



G-PROG BETONG Gjennomlokking for Eurocode

(Ver. 7.30 januar 2019)

Brukerveiledning

Gjennomlokking for Eurocode



Programsystemet G-PROG Betong er utarbeidet og eid 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.isy.no>

Support 67 57 15 30
E-post support g-prog.support@nois.no

© Copyright 1998-2019

Merk!

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

Innhold

1	Introduksjon	i
1.1	Oppbyggingen av brukerveiledningen.....	i
1.1.1	Generelt	i
1.1.2	Oppdeling	i
1.1.3	Hvordan veiledningen brukes	i
1.2	Programoppfølging.....	ii
1.2.1	Support	ii
1.2.2	Programvedlikehold.....	ii
1.2.3	Programvareutvikling	ii
1.3	Kort oversikt.....	iii
1.3.1	G-PROG Konseptet	iii
1.3.2	Programoversikt Gjennomlokking.....	iii
2	Hvordan bruke programmene	5
2.1	Kom i gang	5
2.2	Brukergrensesnittet.....	6
2.2.1	Hjelpevinduet	6
2.2.2	Bruk av Registry.....	7
2.2.3	Utskriftsmaler	7
2.2.4	Angre og Gjenopprett.....	7
2.2.5	Utklippstavle (Klipp og lim).....	8
2.2.6	PopUp menyer (høyre mustast)	8
2.3	Lisenshåndtering	8
2.4	Strekkarmering og skjærarmering	8
2.5	Fortegn for krefter	9
3	Kjørebekrivelse	11
3.1	Start av programmet	11
3.2	Oppbygging av vinduet.	11
3.3	Fil	12
3.3.1	Ny	12
3.3.2	Åpne	12
3.3.3	Lukk.....	12
3.3.4	Lagre.....	13
3.3.5	Lagre som	13
3.3.6	Send som E-mail.....	13
3.3.7	Dokumentinformasjon	13
3.3.8	Firmaopplysninger.....	13
3.3.9	Utskriftsformat	14
3.3.10	Innhold utskrift	18
3.3.11	Forhåndsvisning	18
3.3.12	Skriv ut	19
3.3.13	Velg skriver	19
3.3.14	Lisenslån.....	19
3.3.15	Dokumentliste.....	19
3.3.16	Avslutt	19
3.4	Rediger	19
3.4.1	Angre	19

3.4.2	Gjenopprett	19
3.4.3	Klipp ut	20
3.4.4	Kopier	20
3.4.5	Lim inn	20
3.4.6	Slett	20
3.4.7	Sett inn	20
3.4.8	Endre grenser	20
3.5	Vis	21
3.5.1	Verktøylinje	21
3.5.2	Statuslinje	21
3.5.3	Hjelpevindu	22
3.5.4	Alternativer	22
3.5.5	Farver	23
3.6	Eurocode	23
3.7	Data	23
3.7.1	Materialdata	24
3.7.2	Geometri	25
3.7.3	Geometri grafisk	25
3.7.4	Strekkarmering	27
3.7.5	Krefter	28
3.7.6	Beregning	28
3.8	Resultater	28
3.8.1	Minimumsarmering	28
3.8.2	Skjærarmring etter Eurocode	29
3.8.3	Grafisk visning av resultater	30
3.8.4	Minimumsarmering ikke oppfylt	30
3.9	Vindu	30
3.10	Hjelp	31
4	Fortegnelse over innleste data og resultater	33
4.1	Inndata	33
4.1.1	Materialdata	33
4.1.2	Geometri	34
4.1.3	Armering	34
4.1.4	Krefter	35
4.2	Resultater	35
4.2.1	Materialdata	35
4.2.2	Strekkarmering	35
4.2.3	Minimumsarmering	35
4.2.4	Skjærarmring	35
5	Forståelse av resultater	37
5.1	Generelt	37
5.2	Utsparinger	37
5.3	Krefter	37
5.4	Dekkearmring i X- og Z-retningen	38
5.5	Minimumsarmering	38
5.6	Skjærarmring	38
5.6.1	Geometri og trykkbruddkontroll	38
5.6.2	Strekbruddkontroll	39
5.7	Fortegnsregler	39
6	Teori	41
6.1	Generelt	41
6.2	Fortegnsregler	41
6.3	Materialdata	41
6.3.1	Generelt	41
6.3.2	Materialfaktorer	42

6.3.3	Betongens terningfasthet (punkt 3.1.2):.....	42
6.3.4	Betongens sylindertykkfasthet (punkt 3.1.2):.....	42
6.3.5	Betongens midlere trykkfasthet (punkt 3.1.2):	42
6.3.6	Betongens midlere E-modul (punkt 3.1.2):	43
6.3.7	Betongens dimensjonerende trykkfasthet (punkt 3.1.6):	43
6.3.8	Betongens midlere strekkfasthet (punkt 3.1.2):.....	43
6.3.9	Betongens dimensjonerende strekkfasthet (punkt 3.1.6):.....	43
6.3.10	Betongens arbeidsdiagram (punkt 3.1.2):.....	44
6.3.11	Kryptall (punkt B.1):.....	45
6.3.12	Langtids E-modul (punkt A.9.3.2):.....	46
6.3.13	Kryptøyning (punkt 3.1.4):.....	46
6.3.14	Svinntøyning (punkt 3.1.4):.....	46
6.3.15	Ståltøyning (punkt 3.2.7):.....	46
6.4	Overdekninger	47
6.4.1	Minste senteravstander (Punkt 8.2):	48
6.5	Betongdimensjonering.....	48
6.6	Minimumsarmering.	48
6.6.1	Minimum armeringsareal i plater:	48
6.7	Gjennomlokking	49
6.7.1	Dimensjonerende snitt	49
6.7.2	Maksimal skjærspenning (pkt. 6.4.3).....	53
6.7.3	Kapasitetskontroll (pkt 6.4.4 og 6.4.5)	54
6.7.4	Bemerkninger	56
7	Feilsituasjoner	57
7.1	Feilmeldinger som kan komme i gjennomlokking	57
8	Programhistorikk	59
8.1	Generelt	59
8.2	Rev. 6.20 Februar 2009	59
8.3	Rev. 6.20.1 Mars 2010	59
8.4	Rev. 6.20.2 September 2010.....	59
8.5	Rev. 6.20.3 Desember 2010.....	59
8.6	Rev. 6.21 mars 2011	59
8.7	Rev. 6.23 april 2012	60
8.8	Rev. 7.00 september 2013	60
8.9	Rev. 7.10 desember 2015	60
8.10	Rev. 7.20 januar 2017.....	60
8.11	Rev. 7.30 januar 2019.....	60
9	Eksempler	63
9.1	Rektangulær lastflate i platemidt med utsparing	63
9.2	Sirkulær lastflate ved platehjørne.	69
10	Ordforklaringer	lxxvii
11	Indeks	81

1 Introduksjon

1.1 Oppbyggingen av brukerveiledningen

1.1.1 Generelt

Brukerveiledningen leveres i to formater på CD sammen med programmene. Dels leveres den på Acrobat-format, slik at den kan leses og skrives ut med Adobe Acrobat Reader ver. 4.0. Dels leveres den som Hjelp-fil, slik at de enkelte punktene kan leses og skrives ut med Hjelp-kommandoene i Windows. Heri ligger også OnLine Hjelp, som gjør at du fra de enkelte valgene i programmet direkt kan åpne tilsvarende punkt i Hjelp-filen.

Ved at det er lagt vekt på at de enkelte punktene på Hjelp-filen skal være komplette blir det noen gjentakelser i Acrobat-filen.

Det er lagt vekt på bruk av eksempler. Dette for å illustrere bruken av programmet.

Vi forutsetter at du har kjennskap til Windows. Av den grunn har vi ikke beskrevet hvordan du håndterer Windows. Trenger du kunnskaper om dette henviser vi til annen litteratur, eller hjelpesystemet.

1.1.2 Oppdeling

Kap 0 gir en oversikt over denne brukerveiledningen samt support.

Kap 1 Introduksjon gir en orientering om G-PROG generelt og programmet i denne brukerveiledningen spesielt.

Kap 2 Hvordan bruke programmene viser hvordan du skal komme igang med programmene.

Kap 3 Kjørebekrivelse inneholder en omfattende kjørebekrivelse av programmene.

Kap 4 Fortegnelse over innleste data og resultater inneholder en fortegnelse over alle inndata med grenseverdier og alle resultater.

Kap 5 Forståelse av resultater gir en forståelse av resultatene.

Kap 6 Teori viser teorien programmene bygger på.

Kap 7 Feilsituasjoner tar opp de feilsituasjonene du kan komme i.

Kap 8 Programhistorikk gir en programhistorikk.

Kap 9 Eksempler viser eksemplene.

1.1.3 Hvordan veiledningen brukes

Hvis du ikke kjenner programmet

Kap. 2 "Hvordan bruke programmene" på side 5 forteller deg det du trenger for å starte programmet. Her finner du også svar på de spørsmål som ikke er innlysende for alle. Nå kan du starte programmet og begynne å bruke det. Parallelt foreslår vi at du leser kap. 3 "Kjørebekrivelse" på side 11 i brukerveiledningen. Dette kapitlet forklarer alle menyvalg og vinduer du kommer til. Denne informasjonen vil også være tilgjengelig i Hjelp OnLine.

Som ny bruker kan det være en fordel å kjøre gjennom demoeksemplene som er lagt ved i Kap 9 "Eksempler" på side 63 .

Vi anbefaler også at du gjør deg kjent i teorikapitlet.

Hvis du kjenner programmet

Kap. 2 "Hvordan bruke programmene" på side 5 forteller deg det du trenger for å starte programmet. Her finner du også de viktigste endringene i bruken av versjon 6.1.0, sammenlignet med tidligere versjoner. Nå kan du starte programmet og begynne å bruke det. Bruk hjelp-systemet, evt. slå opp i kap. 3 "Kjørebekrivelse" på side 11 i brukerveiledningen når det er noe du lurer på.

1.2 Programoppfølging

1.2.1 Support

Norconsult Informasjonssystemer as har en fast betjent supporttelefon hvor du får svar på spørsmål om våre programmer.

Norconsult Informasjonssystemer as
Vestfjordgt. 4

1338 SANDVIKA

Sentralbord	67 57 15 00
Brukerstøtte	67 57 15 30
Telefaks	67 54 45 76
E-post	support@nois.no
Internett	http://www.isy.no

1.2.2 Programvedlikehold

Norconsult Informasjonssystemer as tilbyr vedlikeholdsavtale på våre produkter som gir deg nye revisjoner av programvare, brukerveiledninger samt gratis supporttjeneste pr. telefon.

Du vil også bli holdt orientert om, og selv kunne påvirke, nyutvikling og revisjonsarbeid gjennom informasjonsblader, seminarer og brukermøter.

1.2.3 Programvareutvikling

Alle våre programmer er under stadig utvikling og forbedring. Nye standarder, programmeringsverktøyer, brukere og prosjekttyper gjør at programmet revideres. Brukerveiledningene revideres sammen med programmene.

Vi er opptatt av at våre programmer skal tilfredsstillere brukernes behov, og ønsker derfor å holde kontakt med brukerne av Norconsult Informasjonssystemers standardprogrammer eller spesialutviklede programmer. Dette for å kunne oppdatere programmene slik at disse er tidsmessige og i tråd med det som er brukernes behov.

1.3 Kort oversikt

1.3.1 G-PROG Konseptet

Betegnelsen G-PROG står for Norconsult Informasjonssystemers programvare, og denne programvaren er etterfølgeren til de velkjente og utbredte programsystemene i den tidligere Grønerpakken.

G-PROG er inndelt i to hoveddeler: G-PROG Teknikk og G-PROG PA. G-PROG Betong er en del av G-PROG Teknikk.

G-PROG-Teknikk er et verktøy for løsning av de fleste beregningsoppgaver konsulentene møter i sitt daglige prosjekteringsarbeid, for eksempel betong-, stål- og tredimensjonering, statikk- og geoteknikkoppgaver, arbeidstegninger og overføring til DAK-systemer.

G-PROG PA er et velegnet verktøy for kommuner, fylkeskommuner, byggherrer, byggeledere, konsulenter, arkitekter og entreprenører i deres arbeid med prosjekt-administrative oppgaver.

1.3.2 Programoversikt Gjennomlokking

Dette er en kraftig, kompakt programpakke som brukes til å analysere gjennomlokking etter EN 1992. Analysen går i korthet ut på å komme frem til nødvendig strekk- og skjærarmering i toveisplater fra lastflater med ytre laster. Programmet kan ta hensyn til vilkårlig antall utsparinger. Programmet dekker følgende modeller:

Lastflate langt fra platekant.

Lastflate nær platekant.

Lastflate nær platehjørne.

Det er 4 hovedgrupper av data som skal legges inn. Det er materialdata, geometri, armering og krefter. I flere av delene vil programmet selv komme med forslag. Forslagene kan du overstyre på permanent basis, eller bare i den aktuelle beregningen.

Du kan både tegne opp geometrien grafisk og gi den inn med tallverdier.

Programmet beregner alltid nødvendig skjærarmering. Hvis du ønsker kan programmet i tillegg øke strekkarmeringen for å ta skjærkreftene.

I tillegg til nødvendig skjærarmering gir programmet:

Kapasitetsutnyttelser for trykk og strekkbrudd

Skjærkapasiteter

I programmet er det også en avansert og oversiktlig utskriftstyring. Med denne kan du få skrevet ut akkurat det du trenger. Du kan også bestemme layouten på utskriften.

2 Hvordan bruke programmene

2.1 Kom i gang

Dobbelklikk på ikonet Gjennomlokking.



Hvis du skal lage en nytt dokument klikker du på **Fil/Ny** og velger deretter riktig modell. Hvis du skal ta opp et eksisterende dokument, klikker du på **Fil/Åpne**, og møter Windows normale Åpne Fil-vindu.

Hvert dokument vises i et tredelt vindu. Venstre del av vinduet viser data som en trestruktur, hvor du velger hvilke data du vil ha frem. Disse vises i øvre høyre del av vinduet, samtidig som nedre høyre del gir et grafisk bilde av disse eller nærliggende data. I de tilfeller du kan gi inn data grafisk bruker du dette delvinduet. Du kan endre størrelse både på hele vinduet og de inngående delvinduene.

Statuslinjen, lengst ned i vinduet, viser en forklarende tekst til det datafelt du velger.

Du får også opp et eget hjelpevindu, som kan slås av og på med **Vis/Hjelpevindu**. Dette vinduet viser en grafisk forklaring av de inndata du holder på med, ekstra informasjon om det skjermbilde som er aktivt, og forklarende tekst for det datafelt du velger. Du kan endre størrelse både på hjelpevinduet og de inngående delvinduene, og du kan la det flyte eller låse det til en side.

En naturlig rekkefølge å angi data på i fagdelen er Materialdata, Geometri, Armering og Krefter.

Så velger du beregning, ved å klikke på **Data/Beregning**, eller på "=" på verktøylinjen.

Deretter kan du se på de resultatene du måtte ønske.

Før utskrift og beregning er det naturlig å lagre data. Dette kan også gjøres oftere. Du kan lagre eksisterende dokumenter på nytt ved å klikke **Fil/Lagre**. Gjelder det et nytt dokument, eller du skal skifte navn på dokumentet, klikker du på **Fil/Lagre som**.

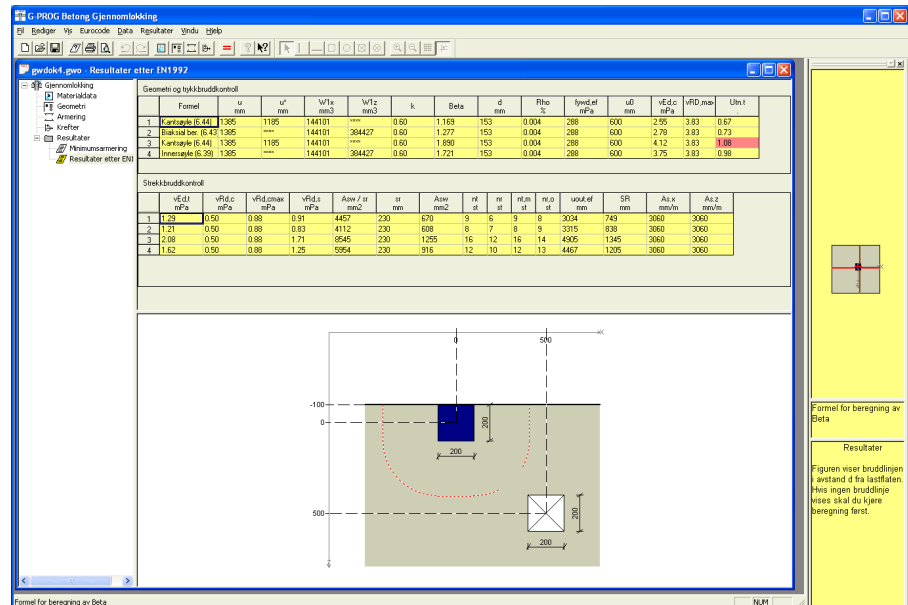
Før utskrift velger du hva som skal være med på utskriften ved å klikke på **Fil/Innhold utskrift**. Deretter skriver du ut ved å klikke på **Fil/Skriv ut**. Du kan også endre på utskriftsformatet og foreta en forhåndsvisning. Dette gjøres også under **Fil**.

For å avslutte et dokument kan du lukke tilhørende vindu eller klikke på **Fil/Avslutt**.

De fleste av disse funksjonene er også tilgjengelige fra verktøytastene.

2.2 Brukergrensesnittet

Brukergrensesnittet fra versjon 6.0.1 og fremover er helt omarbeidet i forhold til tidligere versjoner. Dette er gjort for å oppnå størst mulig brukervennlighet og likhet med andre Windowsprogrammer. I tillegg er prosjektboken sløffet.



I prinsippet vises hvert dokument i et vindu, og det er mulig å ha mange dokumenter åpne samtidig. Hvis det er behov for det er det også mulig å åpne flere vinduer fra samme dokument.

For å forstå brukergrensesnittet er det nødvendig å forstå forskjellen på funksjoner og data.

Funksjoner er mulige handlinger som du kan foreta. Alle funksjoner er tilgjengelige som menyvalg, og i tillegg er de viktigste funksjonene tilgjengelige som verktøytaster.

Data er de tallverdier du gir inn, og de resultater som beregnes. Data er organisert i datagrupper, som vises i datavinduer. Her kan du endre alle inndata. I tillegg kan en del inndata gis eller endres grafisk.

Trestrukturen, til venstre i dokumentets vindu, viser hvordan datagruppene er strukturert. Her kan du åpne og lukke de datagruppene som har undergrupper. Når du velger en datagruppe i trestrukturen blir denne vist i tilhørende vindu.

Ikonene i treet har forskjellig farge. Gult betyr at det er denne datagruppen som er vist i delvindue ved siden av. Rødt betyr enten at datagruppen mangler nødvendige inndata, eller at datagruppen skal inneholde resultater som ikke er beregnet ennå.

Det er også mulig å oppfatte det å velge en datagruppe som en funksjon. Derfor finnes visning av alle datagrupper som menyvalg, og de viktigste datagruppene i tillegg som verktøytaster.

Rekkene med verktøytaster kan flyttes, og du kan velge om du vil låse dem til en av kantene eller la dem flytte.

2.2.1 Hjelpevinduet

For mange brukere kan det føles tungvint å måtte velge hjelp hver gang en lurer på noe. Derfor har vi laget et eget hjelpevindu som kan være åpent under hele kjøringen. Her viser vi veiledende tekst både for vinduet og det enkelte datafelt. I tillegg viser vi en skisse, hvor inndata i det aktive vinduet er vist grafisk, og hvor

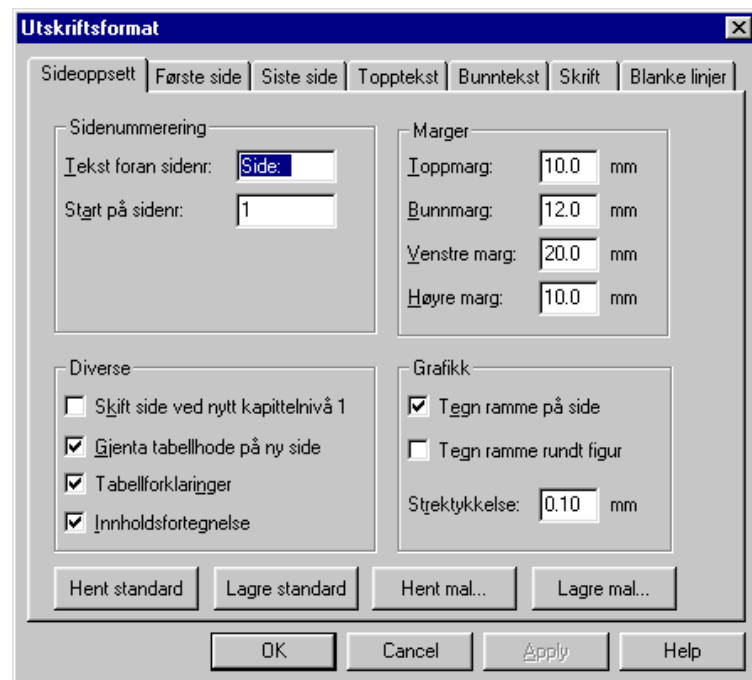
de data du arbeider med akkurat nå er fremhevet. Dette vinduet kan slås av og på på samme måte som verktøytastene og statuslinjen. Du kan også forandre størrelsen på hjelpvinduet, og på delvinduene i dette, og du kan la vinduet flyte eller låse det til en av kantene.

2.2.2 Bruk av Registry

Windows inneholder et system hvor all bruker- og programspesifikk informasjon lagres i et system som heter Registry. G-PROG Betong versjon 6.0.1 benytter dette til å lagre størrelse og plassering av vinduer, fargevalg, utskriftsformat osv. De gamle INI-filene, og filene med brukerinitialer som suffiks benyttes ikke lenger.

2.2.3 Utskriftsmaler

Den tidligere prosjektboken, som inneholdt både en liste over inngående dokumenter og en beskrivelse av utskriftsformatet er, etter innspill fra brukerne, fjernet. Isteden er det innført maler for utskriftsformat.



Disse kan du lagre og åpne på samme måte som dokumenter. De har suffikset .gtp, noe også prosjektboken tidligere hadde. De tidligere prosjektbøkene kan faktisk brukes som maler av de som ønsker dette, selvfølgelig uten at fillisten lenger er relevant.

