

MatrixFrame 3.0

Het is de licentiehouders van MatrixFrame toegestaan dit document af te drukken ten behoeve van eigen gebruik. Verder is het niet toegestaan iets uit deze uitgave te verveelvoudigen en/of openbaar maken zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Matrix CAE BV

© Copyright 1997 - 2003 Matrix CAE BV, Oktober 2003

Gebruikershandleiding MatrixFrame 3.0

Welkom

Met het rekenprogramma MatrixFrame bent u in het bezit van een krachtig programma voor het berekenen van beton- en staal- en houtconstructies. MatrixFrame is zo ontwikkeld dat met een minimum aan muisklikken en toetsaanslagen de invoer kan plaatsvinden. Dankzij een logische schermindeling en routing door het programma is MatrixFrame snel te leren en plezierig in het gebruik.

Deze gebruikershandleiding laat u kennis maken met de belangrijkste mogelijkheden van de MatrixFrame. Door middel van praktische oefeningen krijgt u snel inzicht in de meest efficiënte werkwijze. Werken met de software van Matrix betekent voor u sneller, beter en plezieriger maar vooral effectiever werken. MatrixFrame 3.0 is geschikt voor Windows 98, ME, NT4(SP6), 2000 en XP. Wij adviseren u MatrixFrame te gebruiken op computers met Windows 2000 of Windows XP.

Gebruikershandleiding MatrixFrame

Dit document bevat een beschrijving van de installatie en een inleiding tot het gebruik van MatrixFrame 3.0. Wanneer u MatrixFrame voor het eerst gaat gebruiken, adviseren wij u dit document volledig door te nemen. Alle aspecten van het werken met MatrixFrame komen uitvoerig aan de orde. Dankzij de talloze oefeningen leert u MatrixFrame zeer snel gebruiken.

Multimedia Running Demo's

Op de CD-ROM worden Multimedia Running Demo's meegeleverd. Dit zijn demo's die de bediening van MatrixFrame als een film weergeven. Sommige demo's zijn voorzien van geluid. Neem deze demo's eens rustig door voordat u met MatrixFrame begint. U krijgt hiermee een korte en krachtige indruk van de software. Om het geluid te kunnen horen, dient uw computer te beschikken over een geluidskaart met luidsprekers. Indien u hierover niet beschikt, wordt de film getoond zonder geluid.

Matrix op het Internet

U vindt Matrix CAE op het internet onder www.matrix-cae.nl. Deze website biedt u informatie over de producten en diensten van Matrix CAE. Daarnaast biedt het u de mogelijkheid om vragen te stellen aan de helpdesk. Vragen kunt u ook rechtstreeks aan de helpdesk mailen via: helpdesk@matrix-cae.nl

