksjon}$ - stabiliserende moment på grunn av friksjonskraft mot hylle
- $M_{forankring}$ - stabiliserende moment på grunn av nederste forankringskraft.

$$M_{vri} = N * (y + 0.5 * b)$$

$$M_{friksjon} = N * f * Z1$$

$$M_{forankring} = M_{vri} - M_{friksjon} \geq 0.0$$

$$\text{Forankringskraft} = M_{forankring} / Z2$$

For punktlast på hylle beregner programmet en fordelingsbredde b_f , som vist i /3/ fig C8.29

6.13 Beregning av spaltestrekkebøyer

Beregningen baserer seg på /4/ punkt 9.

- d - diameter som benyttet i programmet for spennkabel (nominell diameter: ca $1.15 \cdot d$)
- h - bjelkens høyde i bjelkeende
- P_u - Samlet spennkraft i spennkabler i uk (kabler med forblinding er ikke regnet med)
- P_o - Samlet spennkraft i spennkabler i ok
- f_s - dimensjonerende stålspenning i bøylearmering ($f_s \leq 300 \text{ N/mm}^2$)

$l_f = d \cdot 30 \cdot 1.15$ (1.15 p.g.a. nominell diameter)

$a_2 = \min(h, .5 \cdot (l_f + h))$

Spaltestrekkearmeng = største($.22 \cdot P_u / (f_s \cdot a_2)$, $.11 \cdot (P_o + P_u) / (f_s \cdot l_f)$)

Fordelingslengde = største(l_f , a_2)

6.14 Beregning av forankringsbøyer i bjelkeende

Kontrollsnitt legges ved kant av effektiv oppleggsbredde.

- N_γ - Oppleggskraft i bruddgrensetilstand (positiv oppover)
- M_γ - Moment i bruddgrensetilstand i kontrollsnitt. (negativ for strekk i underkant)
- V_γ - Skjærkraft i bruddgrensetilstand i kontrollsnitt (positiv verdi)
- f - faktor for horisontalkraft ($H = N_\gamma \cdot f$)
- S_γ - dimensjonerende strekkraft i horisontalarmeringen
- S_1 - Kapasitet ved kontrollsnitt. fra innlagt slakkarmering i underkant.
- S_2 - Kapasitet ved kontrollsnitt, fra innlagt spennarmering i underkant.
- z - indre momentarm
- x_1 - avstand fra kontrollsnitt til enden av slakkarmering og forankringsbøyer.
- x - avstand fra kontrollsnitt til enden av bjelken
- l_b - forankringslengde for slakkarmering
- l_{p2} - forankringslengde for spennarmering (/1/ Figur 8.17)
- l_{bp2} - forankringslengde for spennarmering (/1/ Figur 8.17)
- f_s - dimensjonerende stål spenning i bøylearmering
- f_{yd} - dimensjonerende stål spenning i slakkarmering
- f_{sp} - dimensjonerende stål spenning i spennarmering

Beregning av heftspenning og forankringslengde for slakkarmering utføres i henhold til /1/ 8.4, (8.2), 3.1.6(2) og NA.3.1.6(2)

Ved beregning av kraften S_1 er heftspenning over opplegg øket på grunn av oppleggstrykk i henhold til /1/ Tabell 8.2. Ved beregning av nødvendig lengde av forankringsbøylene er heftspenningen ikke øket. Dimensjonerende strekkspenninger i forankringsbøylene reduseres i henhold til /3/ C.6.2.6. Dimensjonerende strekkspenning i forankringsbøylene kan bli ytterligere redusert, hvis $x_1 < l_b$, eq. /1/ Figur 8.1d. $f_s \leq f_{yd} \cdot x_1 / l_b$, eq.

dV : bidrag til kraft i strekkarmeringen på grunn av V_γ . /1/ (6.18)

$dV = 0.5 \cdot V_\gamma \cdot 1.239$ (Regnet med $\theta = 39$ grader og $\alpha = 90$ grader ved beregning av skjærarmering). Hvis det ikke er skjærarmering så er $dV = V_\gamma$

$$S_\gamma = dV - M_\gamma / z + N_\gamma \cdot f \geq 0.0 \quad (M_\gamma \text{ er negativ når det er strekk i underkant}).$$