I tillegg kan du lagre ett utskriftsformat som standard. Dette blir benyttet for alle nye dokumenter som blir laget. Dette utskriftsformatet ligger i Registry.

De nye funksjonene Hent standard og Hent mal brukes for endre utskriftsformatet for det aktive dokumentet i henhold til det format du valgt.

Se også **Fil/Utskriftsformat**.

2.2.4 Angre og Gjenopprett

Under **Rediger** finnes valgene Angre og Gjenopprett. Med Angre kan du oppheve hver endring av inndata som du har gjort, enten det er gjort i det grafiske eller det alfanumeriske vinduet. Hvis du har opphevet for mange endringer kan du også tilbakeføre dem med Gjenopprett.

Derimot er det ikke mulig å oppheve funksjoner du har utført. Derfor vil bufferet med Angre-data tømmes hver gang du beregner. Bufferet med Gjenoppsett-data vil tømmes hver gang du gir inn data.

Disse valgene finnes også som verktøytaster.

2.2.5 Utklippstavle (Klipp og lim)

Under **Rediger** finnes nå valgene Klipp ut, Kopier og Lim inn. Disse funksjonene virker på forskjellig måte, avhengig av hvilket delvindu som er aktivt.

Hvis det alfanumeriske vinduet er aktivt virker de på samme måte som i for eksempel et tekstbehandlingsprogram. Markert tekst, eller markerte felter i en tabell, blir kopiert til utklippstavlen, og kan limes inn igjen i valgfritt inndatafelt eller tabell. Verdiene blir kontrollert og godkjent etter at de er lest inn. Verdiene kan også limes inn i andre programmer som tar vanlig tekstformat.

Hvis vinduet som viser datastrukturen er aktivt kopieres hele datagruppen inn til utklippstavlen. Disse dataene kan kun limes inn i en lik datagruppe. Hvis du har flere dokumentvinduer åpne samtidig kan du også bruke trekk og slipp for kopiere data mellom forskjellige datastrukturer. Markøren viser om data kan kopieres eller ikke.

Det er ikke mulig å bruke klipp og lim mellom filer fra versjon 6 og versjon 7.

2.2.6 PopUp menyer (høyre mustast)

Programmet bruker høyre mustast for å aktivisere så kalte PopUp menyer for funksjoner som er nært knyttet til bestemte objekter i vinduet. I en tabell kan du på denne måten slette og tilføye linjer, samtidig som du kan bruke utklippstavlen. I trestrukturen for data kan du få frem funksjonene til Utklippstavlen, og i det grafiske vinduet kan du slette markerte objekter og editere data (egenskaper) for dem. Du kan også endre de generelle grafiske dataene.

Alle disse funksjonene, unntatt editering av egenskaper for grafiske objekter, er også tilgjengelige fra hovedmenyen.

2.3 Lisenshåndtering

Fra versjon 6.20 har vi implementert et nytt og sikrere lisenshåndteringssystem. Dette er samme system som bl.a. AutoCad benytter, og det er svært driftssikkert. Flerbrukerlisenser forutsetter at din PC er knyttet til en sentral lisensserver, som administrerer lisensene. Singellisenser kan enten knyttes til en USB-lås, hvis du ønsker å kunne flytte rettigheten mellom flere maskiner, eller knyttes til en bestemt maskin hvis du ikke trenger å kunne flytte lisensen.

Fra versjon 7.00 bruker vi versjon 11.11.1 av dette lisenssystemet. Dette er en nødvendig overgang for at lisenssystemet skal fungere under Windows 7 og sammen med IP6.

Vi har samlet all dokumentasjon om lisenssystemet i en egen brukerveiledning.

2.4 Strekkarmering og skjærarmering

Ved gjennomlokking er det mulig å ta opptredende skjærkrefter både med strekkarmering og med skjærarmering. Programmet er laget slik at du kan benytte begge alternativene etter eget ønske. For å muliggjøre dette er har du to senteravstander du skal gi inn i tabellen over strekkarmering. Den ene er kalt **Senteravstand** (cc). Her skal du gi inn den senteravstand strekkarmeringen har

fått på grunn av moment. Den andre heter **Minste senteravstand** (c_{min}). Her skal du gi inn den minste senteravstanden du kan godta før du ønsker å benytte skjærarmering isteden. Programmet øker strekkarmeringen opp til dette nivå før det legger inn skjærarmering. Det blir dog ikke lagt inn mer strekkarmering enn det som kan benyttes ved beregningen av skjærkapasitet. (EN 1992 pkt. 6.4.5). Når **Minste senteravstand** er større enn **Senteravstand**, eller er satt til 0, blir ikke strekkarmeringen økt.

2.5 Fortegn for krefter

De krefter som skal gis inn er de krefter lasten påfører platen. For en plate som er opplagt på en søyle betyr dette at normalkraften er positiv.

Momenter regnes positive når de gir positiv rotasjon etter høyrehåndsregelen rundt resp. X- og Z-aksen. For innspente søyler nær kant eller hjørne, og med kun jevnt fordelt last på platen gir dette:

For kant til venstre (negativ X-koordinat) Positivt moment om Z-aksen.

For kant til høyre (positiv X-koordinat) Negativt moment om Z-aksen.

For kant ovenfor (negativ Z-koordinat) Negativt moment om X-aksen.

For kant nedenfor (positiv Z-koordinat) Positivt moment om X-aksen.

Kontrollen av gjennomlokking etter EN 1992 gjøres uten fratrekk av nyttelast på platen. Denne er derfor ikke med i inndata.

3 Kjørebekrivelse

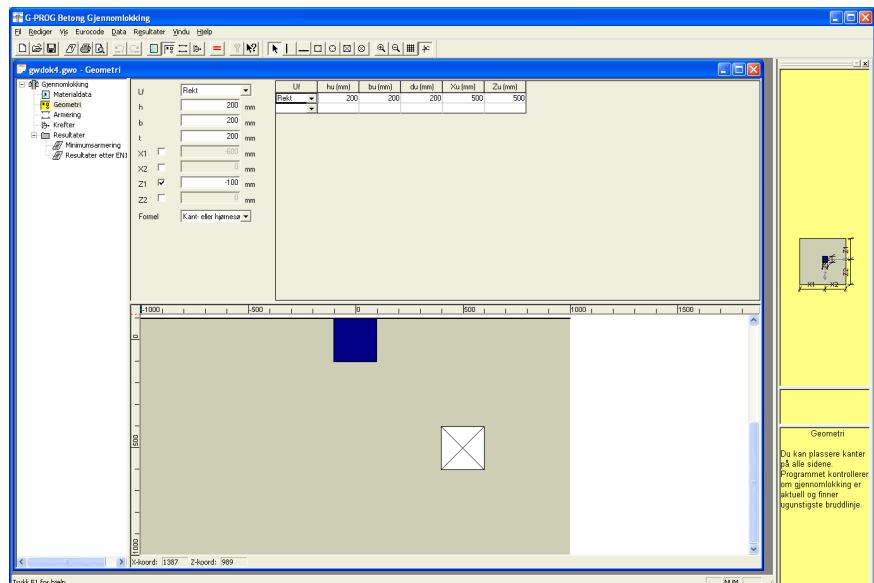
3.1 Start av programmet



Du starter programmet ved å dobbeltklikke på ikonet Gjennomlokking. Du kommer da inn i vinduet som er vist nedenfor. Når dette er gjort, velger du enten et nytt dokument eller åpner et eksisterende. Se Kom i gang.

Vi har implementert et nytt og sikrere lisenshåndteringssystem fra versjon 6.20. Dette er beskrevet i en egen brukerveiledning.

3.2 Oppbygging av vinduet.



Vinduet **Gjennomlokking** består av meny-, verktøy- og statuslinje. På arbeidsområdet åpner du de dokumentvinduene du vil jobbe med. Se "Brukergrensesnittet" på side 6.

Øverst i vinduet finner du en linje hvor navnet på programmet står, og i hvert dokumentvindu finner du navnet til dokumentet.

På menylinjen er det opp til åtte valg: **Fil**, **Rediger**, **Vis**, **Eurocode**, **Data**, **Resultater**, og **Hjelp**.

Verktøylinjen inneholder 15 knapper, som er et utvalg av det du også kan velge på menylinjen. Følgende valg er tilgjengelige på verktøylinjen:

Ny, Åpne, Lagre

Innhold utskrift, Skriv ut, Forhåndsvisning

Angre, Gjenopprett

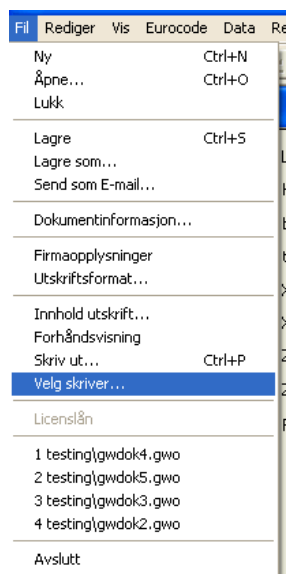
Beregning

Materialdata, Geometri, Armering, Krefter

Hjelp indeks, Hjelp

I tillegg finnes elleve verktøytaster som er tilgjengelige når du kan arbeide i det grafiske vinduet.

3.3 Fil



Under dette menyvalget inngår alt som gjelder åpning av nye/eksisterende dokumenter og utskrift.

I tillegg kan du velge utskrift, utforming av utskriften og innhold.

Tilgjengelige verktøyknapper til denne menyen er: **Ny, Åpne, Lagre, Innhold utskrift og Utskrift.**



3.3.1 Ny

Her starter du en nytt dokument.

3.3.2 Åpne

Her kommer du inn i dialogboksen for Åpne fil i Windows.

3.3.3 Lukk

Med dette menyvalget lukker du dokumentet. Hvis dokumentet ikke er lagret, får du spørsmål om du vil lagre det. Du oppnår samme resultat ved å lukke vinduet til dokumentet.

3.3.4 Lagre

Med dette menyvalget lagrer du dokumentet under samme navn. Hvis dokumentet ikke har fått noe navn, vises automatisk dialogboksen **Lagre som**.

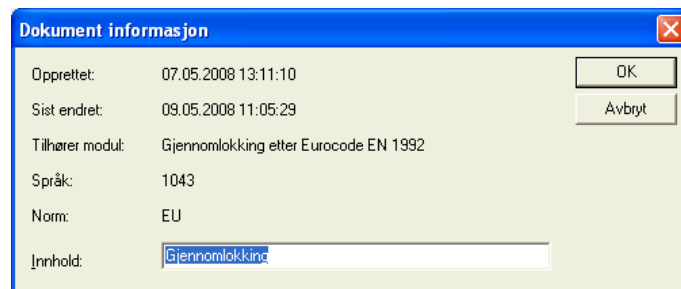
3.3.5 Lagre som

Her kommer du inn i dialogboksen for å lagre dokumenter. Dokumentene lagres automatisk som filtype GW70 for Gjennomlokking.

3.3.6 Send som E-mail...

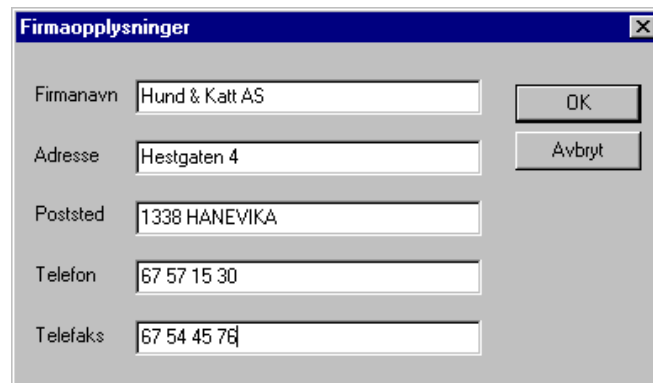
Denne er valgbar hvis du har mulighet å sende E-mail. Da får du opp en mail med denne filen som vedlegg, og hvor du må fylle ut resten.

3.3.7 Dokumentinformasjon



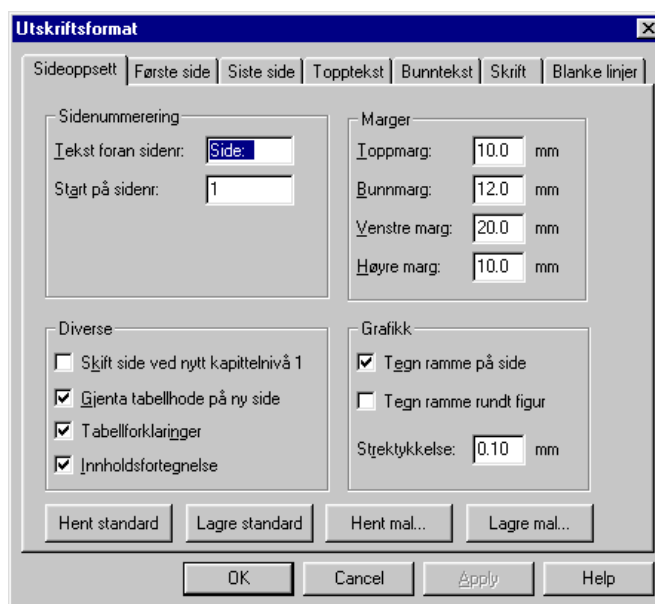
Velg **Dokumentinformasjon** for å vise informasjon om det aktuelle dokumentet. Teksten under **Innhold** kan du redigere.

3.3.8 Firmaopplysninger



Her gir du inn de firmaopplysningene som kommer på utskriften. Det du gir inn blir lagret i Registry, og brukes for alle programmer i G-PROG Betong.

3.3.9 Utskriftsformat



I denne dialogboksen endrer du utskriftsformatet for dette dokumentet. Du kan også forandre utskriftsformatet for alle nye dokumenter, og lage maler for utskriftsformat, som du benytter for å få utskrifter som hører sammen like.

Du lagrer endringer ved å klikke på OK, og opphever endringer ved å klikke på Avbryt (eller Cancel, hvis du har engelsk versjon av Windows).

Sidenummerering

Du bestemmer teksten foran sidenummereringen og hvilket sidetall utskriften skal starte på. Om sidenummeret skal være med bestemmer du under toppteksten.

Marger

Her kan du definere topp-, bunn-, venstre- og høyremarger for utskriften. Hvis høyre og venstre marg velges så stor at den virkelige sidebredden blir mindre enn den som er forutsatt i programmet, vil teksten kuttes ved høyre kant.

Diverse

Her kan du bestemme om du skal ha sideskift mellom kapitler på nivå 1, og om tabellhodet i tabellene skal gjentas ved sideskift i tabellene. Du kan også bestemme om tabellforklaringen og innholdsfortegnelsen skal være med.

Grafikk

Hvis du ønsker det, kan du få en ramme rundt hele siden. I tillegg kan du også få en ramme rundt selve figurene. Strektykkelsen for rammene velger du selv.

Hent standard

Med dette valget setter du ut alle data for utskriftsformat til de verdier som du har lagret som standardverdier i Registry.

Lagre standard

Med dette valget lagrer du gjeldende data for utskriftsformat som standardverdier i Registry.

Hent mal...

Med dette valget setter du alle data for utskriftsformat til de verdier du har lagret på en malfil. Programmet bruker en standard dialogboks for Åpne Fil.

Lagre mal...

Med dette valget lagrer du gjeldende data for utskriftsformat på en malfil. Programmet bruker en standard dialogboks for Lagre Som. Programmet beholder ikke informasjon om malfilens navn, derfor brukes ikke Lagre uten filnavn.

Første side

Her skal du krysse av for om du vil ha med Firmanavn, Adresse, Prosjektoverskrift, Dokumentavhengig overskrift, Dato, Tid, Signatur, Programidentifikasjon og Dokumentidentifikasjon.

Du kan endre både prosjektoverskrift og dokumentavhengig overskrift. Den prosjektavhengige overskriften lagres sammen med andre data på utskriftsmaler og standardverdier, mens den dokumentavhengige overskriften kun gjelder det aktuelle dokumentet. På samme måte blir den prosjektavhengige overskriften byttet ut når du henter inn verdier fra en utskriftsmal eller fra standardverdier.

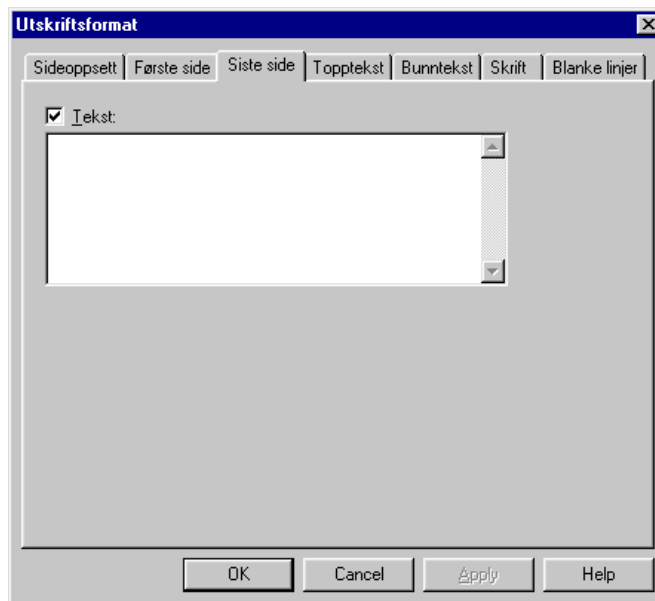
Teksten skrives ut slik den er lagt inn med hensyn til linjeskift.

Initialene dine vises automatisk.

Har du krysset av for Program-identifikasjon, vil navnet på programmet vises på utskriften. Navn på dokumentfilen vil vises hvis du krysser av for Dokument-identifikasjon.

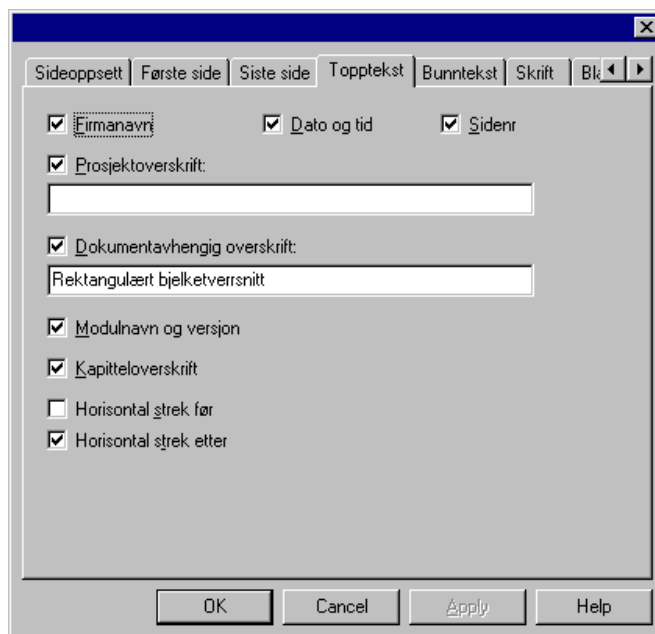
Du lagrer endringer ved å klikke på OK, og opphever endringer ved å klikke på Avbryt.

Siste side



Her kan du legge inn tekst som blir skrevet ut til slutt. Denne teksten blir lagret i resp. mal.

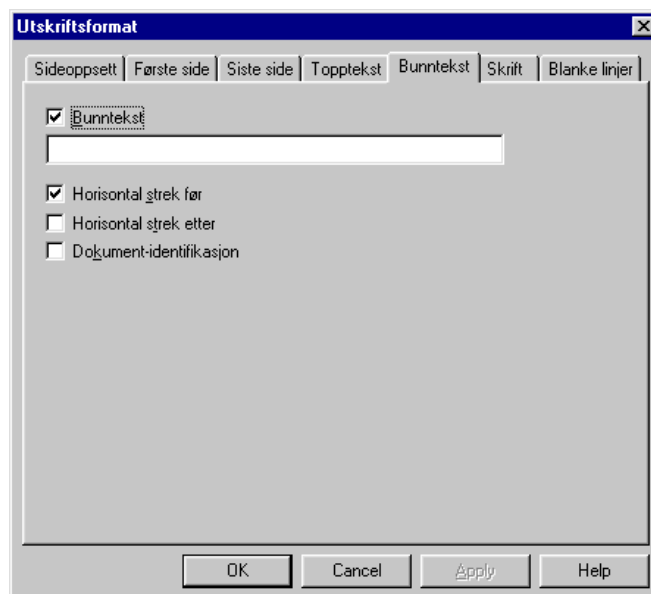
Topptekst



Du velger om du vil ha følgende med i toppteksten: Firmanavn, Prosjektoverskrift, Dokument-avhengig overskrift, Modulnavn og versjon, Kapitteloverskrift, Horisontalstrek før og etter topptekst, Dato og tid samt om Sidenummer skal tas med.

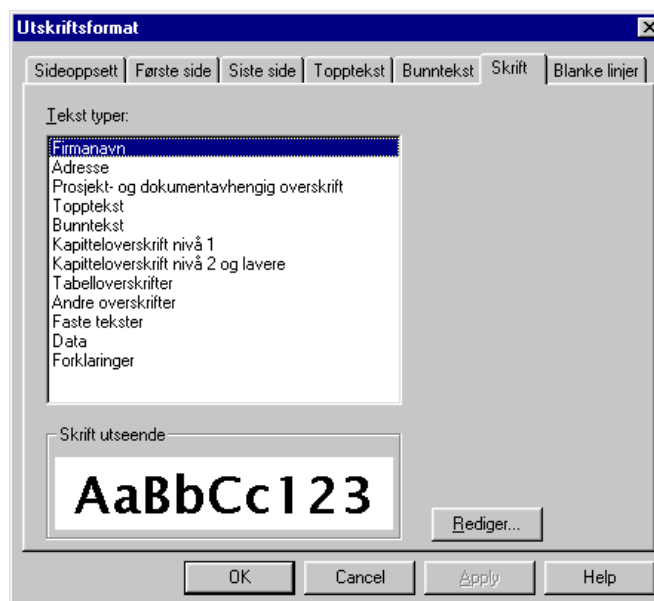
Du kan endre både prosjektoverskrift og dokumentavhengig overskrift. Den prosjektavhengige overskriften lagres sammen med andre data på utskriftsmaler og standardverdier, mens den dokumentavhengige overskriften kun gjelder det aktuelle dokumentet. På samme måte blir den prosjektavhengige overskriften byttet ut når du henter inn verdier fra en utskriftsmal eller fra standardverdier.