Inhoudsopgave

Welkom	4
Gebruikershandleiding MatrixFrame	4
Multimedia Running Demo's	4
Matrix op het Internet	4
Inhoudsopgave	5
Werken met MatrixFrame	9
Indeling in hoofdstukken en opdrachten.	9
Oefening: Opbouw en bediening MatrixFrame	9
Oefening: Hoofdstukken en opdrachten kiezen	9
Oefening: Projectgegevens invoeren.	10
Schermindeling.	10
Definitievenster.	10
Tekeningvenster.	10
Tabelvensters.	10
Schermindeling aanpassen en herstellen.	10
MatrixFrame 2D Raamwerken	10
Stramienen, knopen en staven.	10
Oefening: Stramienen definiëren.	11
Oefening: Staven grafisch invoeren.	11
Oefening: Staven automatisch opdelen	11
Oefening: Staven handmatig opdelen	12
Oefening: Selecteren van staven en knopen	12
Oefening: Knopen en staven numeriek wijzigen	12
Oefening: Stramienen genereren	12
Oefening: Geometrie aanpassen door middel van stramienen.	13
Oefening: Knopen en staven verwijderen.	13
Oefening: Knopen grafisch verplaatsen.	13
Oefening: Snap naar stramienen.	13
Oefening: Snap naar staven.	14
Oefening: Weergave-instellingen	14
Oefening: Instellingen voor aan- en uitschakelen van lagen	15
Multi-userinterface	15
Oefening: Werken met de templates	15
Oefening: Werken met selecties; selectieset	16
Oefening: Zoeken van staven of knopen	17
Oefening: Zoomen	17
Oefening: Profielgrootheden definiëren.	17
Oefening: Toekennen door middel van aanklikken.	17
Oefening: Toekennen door middel van selectie.	17
Staafaansluitingen.	18
Oefening: Staafaansluitingen grafisch invoeren.	18
Oefening: Staafaansluitingen wijzigen via tabel.	18
Excentriciteiten.	18
Oefening. Excentriciteiten definiëren.	18
Opleggingen.	18
Oefening. Oplegging definiëren.	18
Lasten en Belastingscombinaties.	19
Oefening: Lasten grafisch invoeren.	19
Oefening: Lasten via tabel invoeren.	20
Oefening: Lasten samenvoegen.	20
Oefening: Lasten verwijderen.	20
Oefening: Lasten kopiëren.	20
Oefening: Belastingsgeval kopiëren.	20
Oefening: Belastingsgeval verwijderen.	21
Oefening: Lasten wijzigen.	21
Oefening: Belastingscombinaties invoeren.	21
Oefening: Belastingscombinaties verwijderen.	21
Oefening: Combinatiegenerator	22
Oefening: Mobiele belastingen	22
Oefening: Wateraccumulatie 2D	23
Oefening: Wateraccumulatie 3D	24
Oefening: Werken met het rekenblad (handmatig)	24
Oefening: Werken met het rekenblad (met bibliotheken)	25
MatrixFrame Lastengenerator NEN 6702	25
Oefening: Gebruik van de Lastengenerator	26
Oefening: Invoeren van de uitgangspunten.	26
Oefening: Gewichtsberekening controleren.	26
Oefening: Belastingsgevallen controleren.	27
Oefening: Belasting Combinaties controleren.	27
Oefening: Controleren van de Geometrie invoer (dubbele knopen)	27
Oefening: Controleren van de Geometrie invoer (knoop niet aan staaf verbonden)	28
Oefening: Lineair Elastische Mechanica berekening uitvoeren.	28
Rekenresultaten.	28