Effektiv lengde med heftspenninger for spennarmering regnes fra bjelkens ende til kontrollsnitt + 0.5 * zuk (zuk er avstand fra underkant til tyngdepunkt for spennarmering i uk.. Tilsvarende for slakkarmering og for forankringsbøyler, men da regnes armeringens endepunkt til kontrollsnitt (x_1) + 0.5*zuk.

$$S_1 = f_{yd} \cdot A_s \cdot (x_1 + 0.5 \cdot \text{zuk}) / l_b \leq f_{yd} \cdot A_s \quad (A_s \text{ er slakkarmeringsareal og } l_b \text{ er forankringslengde})$$

Beregning av heftspenning og forankringslengde for spennarmering utføres i henhold til /1/ 8.10.2.3. Dimensjonerende stål spenning i spennarmering, σ_p , bestemmes av /1/ Figur 8.17, kurve 2.

$$S_2 = \sigma_p \cdot A_{sSp} \quad (A_{sSp} \text{ er spennarmeringsareal i underkant})$$

$S_d = (S_\gamma - S_1 - S_2) \geq 0$. (dimensjonerende strekkraft i forankringsbøyler)
 S_d bli justert hvis tyngdepunkt i bøylearmering ikke faller sammen med tyngdepunkt i strekkarmering.

Forankringsareal = S_d / f_s (nødvendig forankringsarmering med armeringsbøyler, i tillegg til underkantarmeringen)

Lengden av forankringsbøylene beregnes ved å ta hensyn til nødvendig forankringslengde , l_b , fra kontrollsnitt innover i bjelken. /1/ 8.4. $L = x_1 + l_b$. Det beregnes i tillegg nødvendig forankringsareal i et snitt som er ca 0.025*spennvidden fra kant av opplegg. Basert på nødvendig forankringsareal i de to kontrollsnittene beregnes avstand fra opplegg til et snitt hvor det ikke trengs forankringsarmering. Programmet kontrollerer at forankringsbøylene går minst 100 mm forbi dette punktet.

Minste lengde på forankringsbøylene : 700 mm

6.15 Beregning av samvirkebøyler

Beregningen utføres i henhold til /1/ 6.2.5. Det er regnet med glatt, ru eller fortannet kontaktflate, /1/ 6.2.5(2) , og det er regnet med bidrag fra σ_c (normalspenning vinkelrett på kontaktflaten fra egenvekt og nyttelast over støpeskjøten).

- V_{Ed} - skjærkraft i bruddgrensetilstand
- z - indre momentarm for hele tverrsnittet (medregnet påstøp)
- t_p - tykkelse av påstøp
- x_1 – høyde av trykksone under støpeskjøt
- x_2 – høyde av hele trykksonen
- x_3 – høyde av tverrsnitt over støpeskjøt ($h_1 - h$).

- p_1 – trykkraft under støpeskjøten.
- p_2 – trykkraft over støpeskjøten
- h_1 – høyde av tverrsnittet medregnet påstøp
- h – høyde av tverrsnittet under støpeskjøt
- b_i - fugebredde
- f_{yd} - dim stålspenning i bøylearmering
- σ_n - vertikallast mot støpeskjøt (N/mm^2)
- f_{ctd} – dimensjonerende strekkfasthet /1/ 3.1.6(2)
- A_b - bøylearmering gjennom støpeskjøt.

Basert på tøyningstilstand i betraktet snitt beregnes total høyde, x_2 , av trykksonen.

Justering av x_2 :

$x_2 \leq 0.35 * h_1$ (når tverrsnitt er i stadium II d.v.s strekksone nederst)

$x_2 =$ avstand fra tyngdepunkt til overkant for totalt tverrsnitt når tverrsnitt er i stadium I.

$x_2 \geq x_3$

$x_1 = x_2 - x_3$.

Basert på trykksonehøyden beregnes indre momentarm, z .

Faktoren β : /1/ (6.24)

hvis $x_1 = 0$ så er $\beta = 1$ (hele gurtkraften er over støpeskjøt)

Hvis $x_1 > 0$ beregnes β :

a_2 : areal av trykksone over støpeskjøt

a_1 : areal av trykksone under støpeskjøt

a_1 og a_2 beregnes.

p_2 : relativ trykkraft over støpeskjøt

p_1 : relativ trykkraft under støpeskjøt

Det antas lineær spenningsfordeling, da det gir størst andel til kraft over støpeskjøt.