Bunntekst



Her kan du velge om du skal ha **Bunntekst** og **Horisontalstrek** før og etter teksten. Du kan også velge om du vil ha en linje med **dokumentidentifikasjon**, dvs filnavnet, i bunnteksten. Fri bunntekst blir lagret i resp. mal.

Skrift

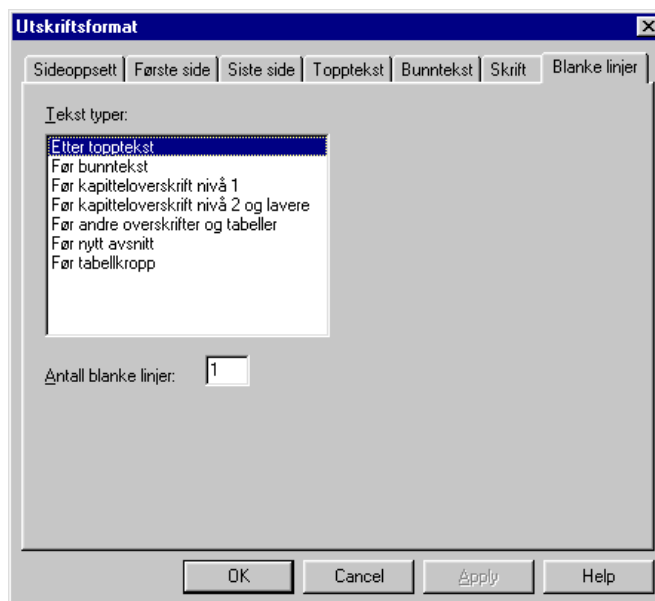


Du kan velge skrift, skrifttype, skriftstørrelse og effekter på alt fra overskrifter til tabeller.

Du velger den aktuelle teksttypen og klikker deretter på **Rediger**. Du kommer da til dialogboksen for valg av skrifttyper o.l. Her klikker du på de aktuelle valgene og bekrefter dem med **OK** eller avbryter med **Avbryt**.

Utseendet på skrifttypene vises i feltet **Skrift utseende**.

Blanke linjer



Her bestemmer du antall blanke linjer som skal brukes i utskriften. Klikk på teksttypen du vil bruke, og sett deretter inn riktig tall nederst.

3.3.10 Innhold utskrift



I denne dialogboksen krysser du av det som skal være med på utskriften. For materialdata kan du velge om bare inndata eller om alle data skal være med. De resterende punktene viser til de tilsvarende vinduene.

Hvis det er datagrupper som ikke inneholder data, vil de ikke bli skrevet ut selv om de er krysset av.

Med de to tastene for full utskrift og Ingen utskrift kan du enkelt velge å krysse av alle datagrupper eller ingen datagrupper.

3.3.11 Forhåndsvisning

Velger du dette menyvalget, får du fram en forhåndsvisning av utskriften. Når du er inne i forhåndsvisningen, er følgende valg tilgjengelige: **Skriv ut**, **Se på neste** og **forrige side**, **Zoom inn** og **ut**, **To sider** og **Lukk**.

3.3.12 Skriv ut

Her vises dialogboksen for utskrift.

3.3.13 Velg skriver

Her vises dialogboksen for valg av skriver.

3.3.14 Lisenslån

Hvis du har nettlisens for programmet har du mulighet å låne en lisens, slik at du kan arbeide uten å være knyttet til nettet. Dette er beskrevet i et eget dokument om lisenssystemet.

3.3.15 Dokumentliste

Dette er en liste over de fire siste dokumentene du har åpnet. Her kan du velge dokument. Hvis det aktive dokumentet ikke er lagret når du velger dette alternativet, vil du få spørsmål om du vil lagre det.

3.3.16 Avslutt

Programmet avsluttes med dette valget. Hvis noen dokumenter ikke er lagret når du velger dette alternativet, vil du få spørsmål om du vil lagre dem.

3.4 Rediger

Rediger	Vis	Eurocode	Data	Result.
Angre	Skrive data		Ctrl+Z	
Gjenopprett	Skrive data		Ctrl+Y	
Klipp ut			Ctrl+X	
Kopier			Ctrl+C	
Lim inn			Ctrl+V	
Slett			Alt+Del	
Sett inn			Alt+Ins	
Endre grenser...			Ctrl+F1	

Under dette menyvalget finner du valg som gjelder utklippstavlen, innlegging og sletting av linjer i tabeller og redigering av grenser og standardverdier.

3.4.1 Angre

Med **Angre** opphever du siste endring. Teksten angir hva siste endring besto av.

3.4.2 Gjenopprett

Med **Gjenopprett** opphever du siste **Angre**. Teksten angir hva siste **Angre** besto av.

3.4.3 Klipp ut

Klipp ut brukes i forbindelse med utklippstavlen i Windows. Hvis delvinduet med trestrukturen er aktivt klippes hele datagruppen ut, noe som ikke brukes i gjennomlokking, ellers brukes det på markert tekst eller markerte felter i en tabell.

3.4.4 Kopier

Kopier brukes i forbindelse med utklippstavlen i Windows. Hvis delvinduet med trestrukturen er aktivt brukes dette på hele datasettet som er vist i det alfanumeriske delvinduet, ellers brukes det på markert tekst eller markerte felter i en tabell.

3.4.5 Lim inn

Lim inn brukes i forbindelse med utklippstavlen i Windows. Avhengig av hva som er plassert på utklippstavlen vil dette enten lime inn tekst i det aktive feltet eller skrive over tilsvarende datagruppe i aktivt dokument. Hvis en datagruppe kan slettes, noe som ikke er aktuelt i gjennomlokking, vil Lim inn tilføye en slik datagruppe.

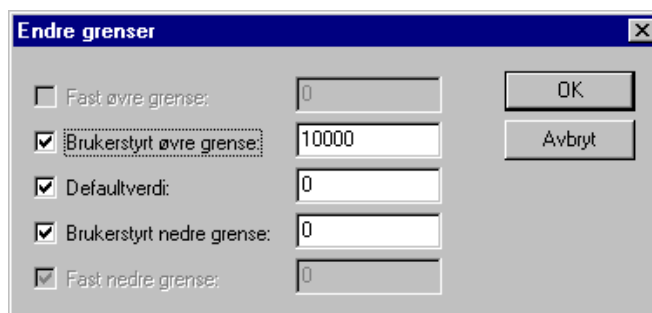
3.4.6 Slett

Slett sletter markerte linjer i tabellene.

3.4.7 Sett inn

Sett inn tilføyer blanke linjer i tabellene.

3.4.8 Endre grenser



Når du er i det aktive feltet og velger **Endre grenser** på menyen, får du fram dette vinduet. (Du kan også bruke Ctrl F1.) Her vises den faste øvre og nedre grensen. I tillegg får du også fram de brukerdefinerte grensene. Hvis du overskrider disse grensene får du en advarsel. Du kan også endre grensene. Standardverdiene definerer du også her.

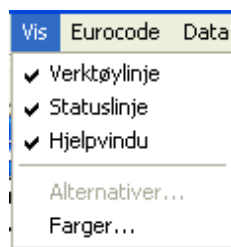
Endringer du gjør her, vil gjelde for alle dokumenter du tar opp i dette programmet.

For de feltene hvor det er aktuelt, har vi oppgitt to sett med grenseverdier. Det ene settet er faste øvre og nedre grenser som ikke kan overskrides, mens det andre settet er brukerdefinerte øvre og nedre grenser. De siste brukes til rimelighetskontroll i programmet, og de kan endres etter ønske, men du må holde deg innen de faste grensene. "Fortegnelse over innleste data og resultater" på side 33 viser de faste grenseverdiene for Gjennomlokking.

I programmet er det også angitt et forslag til standardverdier. Disse kan du også endre. Standardverdiene i programmet vises sammen med grensene.

Når du forlater det aktuelle feltet, kontrolleres verdiene i feltet mot grenseverdiene. Er verdiene utenfor grensene, får du en melding om dette. I tillegg til at det foretas en sjekk av det aktuelle feltet, vil det også kontrolleres at dataene er logiske i forhold til hverandre. Denne kontrollen utføres når du velger beregning. De betingelsene som ikke er oppfylt, vises i en meldingsboks.

3.5 Vis



3.5.1 Verktøylinje



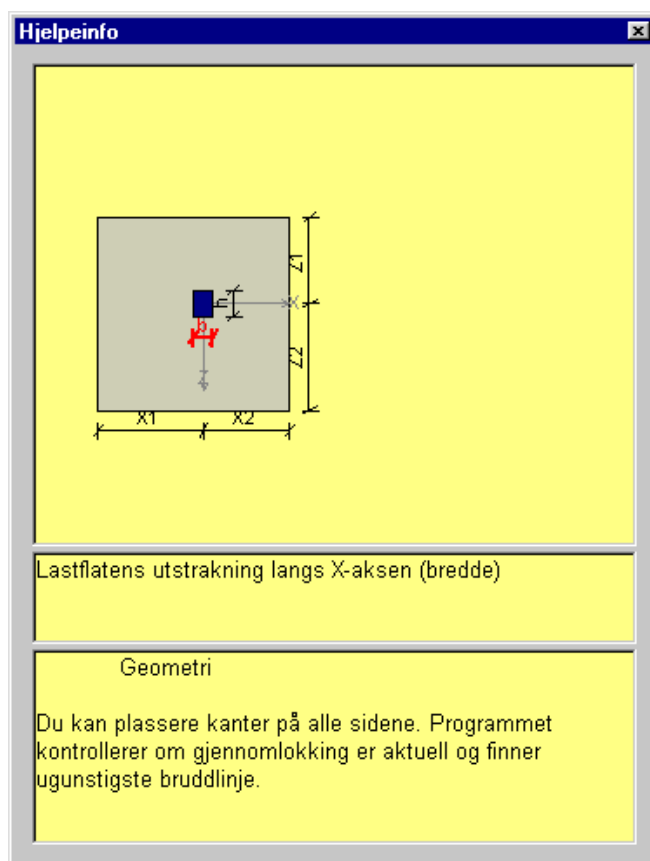
Her velger du om du skal vise eller skjule verktøylinjen for programmet. Den grafiske verktøylinjen håndterer du under alternativer nedenfor.

3.5.2 Statuslinje



Her velger du om du skal vise eller skjule statuslinjen. Statuslinjen står helt nederst i vinduet. Linjen inneholder hjelpetekst.

3.5.3 Hjelpevindu



Her velger du om du skal vise eller skjule hjelpevinduet.

3.5.4 Alternativer

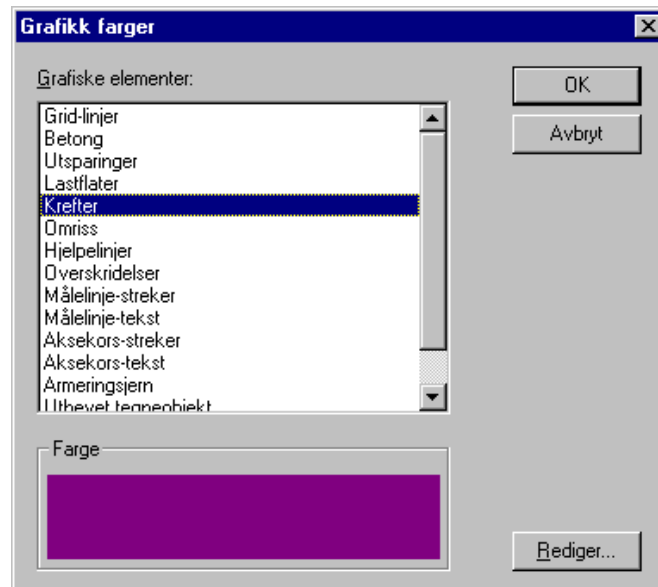


I denne dialogboksen bestemmer du zoomingen og gridavstanden.

I tillegg krysser du av hvis du vil at den verktøylinje, den statuslinje og de linjaler som hør til det grafiske vinduet skal vises. Du bestemmer også om det skal være snap, og om griden skal synes.

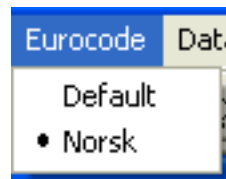
De viktigste valgene finnes også som verktøyknapper i grafikkvinduet.

3.5.5 Farver



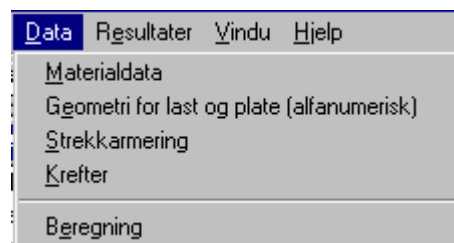
I denne dialogboksen bestemmer du fargevalget i grafikkvinduet. Merk det aktuelle elementet og trykk på knappen for redigering. Dermed kommer du inn i Windows dialogboks for fargevalg. Der velger du farge.

3.6 Eurocode



Her velger du hvilket nasjonalt tillegg til Eurocode du vil benytte i beregningene. Du kan velge **Norsk** eller **Default**. Det første betyr at programmet benytter de verdier på nasjonale parametre som er angitt i det norske tillegget, det siste betyr at programmet benytter de verdier som er anbefalt i hoveddelen av NS-EN 1992. Merk at beregninger etter det siste valget ikke er tillatt brukt i konstruksjoner i noe land! Det gjeldende valget er haket av.

3.7 Data



De data som er vist i det alfanumeriske delvinduet, vil være haket av.

For bjelkene vil alle valgene **Materialdata**, **Geometri for last og plate**, **Strekkarmering**, **Krefter** og **Beregning** være tilgjengelige.

Tilgjengelige verktøyknapper for denne menyen er:



Rekkefølgen er som nevnt over.

Datagruppene kan også velges ved å åpne resp ikon i trestrukturen til venstre i dokumentvinduet.

3.7.1 Materialdata

Betong				Stål			
C:	825 MPa	Ecm:	31476 MPa	Stål:	A	k:	1.01
GammaC:	1.50	fcm:	33.0 MPa	GammaS:	1.15	Eps.uk:	25.00 promille
fck:	25.0 MPa	lcd:	14.2 MPa	fyk:	500 MPa	Eps.lim:	100.0 promille
fck.cube:	30.0 MPa	lctm:	2.56 MPa	fywk:	500 MPa	Et:	200000 MPa
D:	20 mm	lctd:	1.02 MPa	Toleranse:	10.0 mm	Rkz:	505 MPa
Eps.c1:	-2.07 promille	Eps.c2:	-2.00 promille	Eps.ud:	10.0 promille		
Eps.cu1:	-3.50 promille	n:	2.00				
Eksponer:	XC3						

Materialdata er felles for alle modellene. Programmet vil komme med standardforslag til de fleste parameterne. Disse kan du endre ved å overskrive dem. I de feltene hvor du kan skrive inn tallverdiene ved hjelp av comboboks eller spinbutton, kan du også skrive de verdiene du ønsker direkte.

Materialdata er delt opp i to grupper: Materialdata for betong og materialdata for stål.

I den første gruppen gir du normalt bare inn **Betongkvalitet (B)** og **største tilslag (D)**.

Du kan også endre **Materialfaktor for betong (GammaC)**, hvis tillegg A i EN1992 gir anledning til dette. Øvrige materialdata blir beregnet når du velger betongkvalitet. Disse er **Betongens sylindrefasthet (fck)**, **Betongens kubehållfasthet (fck.cube)**, **Betongens trykktøyning ved maks spenning etter kurve 1 (Eps.c1)**, **Betongens bruddtøyning etter kurve 1 (Eps.cu1)**, **Betongens trykktøyning ved maks spenning etter kurve 2 (Eps.c2)**, **Betongens bruddtøyning etter kurve 2 (Eps.cu2)**, **n i arbeidsdiagrammet (n)**, **Betongens midlere E-modul (Ecm)**, **Betongens midlere trykkfasthet (fcm)**, **Betongens dimensjonerende trykkfasthet (fcd)**, **Betongens dimensjonerende strekkfasthet (fctm)**, **Betongens dimensjonerende strekkfasthet (fctd)**. Du gir også inn **Eksponeringsklasse (Eksponer)**, da denne bestemmer nødvendig overdekning.

Under materialdata for stål gir du inn **Ståltype A, B eller C (Stål)**, **Strekkarmeringen flytgrense (fyk)**, **Bøylenes flytgrense (fywk)** og **Toleranse for plassering av jern vertikalt (Toleranse)**. Du kan også endre **materialfaktor for stål (GammaS)**.

Programmet beregner automatisk **Forhold mellom flytespenning og bruddspenning (k)**, **Armeringens bruddtøyning (Eps.uk)**, **Armeringens E-modul (Es)**, **Armeringens bruddspenning (ftks)** og **Største armeringstøyning i beregningen (Eps.ud)**. Du kan i tillegg sette k til 0, hvis du vil regne etter alternativ b i EN 1992, og sette en lavere grense på armeringstøyningen (Eps.lim).

Sammen med materialdata viser programmet grafiske inndata for geometrien i den grafiske delen av dokumentvinduet.

3.7.2 Geometri

Lf	Sirk	Uf	hu mm	bu mm	du mm	Xu mm	Zu mm
d	400 mm	Sirk	200	200	300	100	600
t	200 mm						
X1	<input type="checkbox"/> 0 mm						
X2	<input type="checkbox"/> 0 mm						
Z1	<input type="checkbox"/> 0 mm						
Z2	<input type="checkbox"/> 0 mm						
Formel	Inner søyle						

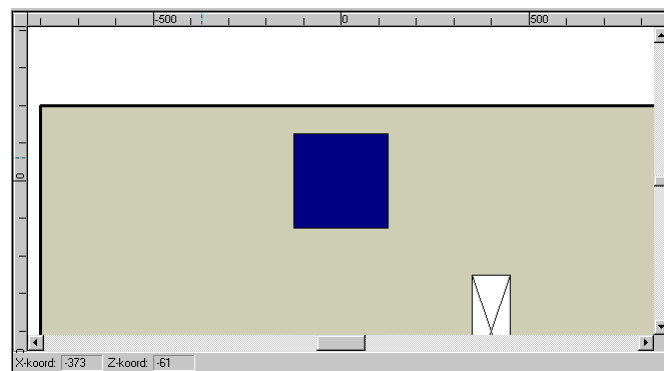
Dette vinduet består av tretten felter. **Lastflatens form** (Lf) kan være rektangulær eller sirkulær. For rektangulær lastflate angir du **Høyde** (h) og **Bredde** (b), og for sirkulær flate **Diameter** (d). Hjelpvinduet viser hvordan disse måles. **Dekketykkelsen** (t) angis for alle lastflater.

På hver av de fire sidene kan betongplaten ha en fri kant. Du angir dels om denne **Kanten skal kontrolleres**, dels **Kantavstand** (X1, X2, Z1 og Z2). Kantavstander i negativ X- og Z-retning angis med negativ verdi.

Du kan også velge om du vil benytte de alternative formlene for kantsøyler og hjørnesøyler, som er angitt i EN 1992. Programmet kontrollerer om betingelsene for dette er tilstede.

I tillegg har det en tabell med seks kolonner. For hver linje angir du **Utsparingens form** (Uf) som kan være rektangulær eller sirkulær. For rektangulær utsparing angir du **Høyde** (h) og **Bredde** (b), og for sirkulær utsparing **Diameter** (d). Hjelpvinduet viser hvordan disse måles. Videre angir du **Avstand fra senter lastflate til senter utsparing i X- og Z-retningen** (Xu og Zu). Avstanden angis med fortegn.

3.7.3 Geometri grafisk



Grafikkvinduet består av en vertikal og en horisontal linjal og en statuslinje med koordinatene for markøren. I tillegg til dette har du selve arbeidsområdet.

Under menyen Vis finner du **Alternativer** og **Farger**. Her kan du bestemme en del av parameterne til grafikkvinduet.

Verktøytastene finnes i en egen tasterekke, som du kan låse til kanten av arbeidsområdet eller la flyte fritt i vinduet. Med verktøyknappene:



Rediger, Vertikal kantlinje, Horisontal kantlinje, Rektangulær lastflate, Sirkulær lastflate, Rektangulær utsparing, Sirkulær utsparing, Zoom inn, Zoom ut, Vis grid og Bruk grid har du de fleste funksjonene lett tilgjengelig.

Når du skal legge inn en ny kantlinje, klikker du på knappen **Vertikal** eller **Horisontal kantlinje**. Vi anbefaler også at du bruker **Bruk grid**. Hvis

gridavstanden ikke passer modellen din, kan du endre på det i menyen **Vis/Alternativer**. Så plasserer du kantlinjen der hvor du ønsker. Hvis du plasserer mer enn en kantlinje på samme side av lastflaten spør programmet om forrige kantlinje skal slettes.

Med tastene for **rektangulær** resp. **sirkulær lastflate** kan du erstatte den gamle lastflaten med en ny. Med tastene for **rektangulær** og **sirkulær utsparring** setter du ut nye utsparringer.

Merk at lastflaten ikke kan flyttes. Den ligger alltid i koordinatene 0,0, og du genererer den ønskede konstruksjonen ved å plassere øvrige elementer på riktig sted i bildet.

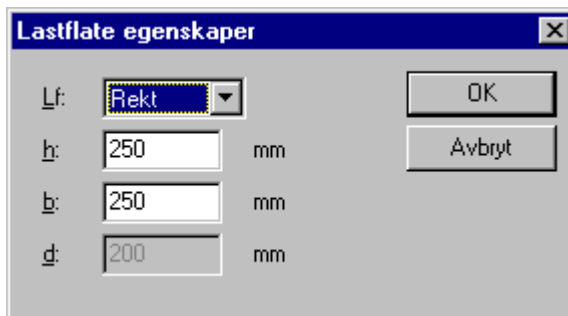
Så lenge du har en av tastene for innlegging av elementer trykket inn, blir det laget nye elementer hver gang du klikker i bildet. Det er derfor en god vane alltid å gå tilbake til redigeringsmodus så snart du er ferdig med innlegging av elementer.

Du kan også endre de utsatte elementene. Da trykker du inn knappen **Rediger**. Du har da mulighet til å merke, slette, flytte og endre elementer. Du **merker** ved å klikke på punktet. Merkede elementer **slettes** ved at du trykker på Delete-tasten eller ved at du velger **Rediger/Slett** på menyen. Elementene **flyttes** ved at du holder museknappen nede inne over elementet (markøren er en hånd) og drar det til ønsket posisjon. Hvis du vil endre størrelsen på et element trykker du ned museknappen i kanten av elementet (markøren er en dobbelpil) og trekker kanten til riktig størrelse. Du kan også markere flere elementer samtidig ved å holde nede museknappen og dra, slik at det dannes en ramme rundt de aktuelle elementene.