Oefening: Knoopkrachten.	28
Oefening: Staafkrachten.	29
Oefening: Oplegreacties.	29
Oefening: Vervormingen.	29
Oefening: Spanningen volgens Hubert-Hencky	29
Rapporten	29
Oefening: Rapporten samenstellen	29
Oefening: Rapportopties instellen	30
Oefening: Kop en voetteksten instellen	30
Oefening: Tekeningen in rapport opnemen.	30
Oefening: Volgorde onderwerpen in rapport bepalen.	31
Oefening: Standaard rapporten maken en kiezen.	31
Oefening: Uitvoer naar tekstverwerker	31
Oefening: Uitvoer naar tekstverwerker	31
Oefening: Uitvoeren afbeeldingen met de motordrive	31
Oefening: Overige rapport opties	32
Oefening: Genereren DXF tekeningen	32
MatrixFrame 3D-Raamwerken	32
Oefening: Invoeren van knopen en staven in 3D m.b.v. de gridfunctie	32
Oefening: Invoeren van knopen en staven in 3D via de tabellen	33
Oefening: Stramienen en maatvoering in 3D	33
Oefening: Globaal assenstelsel en 3D weergave	33
Oefening: Lokaal assenstelsel	33
Oefening: Profielgrootheden	34
Oefening: Staafaansluitingen	34
Oefening: Opleggingen	34
Oefening: Lasten en belastingsgevallen	34
Oefening: Belastingscombinaties	35
Oefening: Berekening 3D raamwerken	35
Oefening: Mechanica resultaten	36
MatrixFrame 2D Balkroosters	36
Oefening: Invoeren balkrooster.	36
Oefening: Invoeren profiel	37
Oefening: Invoeren opleggingen	37
Oefening: Invoeren lasten	37
Oefening: Berekenen Balkrooster.	38
Oefening: Geavanceerde Berekening .	38
MatrixFrame Doorgaande Liggers	38
Oefening: Invoeren geometrie Doorgaande Liggers	38
Oefening: Invoeren lasten Doorgaande Ligger	38
Oefening: Doorgaande liggers met Veranderlijke belasting	39
Oefening: Momenten optimaliseren	39
Oefening: Opleggingreactie optimaliseren	39
Staalcontrole NEN6770/71	39
Oefening: Instellingen voor kiptoetsing.	39
Oefening: Instellingen voor kniklengte berekening.	40
Oefening: Instellingen voor brandwerendheid	40
Oefening: Instellingen voor berekening van Fv;tot	40
Oefening: Instellingen voor de toetsing van de vervormingen.	40
Oefening: Resultaten staaltoetsing beoordelen.	41
Oefening: Histogram.	41
Oefening: Profielkeuze handmatig aanpassen.	41
Oefening: Profielen automatisch optimaliseren.	41
Staalverbindingen NEN6772	42
Oefening: Verbindingstypen definiëren .	42
Oefening: Kolom voetplaat ontwerpen .	42
Oefening: Ligger-Kolom verbinding ontwerpen.	43
Oefening: Ligger-Kolom verbinding aanpassen	44
Oefening: Ligger-Kolom classificatie controleren	44
Oefening: Ligger-Kolom classificatie aanpassen .	45
Betoncontrole NEN6720	45
Oefening: Handmatig instellen van de basisgegevens beton	45
Oefening: Toetsing betondoorsnede	46
Oefening: Ligging van de wapening bepalen.	46
Oefening: Ontwerpwizard beton	47
Oefening: Betonkolommen	47
Houtcontrole NEN6760	47
Oefening: houtcontrole	47
Module vorm- en funderingstekening	47
Oefening: Funderingsplan	48
Geavanceerde rekenopties	48
Oefening: Elastische Ondersteuning definiëren.	48
Oefening: Elastische Ondersteuning met trekeliminatie	48
Oefening: Toepassen van trekstaven.	49
Oefening: Toepassen van Geometrisch Niet-lineaire berekening (GNL).	49
Oefening: Toepassen van kabels.	50

Oefening: Niet Lineair verende staafaansluitingen.	50
Oefening: Niet Lineair verende Opleggingen.	51
Oefening: Fysisch Niet Lineaire berekening voor betonconstructies (FNL)	51
Oefening: Fysisch Niet Lineaire berekening voor staalconstructies (FNL)	51
Oefening: Invoeren geometrie met macro's	52
Index	53

Werken met MatrixFrame

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste handelingen toegelicht waarmee u in de praktijk te maken krijgt. Allereerst wordt ingegaan op indeling en schermopbouw in MatrixFrame. Deze is consequent door het hele programma aanwezig. Daarna wordt kort de werking van elk onderdeel in MatrixFrame uitgelegd en aan de hand van oefeningen toegelicht.

Veelvuldig wordt verwezen naar knoppen in werkbalken. Als u de muis op een knop plaatst en even stilhoudt, verschijnt er een tekst die aangeeft welke opdracht achter de knop zit. Dit is de Tooltip. Er zijn twee typen knoppen, met het ene type roept u een venster op, met het andere type zet u een bepaalde mode aan of uit, deze knop heeft twee standen: ingedrukt (aan) of niet in gedrukt (uit). Wanneer in een oefening gevraagd wordt een bepaalde mode aan te zetten, klikt u dus op de betreffende knop. In MatrixFrame is een consequente, eenduidige indeling en schermopbouw doorgevoerd. Als u hiermee eenmaal bekend bent, kunt u elk onderdeel van MatrixFrame snel en efficiënt gebruiken.

Bij veel onderdelen is de knop "Speciaal" beschikbaar, met deze knop krijgt u toegang tot geavanceerde opties van MatrixFrame, zoals de invoer van speciale profielen. Voor een eerste kennismaking met MatrixFrame heeft u deze geavanceerde opties niet nodig, gebruik deze knop dan ook pas wanneer u vertrouwd bent geraakt met MatrixFrame.