$p_2 = a_2 * (x_2 - 0.5 * t_p)$

$p_1 = a_1 * 0.5 * x_1$

$\beta = p_2 / (p_1 + p_2)$

$V_{Edi} = \beta * V_{Ed} / (z * b_i)$ Skjærspenning i støpeskjøten /1/ (6.24)

/1/ 6.2.5(2)

“Glatt fuge”

$c = 0.1$

$\mu = 0.6$

“Ru fuge”

$c = 0.2$

$\mu = 0.7$

“Fortannet fuge”

$c = 0.25$

$$\mu = 0.9$$

Merk . faktoren c er halvert for å ta hensyn til eventuelt dynamiske laster /1/6.2.5(5)

$$VRd1 = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n$$

Hvis $V_{Ed} > VRd1$ så beregnes nødvendig skjærarmoring gjennom støpeskjøt.

$$A_b = (V_{Ed} - VRd1) / (f_{yd} \cdot \mu) \quad (\text{mm}^2/\text{mm}) \quad (\text{Forutsetter at } \alpha = 90 \text{ grader}).$$

Maks tillatt skjærspenning kontrolleres i henhold til /1/ (6.25).

$$VRd1 \leq 0.5 \cdot v \cdot f_{cd}. \quad \text{Beregning av } v : /1/ 6.2.2(6).$$

Hvis skjærspenningen er større enn beregnet grenseverdi, så skrives det ut en melding på skjermen, og A_b beregnes med $VRd1 = 0$ (se ovenfor).

Minste tillatte skjærarmoring beregnes i henhold til /1/ NA.9.2.2(5)

Maks avstand mellom skjærbøyler beregnes i samsvar med tidligere praksis.

7 Programrevisjoner

Versjon 1.1, desember 1996.

Første utgave av programmet.

Versjon 1.0 – versjon 4.8.2 var basert på NS 3473 og NS 3490

Disse er beskrevet i brukerhåndbok EBJELKE-09.doc

Versjon 6.0 mars 2010.

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

Versjon 6.1.0 juni 2010.

- Beregning av forankringsbøyler eller forankringskraft. Kontrollsnitt legges ved kant av effektivt opplegg. Effektiv lengde med heftspenninger for spennarmering regnes fra bjelkens ende til kontrollsnitt + $0.5 * z_{uk}$ (z_{uk} er avstand fra underkant til tyngdepunkt for spennarmering i uk.. Tilsvarende for slakkarmering og for forankringsbøyler, men da regnes fra armeringens endepunkt til kontrollsnitt + $0.5 * z_{uk}$).
- Programmet kan ta inn datafiler som er eksportert fra K-BJELKE versjon 6.0.4 eller nyere versjoner (bjelke med momentledd).
- Generelle armeringsdata: Avstand til kant skal angis for forankringsbøyler.
- Utskrift av Materialdata: Hvis det er benyttet korrosjonsømfintlig armering så skrives det ut ”Krav til overdekning for bøyler er 10 mm mindre”
- Profildata: Feilmelding hvis oppleggspunkt for transport, lagring eller utløfting er mindre enn 200 mm fra elementende.

Versjon 6.1.2 oktober 2010.

- Beregning av forankringslengde for hulldekke: Bruker kan angi en forhøyet strekkfasthet ved å bruke strekkfasthet etter 28 døgn ved bergning av forankringslengden $l_{pt2} / 1/$ figur 8.17. Dette baserer seg på forsøk utført av betongelementindustrien.
- Skjærarmeringens helningsvinkel med bjelkeaksen er 90 grader, men bruker kan angi en vinkel mellom 45 og 90 grader i soner mot opplegg.
- Trykkdiagonalens helningsvinkel med bjelkeaksen $/1/$ figur 6.5: Standardverdi i programmet er 39 grader, men bruker kan endre den fra 22 til 45 grader. Mindre helningsvinkel gir mindre skjærarmering, men mer forankringsarmering.
- Bruker kan angi egne lastfaktorer (f.eks. for branndimensjonering).
- Feilmelding hvis en punktlast plasseres for nær bjelkens endepunkt.

8 Referanser

- /1/ NS-EN 1992-1-1:2004+NA:2008
- /2/ NS-EN 1990:2002+NA:2008
- /3/ Konstruksjonshåndbok, Norges betongindustriforbund.
- /4/ Norsk Betongforening's Publikasjon nr 1. 1974