Du kan flytte deg mellom det grafiske og alfanumeriske vinduet ved å klikke i aktuelt vindu.

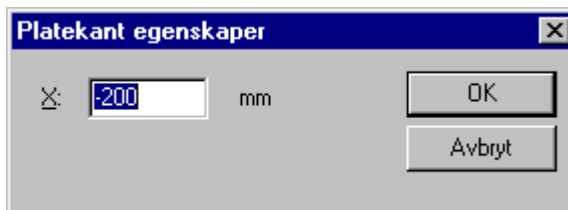
Hvis du dobbeltklikker på et av elementene, får du opp en dialogboks med data for dette elementet. Du kan ta opp data for **lastflaten, kantlinjer** og **utsparringer**.

Dialogboks for lastflaten.



Her gir du inn **Lastflatens form** (Lf), som kan være sirkulær eller rektangulær. For rektangulære flater gir du også inn **Høyde** (h) og **Bredde** (b), for sirkulære flater **Diameter** (d).

Dialogboks for kantlinje.



Her gir du inn **avstanden fra senter lastflate** (X resp. Z) til denne kantlinjen.

Dialogboks for utsparing.

Her gir du inn utsparingens form, som kan være rektangulær eller sirkulær. For rektangulære utsparinger gir du også inn **Høyde** (h) og **Bredde** (b), for sirkulære utsparinger **Diameter** (d). I tillegg gir du inn **Avstand fra senter lastflate til senter utsparing i X- og Z-retningen** (Xu resp. Zu). Avstanden angis med fortegn.

Grafisk PopUpMeny

Funksjonene **Slett**, **Sett inn**, **Alternativer...** og **Farger...** er også tilgjengelige fra hovedmenyen. **Egenskaper** åpner en dialogboks med koordinatene for det punkt som er markert, og gir deg mulighet til å redigere disse.

3.7.4 Strekkarmering

Strekkarmering i X-retningen:				
	Ø (mm)	cc (mm)	c (mm)	ccmin (mm)
1	16.0	200	35	0
2				

Strekkarmering i Z-retningen:				
	Ø (mm)	cc (mm)	c (mm)	ccmin (mm)
1	16.0	200	51	0
2				

Inndata for all armering er samlet i dette vinduet. For hver armeringsgruppe angir du verdier for **Diameter** (Ø), **Senteravstand** (cc), **Overdekning** (c) og **Minste senteravstand** (ccmin). Når det gjelder overdekningen, må du huske å ta hensyn til hvilke jern som ligger i ytterste lag. Verdiene som kommer fram i combobokser og spinbutton, kan overskrives. For første linje må du alltid oppgi armeringsgruppe.

Med **Minste senteravstand** kan du selv styre hvordan programmet øker strekkarmeringen nå skjærkapasiteten er for liten. Hvis du angir en minste senteravstand som er mindre enn den aktuelle senteravstanden beregner programmet nødvendig strekkarmering og legger denne inn. Grenseverdien for denne er dels den angitte minste senteravstanden, dels den største armering som gir økning av skjærkapasiteten. Programmet plasserer selv armeringen i flere lag hvis det er nødvendig.

Legger du selv inn **senteravstand**, må du passe på at det er plass.

For skjærarmeringen angir du **Diameter** (\emptyset), **Hellningsvinkel** (alfa) og **Type skjærarmering** (Oppbøyde jern eller Bøyler).

3.7.5 Krefter

N kN	M _x kNm	M _z kNm	p kN/m ²
200	0	0	0.0
200	25	0	0.0
200	0	25	0.0
200	25	25	0.0

Når det gjelder snittkrefter, må du legge inn **Normalkraft** (N), **Moment om X-aksen** (M_x), **Moment om Z-aksen** (M_z) og **Jevnt fordelt last på platen** (p). Dette er en ytre last på platen som motvirker normalkraften, og som derfor skal ha motsatt fortegn av normalkraften. Når du har lagt inn de settene du ønsker, velger du beregning. Alle kreftene som oppgis, skal være i **bruddgrensetilstanden**.

Normalkraft og **momenter** er de krefter som virker fra søylen eller lastflaten på platen.

Ved å legge inn flere linjer kan du beregne flere tilfeller for samme lastflate på en gang. Alle resultatene baserer seg på den samme hovedarmeringen.

3.7.6 Beregning

Når du klikker her beregner programmet den konstruksjon du har gitt inn.

3.8 Resultater



Her vises **Minimumsarmering** og **Skjærberegning etter Eurocode**.

3.8.1 Minimumsarmering

Retn	\emptyset (mm)	Max cc (mm)	Min Asl (mm ² /m)	cc (mm)	Asl (mm ² /m)	Min Asv (mm ² /m ²)	sr mm	st.f mm	st.o mm
X.UK	12	400	106	0	0	533	115	230	306
X.OK	12	250	106	200	565	533	115	230	306
Z.UK	12	400	98	0	0	533	115	230	306
Z.OK	12	250	98	200	565	533	115	230	306

Her får du følgende verdier: **Jernretning og plassering** (Retn), **Diameter for minimumsarmering** (\emptyset), **Største tillatte senteravstand for minimumsarmeringen** (Max cc), **Minste tillatte areal for minimumsarmeringen** (Min Asl), **Valgt senteravstand for strekkarmeringen** (cc), **Valgt areal for strkkarmeringen** (Asl) og **Minste areal for skjærarmeringen** (Min Asv). Videre vises **Maksimal avstand mellom jernene radielt** (sr), **Maksimal avstand mellom jernene tangentielt i første**

bruddlinje (st,f) og Maksimal avstand mellom jernene tangentielt i ytterste bruddlinje (st,o).

3.8.2 Skjærarmering etter Eurocode

Geometri og trykkbruddkontroll														
	Formel	u mm	u* mm	W1x mm ²	W1z mm ²	k	Beta	d mm	Rho %	fywd,eff MPa	u0 mm	vEd,c MPa	vRd,max MPa	Utn,t
1	Bruddlinje bet. 6.13	2883	***	758186	893467	***	1.081	153	1.643	***	760	2.88	4.09	0.70
2	Kanttryk (6.44)	2741	1.241	***	893467	0.45	2.091	153	1.643	***	760	5.58	4.09	1.36
3	Bruddlinje bet. 6.13	2883	***	758186	893467	***	1.066	153	1.643	288	760	3.67	4.09	0.90
4	Bruddlinje bet. 6.13	2883	***	758186	893467	***	1.093	153	1.643	288	760	4.53	4.09	1.11

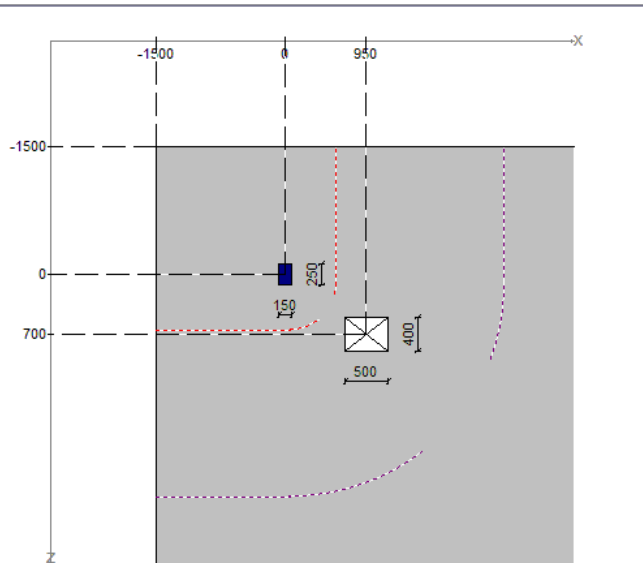
Strekbruddkontroll																	
	vEd,t MPa	vRd,c MPa	vRd,c,max MPa	vRd,s MPa	Utn,s	Asw/sr mm ² /m ²	sr mm	Asw,t mm ²	nt,a	nr	nt,m	nt,o	uout,eff mm	SR mm	As,x mm ² /m	As,z mm ² /m	Asw,min mm ²
1	0.63	0.93	0.99	***	0.68	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
2	1.58	0.93	0.99	***	0.67	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
3	1.64	0.93	0.99	0.34	0.75	4506	115	347	4	4	11	11	2454	431	2448	3325	13
4	1.28	0.93	0.99	0.59	0.92	4547	115	352	6	4	11	13	4125	448	2448	3325	13

Dette er resultatvinduet, som vises etter beregning. Fordi det er mange data som kan være av betydning, vises disse i to tabeller. Den øvre tabellen viser data fra bruddlinjeberegningen og trykkbruddkontrollen, mens den nedre viser data fra strekkbruddkontrollen og plasseringen av skjærarmering.

Den øvre tabellen inneholder følgende verdier: **Formel for beregning av Beta (Formel)**, **Bruddlinjens lengde ved strekkbrudd (u)**, **Avkortet bruddlinje ved kant (u*)**, **Plastisk motstandsmoment om X-aksen (W1x)**, **Plastisk motstandsmoment om Z-aksen (W1z)**, **Faktor k i tabell 6.1 (k)**, **Multiplikator Beta i beregningen av skjærspenning (Beta)**, **Beregnet gjennomsnitt av effektiv høyde (d)**, **Beregnet gjennomsnitt av armeringsprosent (Rho)**, **Effektiv dimensjonerende flytespenning for armeringen (fywd,eff)**, **Bruddlinjens lengde ved trykkbrudd (u0)**, **Skjærspenning ved trykkbruddkontroll (vEd,c)**, **Maksimal skjærspenning for trykkbrudd (vRd,max)** og **Utnyttelse for trykkbrudd (Utn,t)**.

Den nedre tabellen inneholder følgende verdier: **Skjærspenning ved strekkbruddkontroll (vEd,t)**, **Maksimal skjærspenning i betongen med innlagt armering (vRd,c)**, **Maksimal skjærspenning i betongen med største mulige armering (vRd,c,max)**, **Udekket skjærspenning, som må dekkes av skjærarmering (vRd,s)**, **Utnyttelse for strekkskjærbrudd (Utn,s)**, **Totalt nødvendig skjærarmering pr. areal (Asw/sr)**, **Største avstand radielt for skjærarmering (sr)**, **Nødvendig skjærareal for hver omkrets (Asw,t)**, **Antall jern i hver omkrets uten hensyn til største senteravstander (nt,a)**, **Antall jern i hver radiell linje (nr)**, **Antall jern i hver omkrets, med hensyn også til største avstander (nt,m)**, **Antall jern i ytterste omkrets, med hensyn til største avstander (nt,o)**, **Lengde for ytterste bruddlinje som må dekkes inn (uout,eff)**, **Avstand fra søylesenter til ytterste skjærjern (SR)**, **Største tillatte langsgående armering i X-retningen (As.x)**, **Største tillatte langsgående armering i Z-retningen (As.z)** og **Minste areal for et skjærarmeringsjern (Asw,min)**.

3.8.3 Grafisk visning av resultater



Her vises geometrien sammen med den bruddlinje som ligger til grunn for første linje i kapasitetskontrollen. Hvis det kreves ekstra skjærarmering vises også den ytterste bruddlinjen, dvs. begrensninglinjen for hvor langt ut skjærarmeringen må plasseres. Fordi forskjellige lasttilfeller kan ha forskjellige bruddlinjer, må du velge et tilfelle ved å klikke i det alfanumeriske vinduet først.

3.8.4 Minimumsarmering ikke oppfylt

Felt	Avstand mm	Hva	Verdi
xxxxx	xxxxx	Øverkantarmring strekker seg utenfor bjelken	xxxxx
2	150	Stålspenningen ved risskontroll er for stor.	400

Programmet gjør en grundig kontrollberegning av alle minimumskrav for å sjekke at de er oppfylt. I tillegg kontrolleres at ingen armering ligger utenfor støttemuren resp. fundamentet. Dette vinduet viser de krav som ikke er oppfylt. Der det er mulig, angir programmet også hvor det er, og eventuelt beregnet grenseverdi.

3.9 Vindu



Under dette menyvalget bestemmer du plasseringen av vinduene, og du har en oversikt over de vinduene som er framme. Vinduet du klikker på, vil bli aktivert

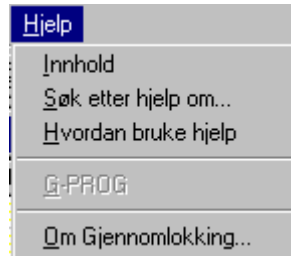
Nytt vindu lager et nytt vindu med samme dokument som aktivt vindu. På den måten kan du se flere datagrupper samtidig.

Overlappet legger alle vinduene oppå hverandre, litt forskjøvet.

Side ved side plasserer alle vinduene ved siden av hverandre. De blir redusert, slik at det blir plass til alle.

Ordne ikoner ordner vindusikonene nederst på arbeidsområdet.

3.10 Hjelp



Under **Innhold** får du fram en innholdsfortegnelse.

Med **Søke etter hjelp om** skriver du inn eller velger emner og stikkord som du får hjelp om.

Hvordan bruke hjelp forteller deg hvordan du skal bruke hjelpsystemet.

G-PROG viser en oversikt over programmene, mens **Om Gjennomlokking** gir deg opplysninger om den aktuelle modulen.

4 Fortegnelse over innleste data og resultater

4.1 Inndata

4.1.1 Materialdata

Beskrivelse	Ref. navn	Dimens.	Default	Grenser	
Betongklasse etter EN 1992	C	MPa	B25	B12 - B95	
Materialfaktor betong	γ_c		1.5	1.0 (0.1)	2.0 (100.0)
Betongkvalitet	f_{ck}	MPa	30.0	12.0 (5.0)	95.0 (200.0)
Betongkvalitet (kubefasthet)	$f_{ck,cube}$	MPa	35.0	15.0 (5.0)	110.0 (200.0)
Største tilslag etter NS-EN 1260	D	mm	20	10.0(1.0)	64.0 (150.0)
Betongens trykktøyning ved maks spenning, kurve 1	ϵ_{c1}	$\%$	ber.	-5.0 (-10.0)	-0.5 (-0.1)
Betongens bruddtøyning, kurve 1	ϵ_{cu1}	$\%$	ber.	-10.0 (-20.0)	-2.0 (-0.1)
Betongens trykktøyning ved maks spenning, kurve 2	ϵ_{c2}	$\%$	ber.	-5.0 (-10.0)	-0.5 (-0.1)
Betongens bruddtøyning, kurve 2	ϵ_{cu2}	$\%$	ber.	-10.0 (-20.0)	-2.0 (-0.1)
Exponent n i arbeidsdiagrammet. Tabell 3.1	n		ber.	1.4	2.0
Eksponeringsklasse	Eksponer		XC3	X0,XC1,XC2,XC3,XC4,XD1, XD2,XD3,XS1,XS2,XS3, XF1,XF2,XF3,XF4,XA1, XA2,XA3,XA4,XSA	
Betongens midlere E-modul	E_{cm}	MPa	ber.	1000 (1000)	40000 (100000)
Betongens midlere trykkfasthet	f_{cm}	MPa	ber.	20 (5)	103 (200)
Betongens dimensjonerende trykkfasthet	f_{cd}	MPa	ber.	8 (3)	60 (150)
Betongens midlere strekkfasthet	f_{ctm}	MPa	ber.	1.6 (1.0)	5.2 (10)
Betongens dimensjonerende strekkfasthet	f_{ctd}	MPa	ber.	0.73 (0.5)	2.33 (5.0)
Ståltype	Stål		A	A, B, C	100.0 (200.0)
Materialfaktor armering	γ_s		1.15	1.0 (0.1)	2.0 (100.0)
Strekkarm. Flytegrense	f_{yk}	MPa	500	400 (100)	600 (3000)
Bøylenes flytegrense	f_{ywk}	MPa	500	400 (100)	600 (3000)
Toleranse for plassering av armering vertikalt	Toleranse	mm	10	5.0 (0.0)	50.0

Forhold mellom flytespenning og bruddspenning	k		ber	1.0 (1.0)	1.35 (2.0)
Armeringens bruddtøyning	ϵ_{uk}	$\%$	ber.	25.0 (10.0)	75.0 (100.0)
Egendefinert grense for armeringstøyning	ϵ_{lim}	$\%$	ber.	5.0 (5.0)	100.0 (100.0)
Armeringens E-modul	E_s	MPa	ber.		

4.1.2 Geometri

Beskrivelse	Ref. navn	Dimens.	Default	Grenser	
Søyletype	Rekt/Sirk		Rekt	Rekt, Sirk	
Søylehøyde	h	mm	200	0 (0)	10000
Søylebredde	b	mm	200	0 (0)	10000
Søylediameter	d	mm	200	0 (0)	10000
Dekketykkelse	t	mm	200	60 (60)	10000
Avstand til kant i -X-retn	x1	mm	0	-100000	0 (0)
Avstand til kant i X-retn	x2	mm	0	0 (0)	100000
Avstand til kant i -Z-retn	z1	mm	0	-100000	0 (0)
Avstand til kant i Z-retn	z2	mm	0	0 (0)	100000
Type utsparing	Rekt/Sirk		Rekt	Rekt, Sirk	
Avstand til senter i X-retn	X_u	mm	200	-10000	10000
Avstand til senter i Z-retn	Z_u	mm	200	-10000	10000
Utsparing høyde	h_u	mm	200	0 (0)	10000
Utsparing bredde	b_u	mm	0	0 (0)	10000
Utsparing diameter	d_u	mm	0	0 (0)	10000
Foretrukket formel for beregning av Beta	Formel		Innersøyle	Innersøyle, kantsøyle	

4.1.3 Armering

Strekkarmering

Beskrivelse	Ref. navn	Dimens.	Default	Grenser	
Diameter for armering	ϕ	mm	12	3 (1)	40
Senteravstand	cc	mm	0	50 (10)	1000
Avstand fra y.k.	c	mm	25	15 (10)	500
Minste senteravstand	cc_{min}	mm	0	50 (10)	1000

Skjærarmoring

Beskrivelse	Ref. navn	Dimens.	Default	Grenser	
Diameter	ϕ_s	mm	12	3 (1)	55
Helningsvinkel	α_s	grad	90.0	10.0 (10.0)	90.0 (90.0)
Type skjærarmoring	Type		Bøyler	Bøyler, Oppbøyde jern	

4.1.4 Krefter

Beskrivelse	Ref. navn	Dimens.	Default	Grenser	
Normalkraft	N	kN	0	-100000	100000
Moment om X	M_x	kNm	0	-100000	100000
Moment om Z	M_z	kNm	0	-100000	100000

4.2 Resultater

4.2.1 Materialdata

Beskrivelse	Ref. navn	Dimens.
Armeringens bruddgrense	f_{tk}	MPa
Største tillatte armeringstøyning etter EN1992	ϵ_{ud}	‰

4.2.2 Strekkarmering

Beskrivelse	Ref. navn	Dimens.
Senteravstand	cc	mm

Denne kan være både inndata og resultat, avhengig av hvilke forutsetninger du legger for beregningen.

4.2.3 Minimumsarmering

Beskrivelse	Ref. navn	Dimens.
Jernretning og plassering	Retn	
Diameter for jern	\emptyset	mm
Største senteravstand for minimumsarmeringen	Max cc	mm
Minste areal for minimumsarmeringen	Min A_{sl}	mm^2/m
Valgt senteravstand for strekkarmeringen	cc	mm
Valgt areal for strekkarmeringen	A_{sl}	mm^2/m
Minste areal for skjærarmeringen	Min A_{sv}	mm^2/m
Maksimal avstand mellom jernene radielt	sr	mm
Maksimal avstand mellom jernene tangentielt i første bruddlinje	st,f	mm
Maksimal avstand mellom jernene tangentielt i ytterste bruddlinje	st,o	mm

4.2.4 Skjærarmering

Beskrivelse	Ref. navn	Dimens.
Formel for beregning av Beta	Formel	
Bruddlinjens lengde ved strekkbrudd	u	mm
Avkortet bruddlinje ved kant	u*	mm

Plastisk motstandsmoment om X-aksen	W_{1x}	mm ²
Plastisk motstandsmoment om Z-aksen	W_{1z}	mm ²
Faktor k i tabell 6.1	k	
Multiplikator Beta i beregningen av skjærspenning	β	
Beregnet gjennomsnitt av effektiv høyde	d	mm
Beregnet gjennomsnitt av armeringsprosent	Rho	%
Effektiv dimensjonerende flytespenning for armeringen	$f_{ywd,eff}$	MPa
Bruddlinjens lengde ved trykkbrudd	u_0	mm
Skjærspenning ved trykkbruddkontroll	$v_{Ed,c}$	MPa
Maksimal skjærspenning for trykkbrudd	$v_{Rd,max}$	MPa
Utnyttelse for trykkbrudd	$U_{tn,t}$	
Skjærspenning ved strekkbruddkontroll	$v_{Ed,t}$	MPa
Maksimal skjærspenning i betongen med innlagt armering	$v_{Rd,c}$	MPa
Maksimal skjærspenning i betongen med største mulige armering	$v_{Rd,c,max}$	MPa
Udekket skjærspenning, som må dekkes av skjærarmering	$v_{Rd,s}$	MPa
Utnyttelse for skjærstrekkbrudd	$U_{tn,s}$	
Totalt nødvendig skjærarmering	$A_{sw/sr}$	mm ² /m ²
Største avstand radielt for skjærarmering	sr	mm
Nødvendig skjærareal for hver omkrets	A_{sw}	mm ²
Antall jern i hver omkrets uten hensyn til største senteravstander	nt	stk
Antall jern i hver radiell linje	nr	stk
Antall jern i hver omkrets, med hensyn også til største avstander	nt,m	stk
Antall jern i ytterste omkrets, med hensyn til største avstander	nt,o	stk
Lengde for ytterste bruddlinje som må dekkes inn	$u_{out,eff}$	mm
Avstand fra søylesenter til ytterste skjærjern	SR	mm
Største tillatte langsgående armering i X-retningen	$A_{s,x}$	mm ² /m
Største tillatte langsgående armering i Z-retningen	$A_{s,z}$	mm ² /m
Minste areal for et skjærarmeringsjern	$A_{sw,min}$	mm ²

5 Forståelse av resultater

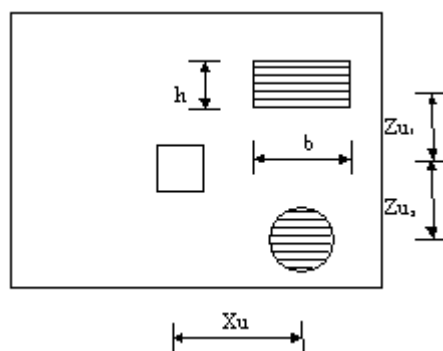
5.1 Generelt

Dette er et utdrag av resultatene. Ønsker du å se alle resultatene og hvordan de henger sammen, henvises det til eksemplene "Eksempler" på side 63. I tabellen brukes det forkortelser pga av plassmangel. Forklaringen på disse forkortelsene er tatt med i dette kapittelet. Disse forklaringene kan også tas med på utskriften.