Indeling in hoofdstukken en opdrachten.

Dankzij de indeling in hoofdstukken en opdrachten is elk onderdeel van MatrixFrame met maximaal twee muisklikken te activeren en wordt automatisch de juiste schermindeling klaargezet. Hoofdstukken zijn gemaakt om de talloze opdrachten die beschikbaar zijn categorisch in te delen. Voorbeelden van hoofdstukken zijn:

	Projectgegevens
	Geometrie
	Lasten
	Berekening
	Mechanica resultaten
	Staal
	Knoopverbindingen
	Beton
	Houtcontrole (in ontwikkeling)

De hoofdstukken vindt u in de werkbalk die standaard rechts boven in het scherm staat. Elk hoofdstuk kent een aantal opdrachten. De volgende oefeningen laten u zien hoe u hoofdstukken en opdrachten kunt kiezen. Bij deze oefeningen voert u nog geen gegevens in.

Oefening: Opbouw en bediening MatrixFrame

Loop met de muis langs de knoppen in de werkbalk rechts boven in het scherm en lees de **Tooltips**. U krijgt een duidelijk beeld van de verschillende hoofdstukken.

! Ziet u een nieuwe werkbalk met knoppen, neem dan even de tijd om de Tooltips te lezen alvorens min of meer willekeurig te gaan klikken. Dit geeft u een goed overzicht van de mogelijkheden en maakt u snel vertrouwd met het programma.

Als u een hoofdstuk kiest, verschijnt er aan de linkerkant van het scherm een werkbalk met de opdrachten in het gekozen hoofdstuk.

Oefening: Hoofdstukken en opdrachten kiezen



1. Kies het hoofdstuk **Geometrie**.
U krijgt links de werkbalk met knoppen voor **Invoer Geometrie, Profielgrootheden, Opleggingen, Elastische ondersteuning, Staafaansluitingen, Excentriciteiten en FNL wapening**. Dit zijn de opdrachten in het hoofdstuk **Geometrie**.



2. Kies nu voor de opdracht **Opleggingen**.
U ziet dat automatisch de schermindeling zich aanpast voor de invoer van opleggingen.



3. Kies het hoofdstuk **Lasten** (werkbalk boven in het scherm).
U krijgt links de werkbalk met knoppen voor **Lastengenerator, Gewichtsberekening, Lastdefinitie en Belastingscombinaties**. Dit zijn opdrachten in het hoofdstuk **Lasten**.



4. Kies nu voor de opdracht **Lastdefinitie** (werkbalk links op het scherm).
U ziet dat automatisch de schermindeling zich aanpast voor de invoer van lasten. Op elk moment kunt u een hoofdstuk kiezen. Bijna elk hoofdstuk heeft een werkbalk met opdrachten. Heeft een hoofdstuk maar een onderwerp dan verschijnt er links geen werkbalk maar volgt direct het betreffende invoervenster. Een voorbeeld hiervan is de invoer van projectgegevens.

Oefening: Projectgegevens invoeren.



1. Kies het hoofdstuk **Projectgegevens**.
Dit is een hoofdstuk zonder opdrachten en u krijgt direct het invoervenster voor de projectgegevens. Bij een nieuw project zijn hier standaard de gegevens van het laatste project ingevuld. Dit venster kent een aantal tabbladen waarin u de projectgegevens kunt invoeren.
2. Voer een aantal gegevens in en verlaat dit venster met de **OK** knop.

Schermindeling.

In MatrixFrame is gekozen voor een schermindeling welke bestaat uit meerdere actieve vensters. Hierdoor kan zowel de numerieke als grafische informatie gelijktijdig en overzichtelijk worden weergegeven. Het scherm wordt in drie gebieden ingedeeld:

Definitievenster.

Linksboven bevindt zich het venster dat gebruikt wordt voor de definitie van invoergegevens. Voor het grafisch invoeren van een oplegging moet eerst het type van de oplegging gedefinieerd worden. Voor het invoeren van een last zijn eerst gegevens als de grootte en de richting noodzakelijk. Het invoeren van dit soort informatie voor de grafische invoer gebeurt altijd in het venster links boven. Dit venster is het Definitievenster. Boven in het Definitievenster staan doorgaans knoppen om de invoer te vereenvoudigen en te versnellen.

Tekeningvenster.

Rechtsboven bevindt zich het tekeningvenster met daarin de Constructie-afbeelding en de hieraan gerelateerde informatie. In dit venster vindt de grafische invoer van gegevens plaats. Hier kunnen o.a. staven getekend, opleggingen geplaatst en lasten aangebracht worden. Boven in dit venster staan een aantal knoppen met opdrachten die alleen in dit venster kunnen worden toegepast. Deze opdrachten hebben in volgorde van weergave betrekking op:

- Toevoegen of verwijderen van gegevens.
- Selecteren van gegevens.
- Visualiseren van gegevens.
- Inzoomen.
- Zoom All.

Tabelvensters.

Onderin het scherm bevinden zich de vensters die de gegevens numeriek in tabelvorm weergeven. Denk daarbij aan een tabel met knoopcoördinaten of een tabel waarin de lastwaarde, richting, etc. wordt weergegeven. Deze vensters zijn de Tabelvensters. Om gegevens overzichtelijk en gegroepeerd weer te geven wordt er bij veel tabellen gebruik gemaakt van tabbladen zoals in het spreadsheet programma Microsoft Excel. Zo zal het Tabelvenster voor de staven een aantal tabbladen bevatten voor o.a. de **Begin- en Eindknopen** en **Profielgegevens**. De tabbladen staan altijd onder in de tabel. In de onderstaande tekst zal regelmatig naar het Definitievenster, Tekeningvenster en Tabelvenster verwezen worden.

Schermindeling aanpassen en herstellen.

U kunt de schermindeling zelf aanpassen: door met de muis op de titelbalk van een venster te klikken kunt u deze verplaatsen, met behulp van de knoppen op de titelbalk van elk venster, kunt u een venster volledig maken of wegglikken. U krijgt eenvoudig de standaard schermindeling weer terug door in het hoofdmenu **Venster** voor **Standaard Vensterschikking** te kiezen.

MatrixFrame 2D Raamwerken

In dit hoofdstuk wordt de invoer van de geometrie voor 2D raamwerken besproken.

Stramienen, knopen en staven.

Stramienen zijn hulplijnen die te gebruiken zijn bij de grafische invoer van de knopen en staven. De begin- en eindpunten van de staven kunnen automatisch samenvallen met de snijpunten van de stramienen. De invoer van Stramienen kan **Absoluut** (afstand t.o.v. nulpunt) of **Relatief** (afstand tussen stramienen) plaatsvinden. Dit stelt u in door middel van de knoppen boven in het Definitievenster van de Stramienen.

Oefening: Stramien definiëren.

1. Kies het hoofdstuk **Geometrie** (werkbalk rechts boven)
2. Kies de opdracht **Invoer geometrie** (werkbalk links).
Linksboven verschijnt het Definitievenster voor de invoer van Stramien.
3. Klik in het Definitievenster op de knop **Relatief**.
4. Vul in de tabel de volgende informatie in:

A	4
B	4
C	

 U heeft nu drie stramien ingevoerd, deze ziet u getekend in het Tekeningvenster rechts van het Definitievenster.
5. Kies in het Definitievenster het tabblad **Z-richting**.
Het tabblad vindt u onder in het Definitievenster. Tabbladen worden veelvuldig toegepast om binnen een zelfde onderwerp informatie logisch van elkaar te scheiden. Het Definitievenster voor stramien kent twee tabbladen: **X-richting** en **Z-richting**.
6. Klik in het Definitievenster op de knop **Absoluut**.
7. Vul in de tabel in het Definitievenster de volgende informatie in:

Peil	0
goot	3
nok	4

 U heeft nu drie hoogtelijnen ingevoerd welke worden weergegeven in het Tekeningvenster.