I utskriften brukes utnyttelsesgrad flere steder. For å ligge på den sikre siden må denne være lik eller mindre enn 1.

Ved at en del beregninger kan bli utelatt vil en del resultater kunne være irrelevante. Disse blir i tabellene nedenfor vist med **** (fire stjerner).

5.2 Utsparinger



Uf	h	b	d	Xu	Zu
	mm	mm	mm	mm	mm

Forklaringer:

- Uf: Utsparingsens form.
- h: Utsparingsens utstrekning langs Z-aksen (høyde).
- b: Utsparingsens utstrekning langs X-aksen (bredde).
- d: Utsparingsens diameter
- Xu: Avstand fra senter lastflate til senter utsparing.
- Zu: Avstand fra senter lastflate til senter utsparing.

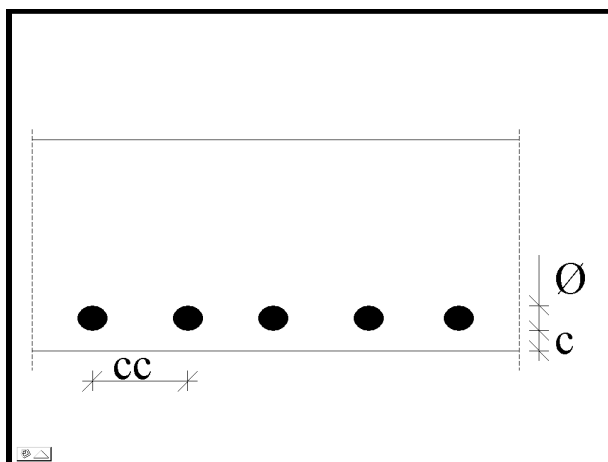
5.3 Krefter

N	Mx	Mz	p
kN	kNm	kNm	kN/m ²

Forklaringer:

- N: Normalkraft
- Mx: Moment om X-aksen
- Mz: Moment om Z-aksen
- p: Jevnt fordelt last på platen

5.4 Dekkearmering i X- og Z-retningen



Arm. grp	Ø	cc	c	ccmin
	mm	mm	mm	mm

Forklaringer:

Ø	Diameter for jern i armeringsgruppen
cc	Senteravstand for jern i armeringsgruppen
c	Overdekning for armeringsgruppen
ccmin	Minste senteravstand for jern i denne armeringsgruppen

5.5 Minimumsarmering

Retn	Ø	maxcc	MinAsl	cc	Asl	MinAsv	sr	st.f	st.o
	mm	mm	mm ² /m	mm	mm ² /m	mm ² /m	mm	mm	mm

Forklaringer:

Retn	Jernretning og plassering
Ø	Diameter for minimumsarmering
maxcc	Største tillatte senteravstand for minimumsarmeringen
MinAsl	Minste tillatte areal for minimumsarmeringen
cc	Valgt senteravstand for strekkarmeringen
Asl	Valgt areal for strekkarmeringen
MinAsv	Minste areal for skjærarmeringen
sr	Maksimal avstand mellom jernene radielt
st.f	Maksimal avstand mellom jernene tangentielt i første bruddlinje
st.o	Maksimal avstand mellom jernene tangentielt i ytterste bruddlinje

5.6 Skjærarmering

5.6.1 Geometri og trykkbruddkontroll

Formel	u	u*	W1x	W1z	k	Beta	d	Rho	Fywd, eff	etc
	mm	mm	mm ²	mm ²			mm	%	MPa	

Forklaringer:

Formel	Formel for beregning av Beta
u	Bruddlinjens lengde ved strekkbrudd
u*	Avkortet bruddlinje ved kant
W1x	Plastisk motstandsmoment om X-aksen

W_{1z}	Plastisk motstandsmoment om Z-aksen
k	Faktor k i tabell 6.1
$Beta$	Multiplikator $Beta$ i beregningen av skjærspenning
d	Beregnet gjennomsnitt av effektiv høyde
Rho	Beregnet gjennomsnitt av armeringsprosent
$F_{ywd,eff}$	Effektiv dimensjonerende flytespenning for armeringen
u_0	Bruddlinjens lengde ved trykkbrudd
$v_{Ed,c}$	Skjærspenning ved trykkbruddkontroll
$v_{Rd,max}$	Maksimal skjærspenning for trykkbrudd
$U_{tn,t}$	Utnyttelse for trykkbrudd

5.6.2 Strekkbruddkontroll

$v_{Ed,t}$	$v_{Rd,c}$	$v_{Rd,c,max}$	$v_{Rd,s}$	$U_{tn,s}$	As_w/s_r	s_r	As_w	n_t	etc
MPa	MPa	MPa	MPa		mm ² /m ²	mm	mm ²	stk	

Forklaringer:

$v_{Ed,t}$	Skjærspenning ved strekkbruddkontroll
$v_{Rd,c}$	Maksimal skjærspenning i betongen med innlagt armering
$v_{Rd,c,max}$	Maksimal skjærspenning i betongen med største mulige armering
$v_{Rd,s}$	Udekket skjærspenning, som må dekkes av skjærarmering
$U_{tn,s}$	Utnyttelse for skjærstrekkbrudd
As_w/s_r	Totalt nødvendig skjærarmering
s_r	Største avstand radielt for skjærarmering
As_w	Nødvendig skjærareal for hver omkrets
n_t	Antall jern i hver omkrets uten hensyn til største senteravstander
n_r	Antall jern i hver radiell linje
$n_{t,m}$	Antall jern i hver omkrets, med hensyn også til største avstander
$n_{t,o}$	Antall jern i ytterste omkrets, med hensyn til største avstander
$u_{out,eff}$	Lengde for ytterste bruddlinje som må dekkes inn
SR	Avstand fra søylesenter til ytterste skjærjern
As_x	Største tillatte langsgående armering i X-retningen
As_z	Største tillatte langsgående armering i Z-retningen
$As_{w,min}$	Minste areal for et skjærarmeringsjern

5.7 Fortegnsregler

Positiv X-akse peker fra venstre mot høyre.

Positiv Y-akse peker oppover fra planet.

Positiv Z-akse ligger i planet og peker mot observatøren.

Positivt normalkraft og positivt fordelt last virker i Y-aksens retning, dvs oppover.

Positivt moment om X-aksen virker mot klokken når en ser i retning origo.

Positivt moment om Z-aksen virker mot klokken når en ser i retning origo.

Alle krefter virker på platen. Kraftene på søylen får omvendt fortegn.

6 Teori

6.1 Generelt

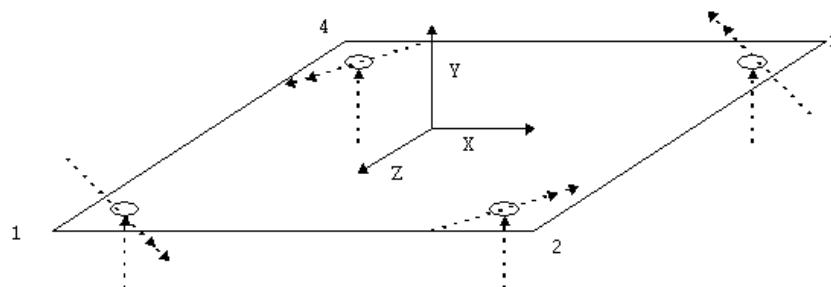
Formlene gjelder for beregning av gjennomlokking i henhold til NS-EN 1992 med norsk nasjonalt tillegg med de endringer og nasjonale tillegg som er utgitt frem til desember 2018.

. I den grad formelene er hentet direkte fra standarden er punkt-/tabellnummer i standarden angitt.

Den benyttede tekstbehandleren gir stor fleksibilitet mhp. bruk av tegn og symboler. Imidlertid er det vanskelig å vise rottegn og hvor stor del av formelen som dekkes av summategn. Vi benytter derfor alltid parenteser for disse:

$\Sigma ()$ og $\sqrt{()}$

6.2 Fortegnsregler



Kreftene følger et vanlig høyrehånds koordinatsystem, hvor positive krefter er rettet oppover, og positive momenter virker mot urviseren rundt resp X- og Z-aksen, dvs ifølge høyrehåndsregelen. For hjørnesøyler, hvor vi vanligvis får strekk i overkant, gir dette følgende fortegn:

For hjørne 1 er:	Mx positiv	Mz positiv
For hjørne 2 er:	Mx positiv	Mz negativ
For hjørne 3 er:	Mx negativ	Mz negativ
For hjørne 4 er:	Mx negativ	Mz positiv

6.3 Materialdata

6.3.1 Generelt

Fasthetsklasser hentes fra EN 206-1. Etter Eurocode benevnes disse f.eks. C30/37, hvor første tall står for sylindertykkfasthet og annet tall for

kubetrykkfastheten. I den norske utgaven av Eurocode er benevnelsene fra NS3473 beholdt, slik at klassen ovenfor heter B30.

Sterkeste klasse som tillates I NS-EN 1992 er B95.

I EN 1992 er sterkeste klasse C90/105.

For betong med lett tilslag ($\rho_1 < 2200 \text{ kg/m}^3$) er sterkeste klasse LC80/88.

6.3.2 Materialfaktorer

Normale materialfaktorer er

$\gamma_c = 1.5$ for betong

$\gamma_s = 1.15$ for stål

I bruksgrensetilstanden er $\gamma_c = \gamma_s = 1.00$

Disse materialfaktorene kan endres i de nasjonale tilleggene. Det norske nasjonale tillegget benytter samme materialfaktorer som basisutgaven av EN 1992.

Tillegg A inneholder en rekke situasjoner hvor det er mulig å redusere materialfaktorene. Disse vil derfor bestå av defaultverdier som kan skrives over.

6.3.3 Betongens terningfasthet (punkt 3.1.2):

Denne heter $f_{ck,cube}$ og er gitt for hver fasthetsklasse. Den benyttes ikke i noen beregninger men vises kun som informasjon.

6.3.4 Betongens sylindetrykkfasthet (punkt 3.1.2):

f_{ck}

Denne er lik verdi fasthetsklassen, for eksempel B30 etter det norske tillegget og C30/37 i basisutgaven av EN 1992.

For lavere alder enn 28 døgn er denne tidsavhengig.

$$f_{ck}(t) = f_{ck} \quad t \geq 28 \text{ døgn}$$

$$f_{ck}(t) = f_{cm}(t) - 8 \text{ MPa} \quad 3 < t < 28 \text{ døgn}$$

Merk at denne versjonen av programmet ikke er laget for å regne betong som fortsatt er i herdingsfasen.

6.3.5 Betongens midlere trykkfasthet (punkt 3.1.2):

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ MPA}$$

For betong yngre enn 28 døgn beregnes den etter formeln

$$f_{cm}(t) = f_{cm} * \beta_{cc}(t)$$

$$\beta_{cc}(t) = \exp(s * \sqrt{(28 / t)})$$

s er en faktor avhengig av sementtype, og kan varieres fra 0.2 til 0.38. Det forutsettes en temperatur på 20 grader C i herdingsperioden.

Fordi det alltid er en spredning i trykkfastheten er midlere trykkfasthet større enn sylindrefastheten, som jo er en nedre grense. Midlere trykkfasthet er en statistisk middelværdi av trykkfastheten.

6.3.6 Betongens midlere E-modul (punkt 3.1.2):

E_{cm} er den Emodul som svarer til den tilnærmet rettlinjede delen av arbeidsdiagrammet. Den er gyldig fra

$$\sigma = 0 \text{ til } \sigma = 0.4 * f_{cm}$$

$$E_{cm} = 22000 * (f_{cm} / 10)^{0.3}$$

For betong med lett tilslag gjelder

$$E_{cm} = E_{cm} * (\rho / 2200)^2$$

For betong yngre enn 28 døgn brukes

$$E_{cm}(t) = (f_{cm}(t) / f_{cm}) * E_{cm}$$

E-modulen er avhengig av hva som brukes som tilslag. For kalksten og sandsten reduseres verdien ovenfor med 10 % resp. 30 %, mens den kan økes med 20 % for basalt.

6.3.7 Betongens dimensjonerende trykkfasthet (punkt 3.1.6):

Ved kapasitetsberegninger benyttes en dimensjonerende trykkfasthet

$$f_{cd} = f_{ck} * \alpha_{cc} / \gamma_c$$

$\alpha_{cc} = 0.85$ i det norske nasjonale tillegget.

I basisutgaven av EN 1992 er $\alpha_{cc} = 1.0$.

6.3.8 Betongens midlere strekkfasthet (punkt 3.1.2):

Her benyttes tre forskjellige verdier, avhengig av om vi ønsker en midlere verdi, om strekkfasthet er gunstig eller om strekkfasthet er ugunstig.

$$f_{ctm} = 0.3 * f_{ck}^{2/3} \quad \text{for } f_{ck} \leq B50$$

$$f_{ctm} = 2.12 * \ln(1 + f_{cm} / 10) \quad \text{for } f_{ck} > B50$$

$$f_{ctk,0.05} = 0.7 * f_{ctm}$$

$$f_{ctk,0.95} = 1.3 * f_{ctm}$$

For betong med lett tilslag gjelder at alle verder multipliseres med

$$\eta_1 = 0.4 + 0.6 * \rho / 2200$$

For betong yngre enn 28 døgn gjelder

$$f_{ctm}(t) = (\beta_{cc}(t))^\alpha * f_{ctm}$$

$$\alpha = 1.0 \quad \text{for } t < 28 \text{ døgn}$$

$$\alpha = 2/3 \quad \text{for } t \geq 28 \text{ døgn}$$

$\beta_{cc}(t)$ er beregnet ovenfor, under midlere trykkfasthet.

6.3.9 Betongens dimensjonerende strekkfasthet (punkt 3.1.6):

Ved kapasitetsberegninger benyttes en dimensjonerende strekkfasthet

$$f_{ctd} = f_{ctk,0.05} / \gamma_c * \alpha_{ct}$$

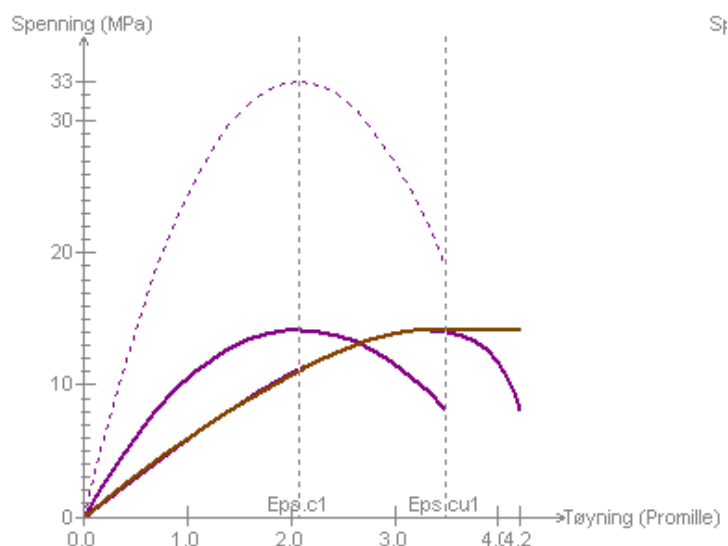
$\alpha_{ct} = 0.85$ i det norske nasjonale tillegget.

I basisutgaven av EN 1992 er $\alpha_{ct} = 1.0$.

6.3.10 Betongens arbeidsdiagram (punkt 3.1.2):

EN 1992 opererer med tre forskjellige arbeidsdiagram for betongen.

1. Denne tar hensyn til at trykkfastheten synker noe etter at betongen har oppnådd sin maksimale spenning. Denne kurve benyttes ved statiske beregninger, herunder beregning av 2. ordens moment for søyler.



Den stiplede kurven gjelder ved bruk av f_{cm} , den venstre heltrukne kurven ved bruk av f_{cd} , og den høyre kurven gjelder når en også tar hensyn til krep.

$$\epsilon_{c1} = 0.7 * f_{cm}^{0.31} \leq 2.8$$

$$\epsilon_{cu1} = 3.5 \quad \text{for } f_{ck} < 50 \text{ MPa}$$

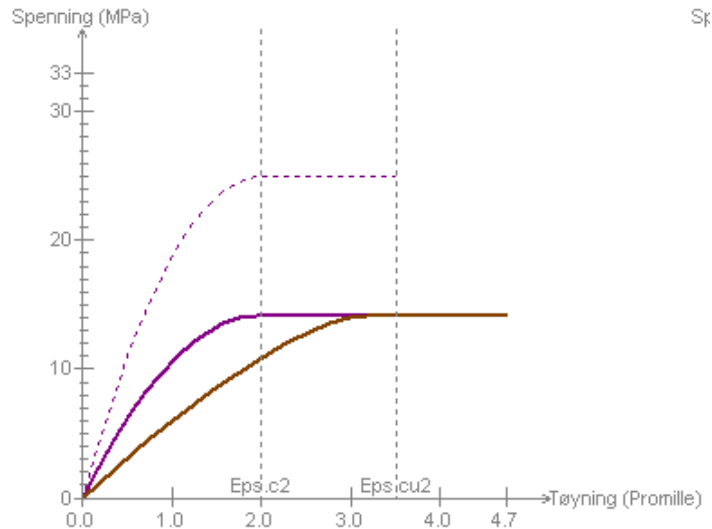
$$\epsilon_{cu1} = 2.8 + 27 * ((98 - f_{cm}) / 100)^4 \quad \text{for } f_{ck} \geq 50 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c = f_{cm} * (k * \eta - \eta^2) / (1 + (k - 2) * \eta)$$

$$\eta = \epsilon_c / \epsilon_{c1}$$

$$k = 1.05 * E_{cm} * |\epsilon_{c1}| / f_{cm}$$

2. Dette er en parabel-rektangel-krue som benyttes ved dimensjonering..



Den stiplede kurven gjelder ved bruk av f_{cm} , den venstre heltrukne kurven ved bruk av f_{cd} , og den høyre kurven gjelder når en også tar hensyn til krep.

$$\epsilon_{c2} = 2.0 \quad \text{for } f_{ck} < 50 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{c2} = 2.0 + 0.085 * (f_{ck} - 50)^{0.53} \quad \text{for } f_{ck} \geq 50 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{cu2} = 3.5 \quad \text{for } f_{ck} < 50 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{cu2} = 2.6 + 35 * ((90 - f_{ck}) / 100)^4 \quad \text{for } f_{ck} \geq 50 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c = f_{cd} * (1 - (1 - \epsilon_c / \epsilon_{c2})^n) \quad \text{for } 0 \leq \epsilon \leq \epsilon_2$$

$$\sigma_c = f_{cd} \quad \text{for } \epsilon_2 \leq \epsilon \leq \epsilon_{u2}$$

$$n = 2.0 \quad \text{for } f_{ck} < 50 \text{ MPa}$$

$$n = 1.4 + 23.4 * ((90 - f_{ck}) / 100)^4 \quad \text{for } f_{ck} \geq 50 \text{ MPa}$$

3. er en forenklet bilinær kurve. Den blir ikke brukt i programmet.

6.3.11 Kryptall (punkt B.1):

$$\phi = (1 + (1 - RH / 100) / (0.1 * h_0^{1/3})) * \alpha_1 * \alpha_2 * (16.8 / (\sqrt{f_{cm}})) * (1.0 / (0.1 + t_0^{0.20}))$$

hvor $h_0 = 2 * A_c / U$, A_c er betongareal, U er omkrets som utsettes for uttørring.

For $f_{cm} \leq 35$ MPa er $\alpha_1 = \alpha_2 = 1.0$, ellers er

$$\alpha_1 = (35 / f_{cm})^{0.7}$$

$$\alpha_2 = (35 / f_{cm})^{0.2}$$

Her er faktoren $\beta_c(t, t_0)$ i EN 1992 satt til 1. Begrunnelsen er at denne alltid er mindre enn 1, og går mot 1 når tiden øker, mens vi ønsker å beregne maksimalt krep.

For betong med lett tilslag, ($\rho_1 < 2200$) gjelder at ϕ skal multipliseres med $(\rho_1 / 2200)^2$ for $f_{ck} \geq LC20/22$ og $1.3 * (\rho_1 / 2200)^2$ for $f_{ck} \leq LC16/18$.

For trykkspenninger fra langtidslaster som er større enn $0.45 * f_{cm}$ må vi ta hensyn til at kryptøyningen er ikke-lineær.

$$\phi_k = \phi * \exp(1.5 * (k_\sigma - 0.45))$$

$$k_{\sigma} = \sigma_c / f_{cm}$$

Merk at det i basisutgaven av EN 1992 står ”langtidslaster som er større enn 0.45 * f_{ck}”. Vi har fått beskjed om at dette er en trykkfeil.

6.3.12 Langtids E-modul (punkt A.9.3.2):

$$E_{cL} = E_{ck} / (1 + \varphi)$$

(E_{ck} gjelder kun etter at 28-døgns-fastheten er oppnådd.)

6.3.13 Kryptøyning (punkt 3.1.4):

$$\epsilon_{cc} = \sigma_c / (1.05 * E_{cm}) * \varphi$$

$$\epsilon_{cc-max} = -f_{cd} / (1.05 * E_{cm}) * \varphi_k \quad \varphi_k \text{ beregnes med } k_{\sigma} = f_{cd} / f_{cm}$$

Ved bruk av formel for sammenheng mellom spenninger og tøyninger i betongen endres grenseverdiene for tøyninger fra langtidslast:

$$\epsilon_c = \epsilon_c + \epsilon_{cc-max}$$

$$\epsilon_{cu} = \epsilon_{cu} + \epsilon_{cc-max}$$

Ut fra disse verdiene beregnes nye arbeidsdiagram for langtidslast, som inkluderer kryptøyningene.