**Oefening: Staven grafisch invoeren.**

Invoeren van staven kan grafisch en numeriek plaatsvinden. In de praktijk zal doorgaans van de grafische invoer gebruik gemaakt worden omdat deze sneller en overzichtelijker werkt. Bij de grafische invoer van staven worden automatisch de begin- en eindknopen gegenereerd. De volgende oefening omvat het grafisch invoeren door de begin- en eindknopen in het Tekeningvenster aan te klikken. Allereerst stellen we de snapmode zo in, dat tijdens het tekenen automatisch naar de snijpunten van de stramien wordt gesnapt.



1. Zet mode **Snap naar staaf** uit.
2. Zet mode **Snap naar stramien** aan
3. Zet mode **Snap naar grid** uit.
4. Klik in het Tekeningvenster met de muis op het snijpunt van stramien A-peil. Op dit snijpunt ziet u nu de eerste knoop verschijnen als een blauw vierkant.
5. Klik met de muis op het snijpunt van stramien A-goot.
De eerste staaf wordt nu getekend.
6. Klik met de muis op het snijpunt van stramien B-nok. De tweede staaf wordt nu getekend. De eindknoop van de eerste staaf is tegelijkertijd de beginknoop van de volgende staaf. Op deze manier kunt u snel staven invoeren.
Als u niet wilt dat de eindknoop van een staaf tegelijkertijd beginknoop van de volgende staaf is, dan breekt u de invoer af door op de rechter muisknop te klikken of de <Esc> toets te gebruiken.
7. Klik op de rechter muisknop.
Als u nu de muis over het Tekeningvenster beweegt ziet u geen staaf meer meelopen.
8. Klik met de muis op het snijpunt van stramien C-peil.
9. Klik met de muis op het snijpunt van stramien C-goot. De rechter kolom wordt nu getekend.
10. Klik met de muis op het snijpunt van stramien B-nok.
11. Breek daarna de invoer af met de rechter muisknop.
U heeft nu een spant grafisch ingevoerd en daarbij gebruik gemaakt van stramien om staven en knopen op de juiste positie in te voeren. Tijdens de grafische invoer zijn de Tabelvensters onder in het scherm gevuld met de knoopcoördinaten en de staafgegevens van de ingevoerde constructie. Deze gegevens kunt u ook rechtstreeks in de tabellen invoeren. Alle invoer en wijzigingen in de tabellen worden direct weergegeven in het Tekeningvenster.

Oefening: Staven automatisch opdelen

1. Teken in het spant een horizontale staaf:
Klik met de muis op het snijpunt Stramien A-Goot.
Klik met de muis op het snijpunt Stramien C-Goot,
Klik nu op de rechter muisknop, de staaf is nu getekend.
2. Zet knop **Staven delen** aan.
3. Teken een staaf vanaf de nok naar het midden van de horizontale staaf:
Klik met de muis op het snijpunt van stramien B-nok.
Klik met de muis op het snijpunt van stramien B-goot (midden van trekstang)
Klik nu op de rechter muisknop. We zien nu dat de staaf die de trekstang voorstelt, automatisch opgedeeld wordt in twee staven !



Oefening: Staven handmatig opdelen



1. Selecteer de twee staven in het linker deel van het dak:
Klik op de knop **Selecteer staaf** en klik op de schuine staaf linksboven en de horizontale staaf daaronder.

Klik op de knop **Staven delen** en kies voor **Delen** en vul het aantal 3 in.
Kies voor **OK** en zie dat de twee geselecteerde staven opgedeeld worden in drie gelijke delen.
Vervolgens kunt u de opgedeelde staven uitbreiden met nieuwe staven. Zo voert u eenvoudig bijvoorbeeld een vakwerksant in.
2. Selecteer de twee staven in het rechter deel van het dak:
Klik op de knop **Selecteer staaf** en klik op de schuine staaf rechtsboven en de horizontale staaf daaronder.
Klik op de knop **Staven delen** en kies voor **Afstand** en vul voor afstand 1.3 en voor het aantal delen 2 in. Selecteer tevens de richting **Globaal X**
Kies voor **OK** en zie dat de twee geselecteerde staven opgedeeld worden met 2 maal een afstand van 1.3 meter, gemeten langs de globale X-as.

Oefening: Selecteren van staven en knopen

Staven en knopen kunnen op meerdere manieren worden geselecteerd. Vrijwel alle opdrachten binnen MatrixFrame kunnen worden toegepast op selecties. Hierdoor neemt het aantal handelingen af om in te voeren en/of wijzigingen. U bereikt sneller het gewenste resultaat.

1. Kies voor **Invoer geometrie** en voer een constructie in.
2. Klik op de knop **Selecteer knoop** en beweeg de muis naar een knoop.
3. Klik op de knoop en zie dat de kleur verandert in rood. Zie ook dat in het Tabelvenster van de knopen de regel van deze knoop gemarkeerd is.
4. Met de Shift-toets kan een selectie worden uitgebreid. Houd de Shift-toets ingedrukt en selecteer nog meerdere knopen. Door nogmaals een reeds geselecteerde knoop aan te klikken, wordt deze weer uit de selectie verwijderd.
5. Klik op een willekeurige plaats in het tekeningenvenster en de selectie wordt ongedaan gemaakt.
6. Kies voor de knop **Selecteer staaf** en beweeg de muis naar een staaf.
7. Klik op de staaf en zie dat de kleur verandert in rood. Zie ook dat in het Tabelvenster van de staven de regel van deze staaf gemarkeerd is.
8. Met de Shift-toets kan een selectie worden uitgebreid. Houd de Shift-toets ingedrukt en selecteer nog meerdere staven. Door nogmaals een reeds geselecteerde staaf aan te klikken, wordt deze weer uit de selectie verwijderd.
9. Klik op een willekeurige plaats in het tekeningenvenster en de selectie wordt ongedaan gemaakt.
10. Knopen en staven kunnen ook worden geselecteerd met een venster. Kies voor **Selecteer staaf** en beweeg de muis naar de constructie. Door een venster om de staven heen te trekken, worden de staven die binnen het venster liggen geselecteerd. Het gedrag van het venster is analoog aan de wijze van selecteren binnen AutoCAD (selection by window or by crossing)
Indien het venster van links naar rechts wordt getrokken, wordt het venster met een getrokken lijn getekend. Alle staven die nu geheel binnen het venster vallen, worden geselecteerd.
Indien het venster van recht naar links wordt getrokken, wordt het venster met een gestippelde lijn getekend. Alle staven die nu geheel en gedeeltelijk binnen het venster vallen, worden geselecteerd.
11. Tenslotte is het mogelijk alle staven of knopen in één keer te selecteren.
Kies uit de menu voor **Construeer** dan voor **Selectie** en vervolgens voor **Alle staven**.
Een andere mogelijkheid is om in het Tabelvenster van de staven te klikken en daarna de toetscombinatie **Ctrl-a** in te drukken. Wordt hetzelfde gedaan als het Tabelvenster van de staven of de Constructie-afbeelding actief is, dan worden alle staven geselecteerd.

Oefening: Knopen en staven numeriek wijzigen

1. Ga met de muis naar het Tabelvenster van de knopen en wijzig de **Z- coördinaat** van de knoop in de nok van -4 naar -5. In het Tekeningenvenster ziet u direct de aanpassing van de geometrie. Omdat deze knoop niet meer op het snijpunt van een stramien ligt is de referentie naar het stramien verdwenen. Deze referentie staat in de laatste kolom. Zet de **Z- coördinaat** weer terug op -4. De referentie naar het stramien wordt nu weer weergegeven in de laatste kolom.
2. Ga met de muis naar het tabelvenster van de staven en wijzig van staaf S1 de eindknoop **Knoop E** van K2 in K3. U kunt volstaan met het intypen van het getal 3. Het programma maakt daar automatisch K3 van. In het Tekeningenvenster ziet u direct de aanpassing van de geometrie. Wijzig de eindknoop weer terug naar K2 en zie dat de oorspronkelijke constructie weer getoond wordt

Oefening: Stramienen genereren

In de vorige oefeningen hebben we eerst de stramienen gedefinieerd en daarna de constructie ingevoerd op de stramienen. Het is ook mogelijk eerst de constructie te schetsen en daarna de stramienen te genereren. Deze manier van invoeren vergt minder handelingen en is daarom sneller.