6.3.14 Svinntøyning (punkt 3.1.4):

Denne består av svinn på grunn av uttørring $\epsilon_{cd,0}$ og svinn på grunn av herding ϵ_{ca} .

$$\epsilon_{cd,0} = -1.55 / 1000.0 * (1 - (RH/100)^3) * (220 + 110 * \alpha_{ds1}) * \exp(-\alpha_{ds2} * f_{cm} / 10) * 0.85 * 10^{-6}$$

$$\epsilon_{ca} = -2.5 * (f_{ck} - 10) * 10^{-6}$$

$$\epsilon_{cd} = \epsilon_{cd,0} * k_h$$

hvor k_h varierer fra 1.0 til 0.7 med økende tverrsnittshøyde, se tabell 3.3

Her varierer α_{ds1} fra 3 til 6 og α_{ds2} fra 0.11 til 0.13 avhengig av sementtype.

exp() betyr e^0 .

I formlene for sammenheng mellom spenninger og tøyninger i betongen benyttes ($\epsilon_c - \epsilon_{cd,0} - \epsilon_{ca}$) i stedet for ϵ_c ved beregning av σ_{cn} .

For betong med lett tilslag, ($\rho_1 < 2200$) gjelder at ϵ_{cc} skal multipliseres med 1.2 * ($\rho_1 / 2200$)² for $f_{ick} \geq LC20/22$ og 1.5 * ($\rho_1 / 2200$)² for $f_{ick} \leq LC16/18$.

Liksom for kryp begrenser vi oss til det svinn som er oppstått etter lang tid

6.3.15 Ståltøyning (punkt 3.2.7):

For ståltøyninger under flytegrensen gjelder

$$\epsilon_s = \sigma_s / E_s \text{ for } \sigma_s \leq f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

$$\sigma_s = \epsilon_s / E_s$$

$$E_s = 200.000 \text{ MPa}$$

Stålets materialdata er for øvrig definert i EN10080.

For tøyninger over flytetøyningen kan to forskjellige kurver benyttes.

1. En horisontal linje frem til bruddtøyningen

$$\sigma_s = f_{yd} \quad \epsilon_s \leq \epsilon_{uk}$$

1. En rett linje der maksimal tøyning begrenses til en andel av bruddtøyningen.

$$\sigma_s = f_{yd} + k * (f_{tk} - f_{yk}) / \gamma_s * (\epsilon_s - f_{yk} / E_s) \quad \epsilon_s \leq \epsilon_{ud}$$

$$\epsilon_{ud} = \max(0.4 * \epsilon_{uk}, 0.01)$$

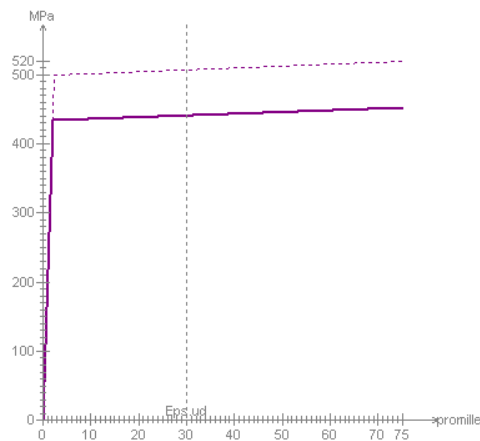
I basisversjonen av EN 1992 er $\epsilon_{ud} = 0.9 * \epsilon_{uk}$

Både f_{yk} , ϵ_{uk} og k er gitt i annek C for tre forskjellige stålklasser. Her setter det norske nasjonale tillegget betraktelig lavere verdier på k og på ϵ_{ud} enn basisutgaven av EN 1992. Årsaken er at basisutgaven åpner for bruk av plastisk dimensjonering i betraktelig høyere grad enn man er beredt å gjøre i Norge.

Stålklasser	Grensetøyning	k etter norsk NA	k etter oppr. EN 1992
A	2.5 %	1.01	1.05
B	5.0 %	1.02	1.08
C	7.5 %	1.04	1.15

Det er også å bemerke at det er begrensninger ikke bare på underskridelser men også på overskridelser av de normerte verdiene. Dette er nødvendig ved plastiske beregninger, hvor bruddet ikke kan tillates å skje på andre steder enn planlagt.

Merk også at det kun er grensetøyningene som blir delt på materialfaktoren, ikke elastisitetsmodulen.



Den stiplede kurven gjelder uten bruk av materialfaktor, den heltrukne med bruk av materialfaktor.

6.4 Overdekninger

Mens dette tidligere kun var en enkel tabell er det nå et helt kapittel i EN 1992.

$c > 10 \text{ mm}$

$c > \Phi$. For bunter brukes Φ_n og for største tilslag (D) over 32 mm økes dette med 5 mm.

$c > c_{dur}$. Denne verdien hentes fra en tabell 4.4N avhengig av eksponeringsklasse og konstruksjonens levetid. Hele tabellen, inklusive både bruken av levetid og en rekke tillegg og fratrekk, er en del av det nasjonale tilleggset.

Tilsvarende tabell i basisversjonen bruker eksponeringsklasse og konstruksjonsklasse.

Det er også anledning til å gjøre fratrekk for bruk av rustfritt stål eller ekstra beskyttelse, samt tillegg for ekstra sikkerhet. I programmet er disse verdier slått sammen til en verdi, som normalt er lik 0.

Toleransen for armeringsplassering kommer i tillegg til dette.

6.4.1 Minste senteravstander (Punkt 8.2):

Minste avstand mellom jern i strekkarmeringen skal være $2.0 * \phi$ sideveis og $1.5 * \phi$ vertikalt og $d_{max} + 5$ mm. Her er d_{max} tilslaget største stenstorlek. Dog trengs ikke større avstand vertikalt enn 32 mm, for jern eller bunter med $\phi \leq 32$ mm.

I Basisutgaven skal minste avstand mellom jern være $1.0 * \phi$ og $d_{max} + 5$ mm.

For skjærarmeringen gjelder at minste avstand mellom hvert bøyleben, eller hvert oppbøyd jern skal være:

$0.75 * d$ målt radielt fra lastflaten

$1.5 * d$ målt tangentielt langs innerste bruddlinje

$2.0 * d$ målt tangentielt langs ytterste bruddlinje.

6.5 Betongdimensjonering

Dette blir ikke beregnet i gjennomlokkingsprogrammet.

6.6 Minimumsarmering.

6.6.1 Minimum armeringsareal i plater:

Minimum strekkarmering (punkt 9.3.1).

EN 1992 inneholder krav til minste og største armeringsmengder, i tillegg til krav til største senteravstander.

$$A_{s,min} = 0.26 * f_{ctm} / f_{yk} * b_t * d$$

$$A_{s,min} = 0.0013 * b_t * d$$

Hvor $b_t = 1000$ mm

$$A_{s,max} = 0.04 * A_c$$

Det er ikke gitt annen veiledning for fordeling mellom overkant og underkant enn den som kommer av største senteravstander nedenfor.

Når risikoen for sprøtt brudd er liten kan minimumsarmeringen reduseres til 1.2 ganger nødvendig strekkarmering.

Fordelingsarmeringen må ikke være mindre enn 20 % av hovedarmeringen.

Største senteravstander ved konsentrerte laster eller ved største momenter:

For strekkarmering 250 mm og $2 * h$

For fordelingsarmering 400 mm og $3 * h$

Største senteravstander ved avtrappet armering og på trykksiden

For strekkarmering 400 mm og $3 * h$

For fordelingsarmering 450 mm og $3.5 * h$

$A_{smin} = 0.25 * A_{smax}$ ved alle opplegg (nullmomentpunkt)

For sammenstøpte konstruksjoner må det ikke regnes med mindre støttemoment enn 25 % av største feltmoment. Ved fritt opplegg kan dette begrenses til 15 %.

I tillegg gjentas reglene for forskyvning av momentkurven i dette kapitlet, noe som gir et minste positivt moment i endeopplegg. For dekker regnes alltid med forskyvningen d , også når det finnes skjærarmering.

Minimum skjærarmering (punkt 9.4.3):

Største avstand mellom bøyleben eller oppbøyde jern tangentielt (langs bruddlinjen):

$s_{t,max} = 1.5 * d$ langs første bruddlinje

$s_{t,max} = 2.0 * d$ langs ytterste bruddlinje

Største avstand mellom bøyleben eller oppbøyde jern radielt (tverrs bruddlinjen)

$s_{r,max} = 0.75 * d$

Dog tillates forskjøvne oppbøyde jern når disse ligger innenfor $0.25 * d$ fra søylekant, målt vinkelrett på jernets retning.

Skjærarmering skal strekke seg ut til ytre kontrollparameter - $1.0 * d$ ($1.5 * d$ i [Generell EN1992](#)).

EN 1992 angir kun at jern nærmere søylen enn $0.3 * d$, målt radielt, ikke skal regnes med. Det er ikke angitt noen maksimal avstand for første jern. Vi bruker $0.5 * d$ i programmet.

Minste skjærarmering

$A_{sw,min} = A_{sw,1} * (1.5 * \sin \alpha + \cos \alpha) / (s_r * s_t) \geq 0.08 * \sqrt{f_{ck}} / f_{yk}$

α = vinkel mellom skjærarmering og hovedarmering

$A_{sw,1}$ = areal for ett bøyleben eller ett oppbøyd jern

Avstanden s_t tangentielt reduseres hvis nødvendig, slik at dette kravet blir oppfylt.

6.7 Gjennomlokking

6.7.1 Dimensjonerende snitt

Trykkbruddkontroll (punkt 6.4.5)

Trykkbrudd skal kontrolleres for et snitt i søylens ytterkant. Omkretsen for søylen skal regnes som:

Indre søyle

$2 * (c_1 + c_2)$ (rekt. søyler)

$\Pi * 2 * r$ (sirk. søyler)

Kantsøyle

$$c_2 + 3 * d \leq c_2 + 2 * c_1$$

Hjørnesøyle

$$3 * d \leq c_2 + c_1$$

Formlene viser at det ikke er nok å regne en eller to kanter som uvirksomme, men at hver av sidene som grenser mot en slik kant ikke kan regnes lenger enn $1.5 * d$. EN 1992 angir ikke hvordan man skal regne hvis den frie kanten ligger et stykke utenfor søylens ytterkant. Vi velger å stille kravene på fri platebredde b_f :

$$b_f \geq 1 * d \text{ og}$$

$$b_f \geq c_2 \text{ for at søylens skal regnes som indre søyle ved trykkbruddkontroll.}$$

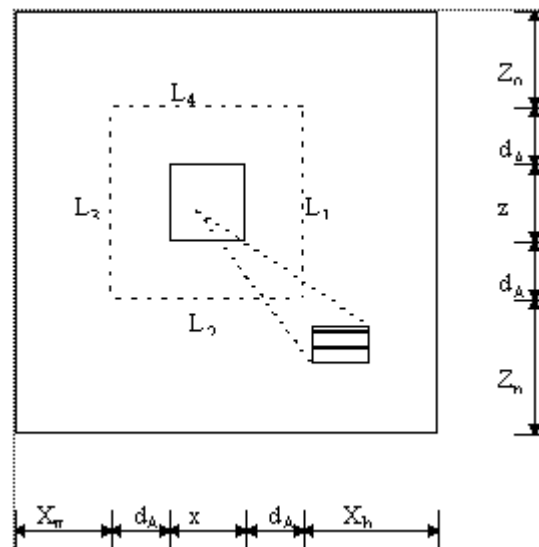
Strekbruddkontroll (punkt 6.4.2)

Gjennomlokking skal kontrolleres for en bruddlinje i avstanden $2 * d$. Faktoren 2 bygger på at et ev. mottrykk ikke er med i beregningen. For konstruksjoner hvor dette ikke blir korrekt, for eksempel fundamenter, skal en mindre faktor enn 2 benyttes. Det er ikke gitt noen formel for denne faktor.

Bruddlinjen skal ikke i noen punkt ligge lenger fra lastflaten enn $2 * d$. Dette betyr at alle hjørner skal rundes av. Ved konkave søyleverrsnitt skal den dog trekkes korteste veien. Fordi dette programmet kun regner rektangulære og sirkulære søyler blir det siste punktet ikke aktuelt her.

Beregning bruddlinje

Koordinatsystemet plasseres med origo i senter av lastangrepsflaten.



Når lasten angriper nær kant, eller nær hjørne, skal bruddlinjen føres ut til den frie kanten. Videre skal utsparinger som ligger mindre enn $6 * d$ fra kanten av belastet flate redusere bruddlinjen med den del som ligger innenfor linjene fra flatens sentrum til ytterkant utsparinger. Alle kanter brukeren har satt ut kan påvirke bruddlinjen. Hvis vi har mer enn to kanter som kan påvirke bruddlinjen kan vi også få hjørneformet brudd, resp. rent skjærbrudd mellom to motstående sider. Alle relevante bruddformer skal kontrolleres.

For hver utsparing kontrolleres avstand til lastflaten. Avhengig av plasseringen måles denne fra hjørne til hjørne eller mellom to kanter. En utsparing hvor den synlige siden er kortere enn den ikke synlige siden skal regne den synlige siden

$$l_2 = \sqrt{l_1 * l_2}$$

I figuren ovenfor har vi fire sider, kalt L_1 til L_4 . Disse ligger i koordinatene X_1 , X_3 , Z_2 og Z_4 . Avhengig av utsparingens ytterkoordinater X_{Umin} , X_{Umax} , Z_{Umin} og Z_{Umax} velges hvilken avstand som skal beregnes.

$((X_{Umin} > X_1)$ eller $(X_{Umax} < X_3))$ og $((Z_{Umin} > Z_4)$ eller $(Z_{Umax} < Z_2))$ gir avstanden fra lastflatens hjørne til utsparingens hjørne, ellers har vi avstanden fra lastflatens side til utsparingens side.

Ved sirkulær utsparing beregnes alltid avstanden til utsparingens sentrum, og radien trekkes fra.

Det beregnes også hvilke to hjørnepunkter i utsparingen som er ytterpunkter sett fra senter av lastflaten.

$(X_{Umin} * X_{Umax} > 0)$ og $(Z_{Umin} * Z_{Umax} > 0)$ gir to motstående punkter, ellers har vi de to nærmeste punktene.

Deretter beregnes ytterpunktene for de opp til seksten bruddlinjene som omkranser bruddflaten. For hver av disse beregnes hvorvidt utsparingen ligger utenfor linjen, og i tilfelle hvorvidt linjene til ytterpunktene krysser linjen.

Ytterpunktet heter X_U , Z_U , og linjen ligger i X_1 . Skjæringspunktet ligger i X_1 , $X_1 * Z_U / X_U$

Hvis begge skjæringspunkter ligger innenfor linjen blir den delt i to, ellers blir den avkortet. Det er ingen begrensninger på antall linjedeler som kan oppstå.

Fordi EN1992 benytter rundete hjørner blir beregningen betraktelig mer komplisert. Se under felles formler nedenfor.

Det kontrolleres hvilken av bruddlinjene som gir lavest kapasitet, og denne benyttes. I tillegg kontrolleres at ikke bruddet skjer langs to parallelle linjer, noe som ville bety vanlig skjærbrudd isteden for gjennomlokking.

Dimensjoneringsprinsipper

Dimensjonering for gjennomlokking etter EN 1992 tar utgangspunkt i plastisk tenking, i tråd med resten av EN 1992. Dette betyr at skjærspenningen i bruddlinjen teoretisk kan beregnes etter den gunstigste spenningsfordelingen som fortsatt gir balanse mellom ytre og indre krefter. Matematisk er dette imidlertid nokså komplisert, særlig hvis momentet virker i to retninger og bruddlinjen har avbrudd for utsparinger.

I tillegg forutsetter rendyrket plastisk teori for betong at betongens skjærkapasitet blir 0 når den overskrides, noe som er åpenbart urimelig når bruddlinjen er mer eller mindre innelukket. Derfor regner EN 1992 med at 75 % av betongens skjærkapasitet fortsatt er virksom etter at skjærarmeringen er tatt i bruk.

Derfor er kravene i EN1992 til hvordan skjærkraften i bruddlinjen skal beregnes strengere enn ren plastisk kapasitetsberegning. De er gitt for tilfellene:

1. Indre søyle med moment i en retning. Tar ikke hensyn til momentet i andre retningen. (6.39)
2. Kantsøyle hvor momentet vinkelrett på kanten gir strekk i overkant plate. Andre kantsøyler skal beregnes som tilfelle 1. (6.44)
3. Hjørnesøyle hvor begge momenter gir strekk i overkant plate. Andre søyler skal beregnes som tilfelle 1. (6.46)
4. Indre søyle med moment i to retninger. Denne beregningen er nokså forenklet, og derfor ikke påkrevet. (6.43)
5. Fundamenter, hvor man må bruke en lavere avstand til bruddlinjen. (6.51). Denne beregningen er ikke implementert her, kun i Geoteknikkmodulen.

Formlene tar utgangspunkt i skjærkraften fra normalkraft og multipliserer denne med en forsterkningsfaktor β . Denne beregnes ut fra forholdet mellom moment og

normalkraft (eksentrisitet) og forholdet mellom bruddlinjens lengde og plastiske motstandsmoment. For kant- og hjørnesøylene inngår isteden forholdet mellom den del av bruddlinjen som ligger innenfor søylens senter, og den totale bruddlinjen.

For tilfelle 4 velger man isteden å benytte eksentrisiteten og bruddlinjens ytre dimensjoner (normalt søylens dimensjoner + 4 * d). Dette tar ikke hensyn til eventuelle utsparinger, og må derfor derfor forutsettes brukt kun når det ikke finnes slike.

Felles formler

Faktor k, som er avhengig av forholdet mellom søylens sider, ivaretar forholdet mellom moment fra ujevnt fordelt skjærkraft og fra bøyning og torsjon.

$c1 / c2$	≤ 0.5	1.0	2.0	≥ 3.0
k	0.45	0.60	0.70	0.80

For mellomliggende verdier brukes interpolasjon. c1 er siden vinkelrett på momentpilens retning, dvs. parallell med momentarmen.

Alle buer beskrives med sirkelsenter (xs, og ys), radius (r), startvinkel ($\alpha1$) og sluttvinkel ($\alpha2$), dvs. 5 tallverdier.

Buelengde: $L = r * (\alpha2 - \alpha1)$

Plastisk motstandsmoment om sirkelsenter: $Wpx = |r^2 * (\cos(\alpha1) - \cos(\alpha2))|$

$Wpz = |r^2 * (\sin(\alpha2) - \sin(\alpha1))|$

Plastisk motstandsmoment for rett linje: $Wpy = L * Tpy$, $Wpz = L * Tpz$

Plastisk motstandsmoment om annet punkt: $Wpy + L * \Delta y$, $Wpz + L * \Delta z$

Den siste formeln forutsetter at det først beregnete punktet og det nye punktet ligger på samme side av linjestykket.

Merk at plastiske motstandsmomenter alltid må beregnes for hver del for seg når aksene skjær et linjestykke.

Skjæring mellom rett linje og sirkel:

Først beregnes buens endekoordinater, og disse settes inn i linjens formel. Hvis resultatene har forskjellig fortegn krysser linjen buesegmentet en gang. Fordi en siktlinje til en utsparring ikke kan krysse bruddlinjen to ganger, trenger vi ikke å kontrollere dette.

Linjens formel: $y = a * x + b$

Sirkelns formel $(x - Sx)^2 + (y - Sy)^2 = r^2$

$A = 1 + a^2$

$B = 2 * a * b - 2 * a * Sy - 2 * Sx$

$C = Sx^2 + (b - Sy)^2 - r^2$

$b1 = B / A$

$c1 = C / A$

$x = -b1/2 \pm \sqrt{b1^2/4 - c1}$

$y = a * x + b$

Fordi bruddlinjen alltid er konveks vil ønsket punkt være det som ligger lengst fra søylesenter.

Utover dette benyttes allerede eksisterende formler for rette linjer.

For kant- og hjørnesøyler blir det også tatt hensyn til at resultatanten for denne angriper eksentrisk.

Fra nå av angis alle koordinater fra dette tyngdepunktet.

6.7.2 Maksimal skjærspenning (pkt. 6.4.3)

Dimensjonering for gjennomlokking etter EN 1992 tar utgangspunkt i plastisk tenking, i trå med resten av EN 1992. Dette betyr at skjærspenningen i bruddlinjen teoretisk kan beregnes etter den gunstigste spenningsfordelingen som fortsatt gir balanse mellom ytre og indre krefter. Matematisk er dette imidlertid nokså komplisert, særlig hvis momentet virker i to retninger og bruddlinjen har avbrudd for utsparinger.

I tillegg forutsetter rendyrket plastisk teori for betong at betongens skjærkapasitet blir 0 når den overskrides, noe som er åpenbart urimelig når bruddlinjen er mer eller mindre innelukket. Derfor regner EN 1992 med at 75 % av betongens skjærkapasitet fortsatt er virksom etter at skjærarmeringen er tatt i bruk.

Derfor er kravene i EN1992 til hvordan skjærkraften i bruddlinjen skal beregnes strengere enn ren plastisk kapasitetsberegning. De er gitt for tilfellene:

Indre søyle med moment i en retning (1).

Tar ikke hensyn til momentet i andre retningen. Må kontrolleres hvis det ikke blir gjort noen av de andre kontrollene nedenfor.

$$v_{Ed} = \beta * V_{Ed} / (u * d)$$

$d = (d_y + d_z) / 2$, d_y og d_z er effektiv høyde i resp. retning.

$$\beta = 1 + k * M_{Ed} / V_{Ed} * u_1 / W_1$$

k er gitt ovenfor. W_1 er gitt som W_{pl} ovenfor, og u_1 som effektiv omkrets for bruddlinjen i avstand $2 * d$.

Formlene for rektangulære og sirkulære søyler i EN1992 (6.41 og 6.42) kommer som spesialtilfeller av disse når det ikke finnes utsparinger.

Kantsøyle hvor momentet vinkelrett på kanten gir strekk i overkant plate (2).

$$v_{Ed} = \beta * V_{Ed} / (u_1 * d)$$

Teksten i NS-EN 1992-1-1 Punkt 6.4.3 (4) er ikke soleklar. Vi tolker den imidlertid som at det er den effektive omkretsen som skal inngå i formeln, og at reduksjonen iverstas av faktoren β .

$$\beta = u_1 / u_{1*} + k * u_1 / W_1 * e_{par}$$

u_1 = effektiv omkrets for bruddlinjen

u_{1*} = redusert omkrets innenfor søylens senter.

e_{par} = Eksentrisitet (M / V) parallelt den frie kanten.

W_1 = Plastisk motstandsmoment ved momentet ovenfor, for **hele** effektive omkretsen.

Andre kantsøyler skal beregnes som tilfelle 1, men selvfølgelig med den aktuelle bruddlinjen.

Denne kontrollen kan benyttes, men blir oftest ugunstig hvis platen krager ut utenfor søylen. Derfor kan du selv velge om denne formeln skal benyttes.

Programmet kontrollerer at momentet gir strekk i overkant plate, og bruker ellers formel 1 eller 4.

Hjørnesøyle hvor begge momenter gir strekk i overkant plate (3).

$$v_{Ed} = \beta * V_{Ed} / (u_1 * d)$$

Teksten i NS-EN 1992-1-1 Punkt 6.4.3 (5) er ikke soleklar. Vi tolker den imidlertid som at det er den effektive omkretsen som skal inngå i formeln, og at reduksjonen iverstas av faktorn β .

$$\beta = u_1 / u_{1*}$$

u_{1*} = redusert omkrets innenfor søylens senter i begge retninger.

Når en hjørnesøyle har strekk i overkant i én retning skal omkretsen u_{1*} reduseres for denne retningen.

Andre søyler skal beregnes som tilfelle 1, men selvfølgelig med den aktuelle bruddlinjen.

Denne kontrollen kan benyttes, men blir oftest ugunstig hvis platen krager ut utenfor søylen. Derfor kan du selv velge om denne formeln skal benyttes. Programmet kontrollerer at momentene gir strekk i overkant plate, og bruker ellers formel 1 eller 4.

Indre søyle med moment i to retninger (4).

Denne beregningen er nokså forenklet, og derfor ikke påkrevet.

$$v_{Ed} = \beta * V_{Ed} / (u_1 * d)$$

$$\beta = 1 + 1.8 * \sqrt{((e_y / b_z)^2 + (e_z / b_y)^2)}$$

e_y og e_z = Eksentrisitet (M / V) i resp. retning

b_y og b_z = Bruddlinjens utstrakning i resp. retning.

Også denne kontrollen kan benyttes, men er ikke obligatorisk. Fordi den er forenklet gir den vanligvis resultater på sikre siden, mens formel 1 kan gi resultater på usikre siden for moment i to retninger. Vi bruker derfor den største verdien av β , beregnet etter denne formel og etter formel 1 for hver retning enkeltvis.

Kommentarer

Merk at programmet beregner og viser den bruddlinje som gir størst skjærspenning. For plater med fri kant på mer enn en side i hver retning, lenger enn $2 * d$ fra søylen, kan dette i kombinasjon med formelene for kant- og hjørnesøyle, gi forskjellige resultater for positive og negative momenter. Dette skyldes at disse formelene kun blir brukt når vi har strekk i overkant, noe som varierer med hvilken av de frie kantene som blir benyttet. Fordi formelene er unødvendig konservative når platen krager ut, er dette sjelden noe reelt problem. I NS-EN-1992 er det angitt at korteste bruddlinje skal benyttes. Når forskjellige bruddlinjer er omtrent like lange kan dette føre til at en liten endring i geometrien gir en dramatisk økning av utnyttelsen. Derfor kontrollerer programmet alle relevante bruddlinjer. Av samme grunn vises forskjellige bruddlinjer for forskjellige lasttilfeller.

Når programmet kontrollerer hvilken formel som skal benyttes, ser det bort fra moment som gir en mindre eksentrisitet enn 1 cm, og momenter som er mindre enn 5 % av momentet i den andre retningen.

6.7.3 Kapasitetskontroll (pkt 6.4.4 og 6.4.5)

Trykkbruddkontroll

Først kontrolleres trykkbrudd i kant søyle. Kapasiteten blir:

$$v_{Ed} = \beta * V_{Ed} / (u_0 * d) \leq v_{Rd,max}$$

β = Momentfaktor, se ovenfor.

u_0 = omkrets for trykkbrudd.

$$v_{Rd,max} = 0.4 * v * f_{cd}$$

Kravet nedenfor er fjernet I det nasjonale tillegget fra 2018.

$$v_{Rd,max} = 1.6 * v_{Rd,c} * u_1 / (\beta * u_0) * f_{cd}$$

$v_{Rd,c}$ = strekkbruddkapasitet uten skjærarmering, se nedenfor

u_1 = dimensjonerende snitt, se ovenfor

I basisversjonen gjelder at $v_{Rd,max} = 0.5 * v * f_{cd}$

$$v = 0.6 * (1 - f_{ck} / 250)$$

Kommentaren nedenfor er ikke lenger relevant etter at kravet ovenfor er fjernet.

Når β blir stort, noe som skjer ved store eksentrisiteter, går trykkbruddkapasiteten ned dramatisk. Vi har ikke funnet den teoretiske begrunnelsen for dette, men antar at det har sammenheng med at kreftene på trykksiden ikke blir tilstrekkelig balansert mot kreftene på strekksiden.

Hvis man ser bort fra betongens bidrag til strekkbruddkapasiteten, kan man også se bort fra denne reduksjonen. Dette er ikke lagt inn i denne versjonen av programmet.

Merk at trykkbruddkontrollen alltid benytter samme β som strekkbruddkontrollen, uansett om den frie kanten krager ut så mye at trykkbruddet må regnes som innersøyle.

Strekkbruddkontroll

Strekkbrudd kontrolleres først i snitt i avstand $2 * d$. Kapasiteten uten skjærarmering er den samme som ved vanlig skjærbrudd.

$$v_{Rd,c} = (C_{Rd,c} * k * (100 * \rho_1 * f_{ck})^{1/3} + k_1 * \sigma_{cp})$$

dog ikke mindre enn $(v_{min} + k_1 * \sigma_{cp})$

f_{ck} er i MPa

$$k = 1 + \sqrt{(200 / d)} \leq 2.0 \quad (d \text{ er i mm})$$

$$\rho_1 = \sqrt{(\rho_{1y} * \rho_{1z})} \leq 0.02$$

$$\rho_{1y} = A_{sly} / ((c_1 + 3 * d) * d)$$

σ_{cp} = normalspenningen i betongen, dvs 0 da vi ikke har horisontalkrefter i dette programmet.

$v_{Rd,c}$ måles i N.

$C_{Rd,c}$ er avhengig av største tilslag, slik at verdien er mindre for finkornig tilslag.

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c \text{ for } d \geq 16$$

$$C_{Rd,c} = 0.15 / \gamma_c \text{ for } d < 16, \text{ og for kalkstein}$$

$$v_{min} = 0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$$

I basisutgaven gjelder $C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c$ og

$$v_{min} = 0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$$

f_{ck} skal ikke regnes større enn 65 MPa i disse formlene.

Denne begrensningen fines ikke i basisutgaven.

$$k_1 = 0.15$$

Hvis $v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$ er beregningen ferdig. Ellers beregnes

$$v_{Rd,s} = v_{Ed} - 0.75 * v_{Rd,c}$$

$$v_{Rd,s} = 1.5 * (d / s_r) * A_{sw} * f_{ywd,ef} * (1 / (u_1 * d)) * \sin \alpha \leq K_{max} * v_{Rd}$$

$K_{max} = 1.5$ i både det norske nasjonale tillegget og i basisutgaven.

$$f_{ywd,ef} = 250 + 0.25 * d \leq f_{ywd}$$

Dette gir $A_{sw} * d / s_r = v_{Rd,s} / (1.5 * f_{ywd,ef} * (1 / (u_1 * d)) * \sin \alpha)$

For én rekke med oppbøyde jern settes $d / s_r = 0.67$

A_{sw} er arealet for en omkrets med jern, dvs. alle jern med samme avstand til lastflatens senter.

Ytterste bruddlinje

Lengden for den ytterste bruddlinjen skal minst være

$$u_{out,ef} = \beta * V_{Ed,red} / (v_{Rd,c} * d)$$

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$$

ΔV_{Ed} = nyttelast på platen innenfor ytterste bruddlinje

Bruddlinjen regnes i avstanden $k * d$ fra ytterste bøyleben, og med rette linjer mellom hvert punkt. Hvis avstanden mellom to bøyleben langs bruddlinjen overstiger $2 * d$, regnes ikke bruddlinjen med lenger enn til avstanden d sideveis fra benet.

$k = 1.0$ ($k = 1.5$ i generelle EN 1992)

I programmet beregnes avstanden til ytterste bøyleben ut fra forutsetningen at hele bruddlinjen er effektiv.

I denne versjonen av programmet (fra versjon 7.10) vises ytterste bruddlinje i tillegg til første bruddlinje. Ytterste bruddlinje avgrensner det område hvor det er påkrevd med ekstra skjærarmering.

6.7.4 Bemerkninger

Merk at når avstanden mellom to jern, målt langs bruddlinjen $u_{out,ef}$ er større enn $2 * d$, så øker ikke bruddlinjens lengde når det plasseres nye jern utenfor de gamle. Se figur 6.22 i EN 1992. Dette kan gi en begrensning på hvor langt ut det er hensiktsmessig å benytte ortogonal plassering av skjærarmeringen. Dette kan føre til at oppbøyde jern må kompletteres med bøyer. I denne versjonen av programmet brukes ikke ortogonal plassering.

Kravene til største senteravstand langs bruddlinjen fører ofte til at det trengs mer skjærarmering per omkrets lenger ut fra lastflaten. Dette må vurderes i forhold til armeringsdiameter.

EN 1992 angir at alle bruddlinjer, innenfor og utenfor første bruddlinje, skal være likformige med denne (6.4.2 (7)). Dette gir en enklere beregning av avstanden til ytterste bruddlinje, men fører til at denne fortsetter utenfor platekanten for kant- og hjørnesøyler. På den annen side antyder figur 6.22 en viss frihet når det gjelder bruddlinjens form. Vi antar tils videre at detta betyr at anslutningen mot kanten måste var lik, mens formen på platesiden av søylesenter kan ha en viss frihet.

7 Feilsituasjoner

7.1 Feilmeldinger som kan komme i gjennomlokking

Strekkarmering mangler

Det er ikke lagt inn armering på strekksiden i dette tverrsnitt.

Trykkbruddkapasiteten overskredet

Trykkbruddkapasiteten er mindre enn maksimal skjærkraft i snittet.

Skjærkapasiteten er overskredet

Du har fått en kapasitetsunntyttelse for skjær som er større enn 1.0. Alle beregnede verdier er gyldige.

Denne geometri gir ikke gjennomlokking.

Du har plassert kanter og utsparinger på en slik måte at ugunstigste bruddlinje gir et vanlig skjærbrudd isteden for gjennomlokking.

Lastflaten ligger utenfor platekanten.

Dette ser du umiddelbart hvis du åpner det grafiske vinduet for geometri. Programmet kan ikke beregne et tilfelle hvor lastflaten delvis ligger utenfor platen.

Utsparinger ligger utenfor platekanten.

Dette ser du umiddelbart hvis du åpner det grafiske vinduet for geometri. Dette er en kontroll av at inndata er korrekte.

Utsparinger overlapper hverandre.

Dette ser du umiddelbart hvis du åpner det grafiske vinduet for geometri. Dette er en kontroll av at inndata er korrekte.

Lastflaten overlapper utsparinger.

Dette ser du umiddelbart hvis du åpner det grafiske vinduet for geometri. Programmet kan ikke beregne et tilfelle hvor lastflaten overlapper en utsparing.

Armering i X- og Z-retningen har motstridende overdekninger.

Det er så liten forskjell i overdekning for de to kryssende retningene at det ikke er mulig å legge jernene slik. Beregningen fortsetter allikevel.

For tynn skjærarmering. Kfr formel 9.11 i NS-EN 1992-1-1.

Dette er et krav til minste areal pr flateenhet for skjærarmeringen. Fordi programmet reduserer avstanden tangentielt når dette kravet slår til, opptrer denne meldingen sjelden.

Normalkraft og jevnt fordelt last kan ikke ha samme fortegn.

Normalkraft og jevnt fordelt last må være mottrettede, ellers øker skjærkraften jo lenger fra lastflaten man kommer.

Gjennomlokking: Liten normalkraft gir stor Beta. Dette gir dårlig trykkbruddkapasitet (EC2: NA.6.4.5).

Formlene for trykkbruddkapasitet i det nasjonale tillegget er utformet slik at denne går ned når eksentrisiteten blir stor. Det må vurderes egne løsninger for dette. Merk at dette er forandret i NA:2018!

Maksimal kapasitet for skjærstrekkbrudd i gjennomlokking er overskredet.

Det er en øvre grense for hvor mye skjærarmering et tverrsnitt kan tilgoderegne. Når denne er overskredet må tverrsnittet økes.

8 Programhistorikk

8.1 Generelt

Dette kapitlet er en logg for programmene som blir beskrevet i denne brukerveiledningen. Etterhvert som programmene blir revidert vil programnavn, revisjonsnummer, dato og hva revisjonen inneholder bli beskrevet her. Hvilke sider som skal byttes ut i denne brukerveiledningen er også nevnt. Fra versjon 6.0.1 foreligger brukerveiledningen på elektronisk format, noe som betyr at hele brukerveiledningen blir levert påny ved hver revisjon.

8.2 Rev. 6.20 Februar 2009

Revisjon 6.20 av Gjennomlokking etter Eurocode er et nytt program i familien G-PROG Betong. Fordi programmet har samme brukergrensensitt som program etter NS3473 starter vi på dette versjonsnummeret.

8.3 Rev. 6.20.1 Mars 2010

Revisjon 6.20.1 av Gjennomlokking etter Eurocode erstatter versjon 6.20 av samme program.

Programfilene har skiftet navn. Årsaken er at det oppsto forvirring i Windows Explorer når man dobbeltklikket på en datafil for å starte programmet.

8.4 Rev. 6.20.2 September 2010

Revisjon 6.20.2 av Gjennomlokking etter Eurocode erstatter versjon 6.20.1 av samme program.

Microsoft har endret skaleringen i Windows 7, slik at tekster i tabeller kan bli vanskelig å lese. Vi har funnet en måte å gå rundt dette.

8.5 Rev. 6.20.3 Desember 2010

Revisjon 6.20.3 av Gjennomlokking etter Eurocode erstatter versjon 6.20.2 av samme program.

En feil i formeln for nødvendig skjærareal for strekkbrudd er korrigeret.

Det er gjort noen revurderinger av teorigrunnlaget, som også er implementert i programmet.

8.6 Rev. 6.21 mars 2011

Revisjon 6.21 av Gjennomlokking etter Eurocode erstatter versjon 6.20.3 av samme program.

Lisenssystemet er oppgradert til versjon 11.9.1. Dette er nødvendig for å kunne bruke USB-dongler i lisenskontrollen under Windows 7.

8.7 Rev. 6.23 april 2012

Revisjon 6.23 av Gjennomlokking etter Eurocode erstatter versjon 6.21 av samme program.

Programmet er revidert for å beholde kompatibiliteten med øvrige program innenfor G-PROG Betong.

8.8 Rev. 7.00 september 2013

Revisjon 7.00 av Gjennomlokking for Eurocode erstatter versjon 6.23 av samme program. Også lisenssystemet er oppgradert, slik at det kan benyttes sammen med IP6.

Hele G-PROG er blitt modernisert, både hva gjelder brukergrensesnitt og den underliggende programkoden. Dette har også ført til at programmet ikke kan lese filer som er laget med versjon 6.

Beregningen av hjørnesøyler med strekk i overkant i den ene retningen er modifisert. Beregningen av ytre kontrollsnitt ved negative søylelaster er korrigert..

8.9 Rev. 7.10 desember 2015

Revisjon 7.10 av Gjennomlokking etter Eurocode erstatter versjon 7.00 av samme program.

Programmet kontrollerer nå alle mulige bruddlinjer, og viser den med størst utnyttelse. Tidligere ble korteste bruddlinje benyttet.

Når det er nødvendig med ekstra skjærarmering viser nå programmet ytterste bruddlinje i grafikken. Tidligere ble den kun vist alfanumerisk. Ytterste bruddlinje avgrensner det område hvor det er påkrevd med ekstra skjærarmering.

8.10 Rev. 7.20 januar 2017

Revisjon 7.20 av Gjennomlokking for Eurocode erstatter versjon 7.10 av samme program.

Resultatene er komplettert med et nytt skjermbilde, som viser hvilke minimumskrav som ikke er oppfylt. Tidligere måtte du selv kontrollere resultatene mot hverandre.

Det er gjort en mindre korrigering i beregningen av koeffisienten k i gjennomlokking (ut fra forholdet mellom søylens sider).

8.11 Rev. 7.30 januar 2019

Revisjon 7.30 av Gjennomlokking for Eurocode erstatter versjon 7.20 av samme program.

Gjennomlokkingsberegningen er modifisert i henhold til endringene i A:2016 og NA:2018 i EC2.

9 Eksempler

9.1 Rektangulær lastflate i platemidt med utsparing

Måns Cavallin
Gjennomlokking
Programmodul: Gjennomlokking for Eurocode versjon 6.20

14.05.2008 13:53:08

Side: 1

Måns Cavallin

Oxelvägen 3C
S-260 83 VEJBYSTRAND

Dato: 14. mai 2008
Tid: 13:53:08
Signatur:

Programmet er utviklet av Norconsult Informasjonssystemer as.
Programsystem: G-PROG Betong
Programmodul: Gjennomlokking for Eurocode versjon 6.20
Norm: Norsk Standard NS-EN 1992 med norsk nasjonalt tillegg (hvis Pronorm endelig får ut fingern!)
Kontroll av gjennomlokking
Programlisensen eies av:

Dokument: D:\Arbeid\GPBU-2010\GJENNOMtesting\Brukerveil_1.gwo

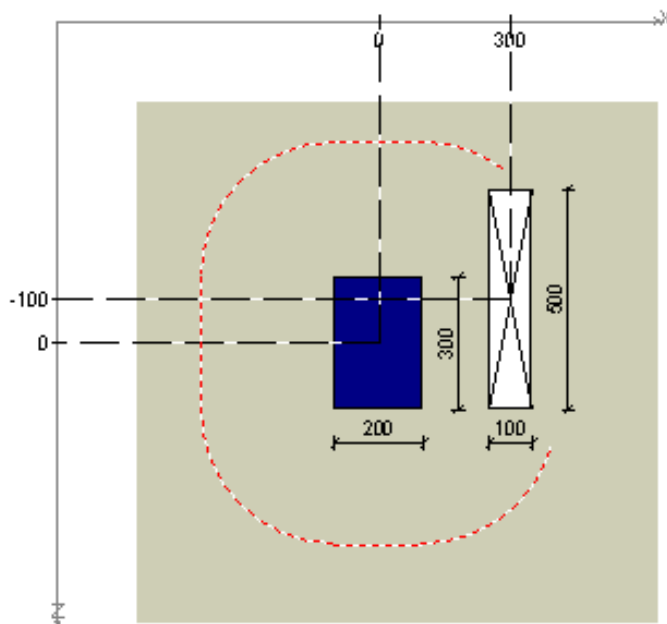
Måns Cavallin 14.05.2008 13:53:08 Side: 2
 Gjennomlokking
 Programmodul: Gjennomlokking for Eurocode versjon 6.20
 1. Materialdata

1. Materialdata

Betongklasse etter EN1992	C	B25	MPa
Materialfaktor for betong	GammaC	1.50	
Største tilslag etter NS-EN 12620	D	20	mm
Betongens sylindrefasthet	f _{ck}	25.0	MPa
Betongens kubehållfasthet	f _{ck,cube}	30.0	MPa
Betongens trykktøyning ved maks. spenning, kurve 2	Eps.c2	-2.00	promille
Betongens bruddtøyning, kurve 2	Eps.cu2	-3.50	promille
Betongens trykktøyning ved maks. spenning, kurve 1	Eps.c1	-2.07	promille
Betongens bruddtøyning, kurve 1	Eps.cu1	-3.50	Promille
Exponent n i arbeidsdiagrammet, Tabell 3.1	n	2.00	
Betongens midlere E-modul	E _{cm}	31 476	MPa
Betongens midlere trykkfasthet	f _{cm}	33.0	MPa
Betongens dimensjonerende trykkfasthet	f _{cd}	14.2	MPa
Betongens midlere strekkfasthet	f _{ctm}	2.56	MPa
Betongens dimensjonerende strekkfasthet	f _{ctd}	1.02	MPa
Ståtype	Stål	A	
Materialfaktor for stål	GammaS	1.15	
Strekkarmeringens flytegrense	f _{yk}	500	MPa
Bøylenes flytegrense	f _{yk,b}	500	MPa
Toleranse for plassering av jern vertikalt	Toleranse	10.0	mm
Forhold mellom flytespenning og bruddspenning	k	1.01	
Armeringens bruddtøyning	Eps.uk	25.00	promille
Egendefinert øvre grense for armeringstøyningen	Eps.lim	100.0	promille
Armeringens E-modul	E _s	200 000	MPa
Armeringens bruddgrense	f _{tk}	505	MPa
Største armeringstøyning i beregningen etter EN1992	Eps.ud	10.0	promille

2. Geometri

2.1 Geometri grafisk



Måns Cavallin	14.05.2008 13:53:08	Side: 3							
Gjennomlokking									
Programmodul: Gjennomlokking for Eurocode versjon 6.20									
2.2 Geometri for last og plate									
2.2 Geometri for last og plate									
Lastflatens form	Lf	Rekt							
Lastflatens utstrækning langs Z-aksen (høyde)	h	300 mm							
Lastflatens utstrækning langs X-aksen (bredde)	b	200 mm							
Dekketykkelse	t	200 mm							
2.3 Geometri for utsparinger									
Uf	hu (mm)	bu (mm)	du (mm)	Xu (mm)	Zu (mm)				
Rekt	500	100	200	300	-100				
Uf	: Utsparingens form								
hu (mm)	: Utsparingens utstrækning langs Z-aksen (høyde)								
bu (mm)	: Utsparingens utstrækning langs X-aksen (bredde)								
du (mm)	: Utsparingens diameter								
Xu (mm)	: Avstand fra senter lastflate til senter utsparing								
Zu (mm)	: Avstand fra senter lastflate til senter utsparing								
3. Krefter									
N (kN)	Mx (kNm)	Mz (kNm)							
400	-20	-20							
N (kN)	: Normalkraft								
Mx (kNm)	: Moment om X-aksen								
Mz (kNm)	: Moment om Z-aksen								
4. Armering									
4.1 Strekkarmering									
Strekkarmering i X-retningen			Strekkarmering i Z-retningen						
Arm.grp.	Ø	cc	c	Arm.grp.	Ø	cc	c		
	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)		
1	12.0	105	35	1	12.0	105	47		
Ø	: Diameter for jern								
cc	: Senteravstand for jern								
c	: Overdekning								
4.2 Minimumsarmering									
Retn	Ø	Max cc	Min Asl	cc	Asl	Min Asv	sr	stf	sto
	(mm)	(mm)	(mm ² /m)	(mm)	(mm ² /m)	(mm ² /m ²)	mm	mm	mm
X, UK	12	400	106	0	0	533	115	230	306
X, OK	12	250	106	105	1.077	533	115	230	306
Z, UK	12	400	98	0	0	533	115	230	306
Z, OK	12	250	98	105	1.077	533	115	230	306
Retn	: Jern retning og plassering								
Ø	: Diameter for min i min same flage								
Max cc	: Største tillatte senteravstand for min i min same flage								
Min Asl	: Minste tillatte areal for min i min same flage								
cc	: Valgt senteravstand for strekkarmering								
Asl	: Valgt areal for strekkarmering								
Min Asv	: Minste areal for skjærarmering								
sr	: Maksimal avstand mellom jern i en radlett								
stf	: Maksimal avstand mellom jern i en tverrstrekket flage								
sto	: Maksimal avstand mellom jern i en tverrstrekket flage								

Måns Cavallin 21.11.2010 15:28:27 Side: 4
 Gjennomlokking
 Programmodul: Gjennomlokking for Eurocode versjon 6.20.3 Beta
 4.3 Resultater etter EN1992

4.3 Resultater etter EN1992

Fomel	u	u*	W1x	W1z	k	Beta	d	Rho	fywd,ef	u0	vEd,c	vRD,max	Utn.t
	mm	mm	mm ²	mm ²			mm	%	MPa	mm	MPa	MPa	.
1Biaksial ber. (6.43)	2 250	****	780 661	513 387	0.65	1.150	153	0.704	288	1 000	3.01	1.96	1.54

- Formel : Formel for beregning av Beta
- u : Bruddlinjens lengde ved strekkbrudd
- u* : Avkortet bruddlinje ved kant
- W1x : Plastisk motstandsmoment om X-aksen
- W1z : Plastisk motstandsmoment om Z-aksen
- k : Faktor k i tabell 6.1
- Beta : Multiplikator Beta i beregningen av skjærspenning
- d : Beregnet gjennomsnitt av effektiv høyde
- Rho : Beregnet gjennomsnitt av armeringsprosent
- fywd,ef : Effektiv dimensjonerende flytespenning for armeringen
- u0 : Bruddlinjens lengde ved trykkbrudd
- vEd,c : Skjærspenning ved trykkbruddkontroll
- vRD,max : Maximal skjærspenning for trykkbrudd
- Utn.t : Utnyttelse for trykkbrudd.

4.3.1 Resultater etter EN1992

vEd,t	vRd,c	vRd,cmax	vRd,s	Asw / sr	sr	Asw,t	nt,a	nr	nt,m	nt,o	uout,ef	SR	As.x	As.z	Asw,min
MPa	MPa	MPa	MPa	mm ² /m ²	mm	mm ²	st	st	st	st	mm	mm	mm ² /m	mm ² /m	mm ²
1 1.34	0.62	0.88	0.87	2 898	115	518	7	7	9	16	4 999	827	3 060	3 060	14

- vEd,t : Skjærspenning ved strekkbruddkontroll
- vRd,c : Maximal skjærspenning i betongen med innlagt armering
- vRd,cmax : Maximal skjærspenning i betongen med største mulige strekkarmering
- vRd,s : Udekket skjærspenning, som må dekkas av skjærarmering
- Asw / sr : Totalt nødvendig skjærarmering pr areal
- sr : Største avstand radielt mellom skjærarmering
- Asw,t : Nødvendig skjærareal for hver omkrets
- nt,a : Antall jern i hver omkrets, uten hensyn til største avstander.
- nr : Antall jern i hver radiell linje
- nt,m : Antall jern i hver omkrets, med hensyn også til største avstander og minste jernareal.
- nt,o : Antall jern i ytterste omkrets, med hensyn til største avstander
- uout,ef : Lengde for ytterste bruddlinje som må dekkas inn
- SR : Avstand fra søylesenter til ytterste skjærjern
- As.x : Største tillatte langsgående armering i X-retningen
- As.z : Største tillatte langsgående armering i Z-retningen
- Asw,min : Minste areal for et skjærarmeringsjern

Programmet kontrollerer ikke største senteravstander for strekkarmering etter Eurocode EN1992

Måns Cavallin 14.05.2008 14:05:15 Side: i-5
Gjennomlokking
Programmodul: Gjennomlokking for Eurocode versjon 6.20
4.3.1 Resultater etter EN1992

Innholdsfortegnelse

1.	<u>Materialdata</u>	2
2.	Geometri	2
2.1	Geometri grafisk	2
2.2	Geometri for last og plate	3
2.3	Geometri for utspøringer	3
3.	<u>Krefter</u>	3
4.	<u>Armering</u>	3
4.1	Strekammering	3
4.2	Minimumsarmering	3
4.3	Resultater etter EN1992	4
4.3.1	Resultater etter EN1992	4

9.2 Sirkulær lastflate ved platehjørne.

Måns Cavallin
Gjennomlokking
Programmodul: Gjennomlokking for Eurocode versjon 6.20

14.05.2008 14:07:34

Side: 1

Måns Cavallin

Oxelvägen 3C
S-260 83 VEJBYSTRAND

Dato: 14. mai 2008

Tid: 14:07:34

Signatur:

Programmet er utviklet av Norconsult Informasjonssystemer as.

Programsystem: G-PROG Betong

Programmodul: Gjennomlokking for Eurocode versjon 6.20

Norm: Norsk Standard NS-EN 1992 med norsk nasjonalt tillegg (hvis Pronorm endelig får ut fingern!)

Kontroll av gjennomlokking

Programlisensen eies av:

Dokument: D:\Arbeid\GPBJ-2010\GJENNOMtesting\Brukerveil_2.gwo

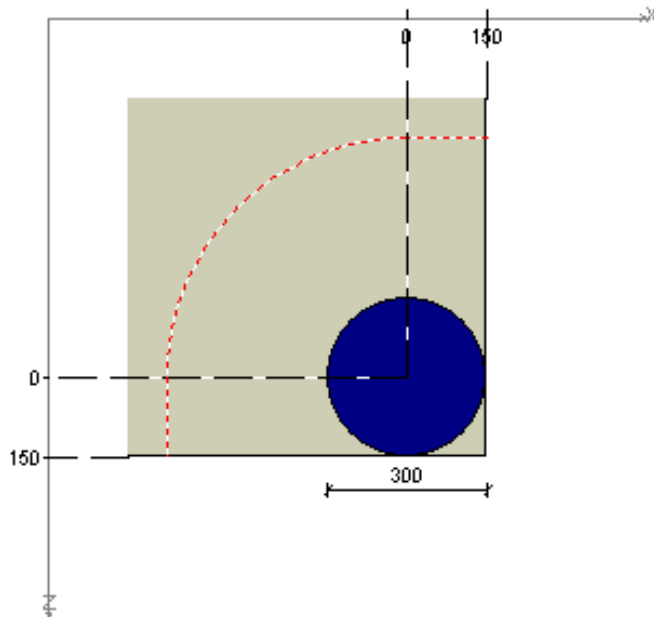
Måns Cavallin 14.05.2008 14:07:34 Side: 2
 Gjennomlokking
 Programmodul: Gjennomlokking for Eurocode versjon 6.20
 1. Materialdata

1. Materialdata

Betongklasse etter EN1992	C	B25	MPa
Materialfaktor for betong	GammaC	1.50	
Største tilslag etter NS-EN 12620	D	20	mm
Betongens sylindrefasthet	f _{ck}	25.0	MPa
Betongens kubehållfasthet	f _{ck,cube}	30.0	MPa
Betongens trykkøying ved maks. spenning, kurve 2	Eps.c2	-2.00	promille
Betongens bruddøying, kurve 2	Eps.cu2	-3.50	promille
Betongens trykkøying ved maks. spenning, kurve 1	Eps.c1	-2.07	promille
Betongens bruddøying, kurve 1	Eps.cu1	-3.50	Promille
Exponent n i arbeidsdiagrammet, Tabell 3.1	n	2.00	
Betongens midlere E-modul	E _{cm}	31 476	MPa
Betongens midlere trykkfasthet	f _{cm}	33.0	MPa
Betongens dimensjonerende trykkfasthet	f _{cd}	14.2	MPa
Betongens midlere strekkfasthet	f _{ctm}	2.56	MPa
Betongens dimensjonerende strekkfasthet	f _{ctd}	1.02	MPa
Ståtype	Stål	A	
Materialfaktor for stål	GammaS	1.15	
Strekkarmeringens flytegrense	f _{sk}	500	MPa
Bøylemens flytegrense	f _{skb}	500	MPa
Toleranse for plassering av jern vertikalt	Toleranse	10.0	mm
Forhold mellom flytespenning og bruddspenning	k	1.01	
Armeringens bruddøying	Eps.uk	25.00	promille
Egendefinert øvre grense for armeringstøyningen	Eps.lim	100.0	promille
Armeringens E-modul	E _s	200 000	MPa
Armeringens bruddgrense	f _{tk}	505	MPa
Største armeringstøyning i beregningen etter EN1992	Eps.ud	10.0	promille

2. Geometri

2.1 Geometri grafisk



Måns Cavallin 21.11.2010 15:30:21
 Gjennomlokking
 Programmodul: Gjennomlokking for Eurocode versjon 6.20.3 Beta
 2.2 Geometri for last og plate

Side: 3

2.2 Geometri for last og plate

Lastflatens form	Lf	Sirk
Lastflatens diameter	d	300 mm
Dekketykkelse	t	200 mm
Kantavstand i positiv X-retning fra senter lastflate	X2	150 mm
Kantavstand i positiv Z-retning fra senter lastflate	Z2	150 mm

3. Krefter

N	Mx	Mz	p
kN	kNm	kNm	kN/m ²
200	20	-20	0.0

N : Normalkraft
 Mx : Moment om X-aksen
 Mz : Moment om Z-aksen
 p : Jevnt fordelt last på platen

4. Armering

4.1 Strekkarmering

Strekkarmering i X-retningen Strekkarmering i Z-retningen

Arm.grp.	Ø	cc	c	Arm.grp.	Ø	cc	c
	mm	mm	mm		mm	mm	mm
1	16.0	120	35	1	16.0	105	51

Ø : Diameter for jern
 cc : Senteravstand for jern
 c : Overdekning

4.2 Minimumsarmering

Retn	Ø	Max cc	Min Asl	cc	Asl	Min Asv	sr	st.f	st.o
	mm	mm	mm ² /m	mm	mm ² /m	mm ² /m ²	mm	mm	mm
X, UK	16	400	105	0	0	533	112	224	298
X, OK	16	250	105	120	1 676	533	112	224	298
Z, UK	16	400	94	0	0	533	112	224	298
Z, OK	16	250	94	105	1 915	533	112	224	298

Retn : Jernretning og plassering
 Ø : Diameter for minimumsarmering
 Max cc : Største tillatte senteravstand for minimumsarmeringen
 Min Asl : Minste tillatte areal for minimumsarmeringen
 cc : Valgt senteravstand for strekkarmeringen
 Asl : Valgt areal for strekkarmeringen
 Min Asv : Minste areal for skjærarmeringen
 sr : Maksimal avstand mellom jernene radielt
 stf : Maksimal avstand mellom jernene tangentielt i første bruddlinje
 sto : Maksimalavstand mellom jernene i ytre ste bruddlinje

4.3 Resultater etter EN1992

Formel	u	u*	W1x	W1z	k	Beta	d	Rho	fywd,ef	u0	vEd,c	vRD,max	Utn.t
	mm	mm	mm ²	mm ²			mm	%	MPa	mm	MPa	MPa	.
1Hjørnesøyle (6.45)	1 004	704	****	****	****	1.426	149	1.202	287	447	4.28	1.88	2.28

Formel : Formel for beregning av Beta
 u : Bruddlinjens lengde ved strekkbrudd
 u* : Avkortet bruddlinje ved kant
 W1x : Plastisk motstandsmoment om X-aksen
 W1z : Plastisk motstandsmoment om Z-aksen
 k : Faktor k i tabell 6.1
 Beta : Multiplikator Beta i beregningen av skjærspenning

Måns Cavallin 21.11.2010 15:30:21 Side: 4
 Gjennomlokking
 Programmodul: Gjennomlokking for Eurocode versjon 6.20.3 Beta
 4.3 Resultater etter EN1992

Beta : Multiplikator Beta i beregningen av skjærspenning
 d : Beregnet gjennomsnitt av effektiv høyde
 Rho : Beregnet gjennomsnitt av armeringsprosent
 fywd,ef : Effektiv dimensjonerende flytespenning for armeringen
 u0 : Bruddlinjens lengde ved trykkbrudd
 vEd,c : Skjærspenning ved trykkbruddkontroll
 vRD,max : Maximal skjærspenning for trykkbrudd
 Utn.t : Utnyttelse for trykkbrudd.

4.3.1 Resultater etter EN1992

vEd,t	vRd,c	vRd,cmax	vRd,s	Asw / sr	sr	Asw,t	nt,a	nr	nt,m	nt,o	uout,ef	SR	As.x	As.z	Asw,min
MPa	MPa	MPa	MPa	mm ² /m ²	mm	mm ²	st	st	st	st	mm	mm	mm ² /m	mm ² /m	mm ²
1.191	0.75	0.88	1.35	3.622	112	351	5	11	5	8	2.584	1.305	2.788	3.186	12

vEd,t : Skjærspenning ved strekkbruddkontroll
 vRd,c : Maximal skjærspenning i betongen med innlagt armering
 vRd,cmax : Maximal skjærspenning i betongen med største mulige strekkarmering
 vRd,s : Udekket skjærspenning, som må dekkes av skjærarmering
 Asw / sr : Totalt nødvendig skjærarmering pr areal
 sr : Største avstand radielt mellom skjærarmering
 Asw,t : Nødvendig skjærareal for hver omkrets
 nt,a : Antall jern i hver omkrets, uten hensyn til største avstander.
 nr : Antall jern i hver radiell linje
 nt,m : Antall jern i hver omkrets, med hensyn også til største avstander og minste jernareal.
 nt,o : Antall jern i ytterste omkrets, med hensyn til største avstander
 uout,ef : Lengde for ytterste bruddlinje som må dekkes inn
 SR : Avstand fra søylesenter til ytterste skjær-jern
 As.x : Største tillatte langsgående armering i X-retningen
 As.z : Største tillatte langsgående armering i Z-retningen
 Asw,min : Minste areal for et skjærarmeringsjern

Programmet kontrollerer ikke største senteravstander for strekkarmering etter Eurocode EN1992

Måns Cavallin

14.05.2008 14:07:34

Side: i-5

Gjennomlokking

Programmodul: Gjennomlokking for Eurocode versjon 6.20

4.3.1 Resultater etter EN1992

Innholdsfortegnelse

1.	<u>Materialdata</u>	2
2.	Geometri	2
2.1	Geometri grafisk	2
2.2	Geometri for last og plate	3
3.	<u>Krefter</u>	3
4.	<u>Armering</u>	3
4.1	Strekammering	3
4.2	Minimumsarmering	3
4.3	Resultater etter EN1992	3
4.3.1	Resultater etter EN1992	4

10 Ordforklaringer

Aktivt vindu

Det vindu som har fokus, dvs. tar imot inndata fra tastaturet.

Data

Verdier for parametre eller grupper av parametre, som brukeren gir inn eller programmet beregner.

Delvindu

Et område innenfor et vindu som brukeren kan endre størrelse på, men ikke flytte rundt.

Dialogboks

Et vindu som må avsluttes før det er mulig å komme videre i programmet.

Dokument

En datafil som inneholder en kjøring. Et dokument vises i ett vindu.

Funksjoner

Handlinger brukeren utfører.

Hjelpevindu

Vindu som viser informasjon om de data du gir inn. Vinduet kan låses til valgfri kant.

Mal

I G-PROG Betong er dette en mal for hvordan utskriften skal formatteres.

Modalt vindu

Se dialogboks

Statuslinje

Linje lengst ned i hovedvinduet, som viser status.

Verktøylinje

Lite vindu med verktøytaster. Vinduet kan låses til valgfri kant.

Vindu

En ramme med innhold som brukeren kan flytte rundt og endre størrelse på.

11 Indeks

A

Alternativer 21–22, 21, 22, 25–26, 27
 Angre 7–8, 7, 11, 12, 19
 Angre og Gjenopprett 7
 Armering iii, 5, 11, 12, 27, 34, 57
 Armering i X- og Z-retningen har motstridende overdekninger. 57
 Avslutt 5, 19

B

Beregning 5, 11, 12, 20, 21, 23, 28–30, 28, 30, 41
 Betong iii, 7, 13
 Betongdimensjonering 48
 Blanke linjer 18, 20
 bruddlinje 30, 57
 Bruk av Registry 7
 Brukergrensesnittet 6
 Bunntekst 17

D

Data ii, iii, 5–6, 6, 7, 8–9, 8, 11, 14–16, 14, 15, 16, 18, 20, 23, 25, 26, 29, 33
 Dekkearmering 38
 Dekkearmering i X- og Z-retningen 38
 Denne geometri gir ikke gjennomlokking. 57
 Dialogboks 15, 23, 25, 26–27, 26, 27
 Dialogboks for kantlinje. 26
 Dialogboks for lastflaten. 26
 Dialogboks for utsparing. 27
 Dimensjonerende snitt 49
 Diverse 14
 Dokumentinformasjon 13
 Dokumentliste 19

E

Eksempler i–ii, i, 63
 Endre grenser 20

F

Farver 23
 Feilmeldinger 57
 Feilmeldinger som kan komme i gjennomlokking 57
 Feilsituasjoner 57
 Fil i, 5, 7, 11–12, 12, 15
 Firmaopplysninger 13

Forhåndsvisning 5, 11, 12, 18
 Forståelse av resultater 37
 Fortegn 9, 25, 27, 39, 41
 Fortegn for krefter 9
 Første side 15

G

GBS data as ii
 Geometri iii, 5, 11, 12, 23, 25, 34, 57
 Geometri grafisk 25
 Gjennomlokking iii, 5, 8, 11, 13, 20, 31, 49, 57
 Gjenopprett 7, 11, 12, 19
 G-PROG Konseptet iii
 Grafikk 14
 grafisk iii, 5–6, 6, 25, 27, 30
 Grafisk PopUpMeny 27
 Grafisk visning av resultater 30

H

Hent mal 7, 15
 Hent mal... 15
 Hent standard 7, 14
 Hjelp i–ii, i, 6, 11–12, 24, 31
 Hjelpvindu 5–6, 6, 22
 Hjelpvinduet 6
 Hvordan veiledningen brukes i

I

Inndata i, 5–7, 6, 7, 18, 27, 33, 57
 Innhold utskrift 5, 11, 12, 18

K

kantlinje 25–26, 26
 Klipp ut 8, 20
 Kom i gang 5
 Kopier 8, 20
 Kort oversikt iii
 Krefter iii, 5, 9, 11, 12, 23, 28, 35, 37, 39, 41

L

Lagre 5, 7, 11, **Error! Not a valid bookmark in entry on page 12, 12, 13, 14, 15, 19**
 Lagre mal 15
 Lagre mal... 15
 Lagre som 5, 13, 15
 Lagre standard 14
 Lastflate iii, 25–26, 25, 26, 28–29, 28, 37, 63, 69
 Lastflaten ligger utenfor platekanten. 57
 Lastflaten overlapper utsparinger. 57
 Lim inn 8, 20
 Lukk 12, 18

M

Marger 14
 Materialdata iii, 5, 11, 12, 18, 23–24, 33, 41

Meny 11

Minimumsarmering 38

Minimumsarmering ikke oppfylt 30

Minimumsarmering. 48

N

Ny i, ii, 5, 11, 12, 25

O

Oppbygging av vinduet. 11

Oppbyggingen av brukerveiledningen i

Oppdeling i

P

PopUp 8

PopUp menyer (høyre mustast) 8

Programhistorikk i, 59

Programoppfølging ii

Programoversikt Gjennomlokking iii

Programvareutvikling ii

Programvedlikehold ii

R

Rediger 7, **Error! Not a valid bookmark in entry on page 7, 8, 11, 17, 19, 25**

Rektangulær lastflate i platemidtd med utsparing 63

Resultater i, 6, 11, 20, 28, 30, 33, 35, 37

S

Send som E-mail... 13

Sett inn 20, 27

Sidenummerering 14

Sirkulær lastflate ved platehjørne. 69

Siste side 16

skjærarmering iii, 8–9, 8, 28

Skjærarmering 34, 38

Skjærkapasiteten er overskredet 57

Skrift 17

Skriv ut 5, 11, 12, 18–19, 19

Slett 20, 25, 26, 27

Start av programmet 11

Statuslinje 11, 21–22, 21, 22, 25

Strekkarmering 8–9, 8, 23, 27, 34–35, 34, 57

Strekkarmering mangler 57

Strekkarmering og skjærarmering 8

Strekbrudd iii

Stål iii

Support i–ii, i, ii

T

Teori 41

Topptekst 16

Trykkbrudd 49

Trykkbruddkapasiteten overskredet 57

U

Utklippstavle (Klipp og lim) 8
utskriftsformat 7, 14–15, 14, 15

Utskriftsformat 14

Utskriftsmal 15–16, 16

Utskriftsmaler 7

utsparing 25–27, 25, 26, 27, 34, 37, 57, 63

Utsparinger iii, 25, 26–27, 26, 27, 37, 57

Utsparinger ligger utenfor platekanten. 57

Utsparinger overlapper hverandre. 57

V

Velg skriver 19

Verktøylinje 21–22, 21, 22

Vindu 5–6, 6, 25, 26, 30

Vis 5, 11, 21, 25

Å

Åpne i, 5–8, 6, 7, 8, 11, 12, 15, 23, 24