1. Open een nieuwe project met de opdracht **Nieuw**, vul enkele projectgegevens in en bevestig dit met **OK**.
2. Teken in het Tekeningenvenster een constructie met dezelfde vorm als in de vorige oefening. U hoeft daarbij niet te letten op de afmeting. Wel is van belang om knopen die boven elkaar of naast elkaar op de dezelfde hoogte liggen daadwerkelijk zo te schetsen. Als de constructie getekend is beëindigt u het tekenen met de rechter muistoets.
3. Klik op de knop **Genereer Stramienen** in het definitievenster. Op elke X en Z positie waar zich een knoop bevindt wordt nu een stramien gegenereerd en de afmetingen worden uit de getekende constructie overgenomen.

Oefening: Geometrie aanpassen door middel van stramienen.

Een andere manier om de geometrie van de constructie te wijzigen is het aanpassen van de stramienen.

1. Selecteer het tabblad **X-richting** in het Definitievenster.
2. Klik op de knop **Relatieve Invoer** als deze nog niet actief is.
3. Wijzig de eerste stramienmaat **dX** in 4 meter.
In het Tekeningvenster ziet u direct de aanpassing van de stramienen en de geometrie.
4. Selecteer het tabblad **Z-richting** in het Definitievenster.
5. Wijzig de eerste stramienmaat in 3 meter.

Het voordeel van het werken met meerdere actieve vensters is bij de voorgaande oefening al duidelijk geworden. Zonder afzonderlijke opdrachten en dialoogvensters te activeren is zowel numeriek, grafisch als met behulp van stramienen de geometrie in te voeren en te wijzigen.

Oefening: Knopen en staven verwijderen.

1. Klik in het Tekeningvenster op de knop **Staaft Verwijderen**.
2. Beweeg de muis naar de linker dakbalk en klik hierop. De staaf wordt nu verwijderd. Als u op een knoop klikt, worden de knoop en alle aansluitende staven verwijderd.
3. Klik in het Tekeningvenster op de knop **Staaft Toevoegen** en voeg de linker dakbalk weer in door de begin- en eindknoop aan te klikken. Na het verwijderen van staven krijgen nieuw ingevoerde staven het nummer dat volgt op de laatst ingevoerde staaf. Met de menu keuze **Geometrie - Hernummeren** worden alle staven en andere invoergegevens hernummerd beginnend vanaf 1.

Bij het verwijderen in het bovenstaande voorbeeld wordt eerst de opdracht **Verwijderen** gekozen waarna de staaf of knoop wordt aangeklikt. Achtereenvolgens kunnen meerdere staven en/of knopen worden aangeklikt. Naast deze manier van werken is er nog een andere methode die handig kan zijn als er veel informatie verwijderd moet worden:



4. Klik in het Tekeningvenster op de knop **Selecteer Staaf**.
5. Klik achtereenvolgens op de linker kolom en de linker dakbalk. Beide staven zijn nu geselecteerd en worden rood getekend, wat betekent dat ze in de selectieset zijn opgenomen.



6. Klik in het Tekeningvenster op de knop **Staaft Verwijderen**.
De geselecteerde staven worden nu verwijderd.



7. Klik in het Tekeningvenster op de knop **Staaft Toevoegen** en voer de verwijderde staven opnieuw in. In dit voorbeeld maakt u dus eerst een selectie en daarna geeft u pas de opdracht **Staaft Verwijderen**. Naast de knop **Staaft Selecteren** is er ook de knop **Selecteer Knoop**. Afhankelijk van wat u wilt doen gebruikt u de juiste selectieknoop. De volgende oefening behandelt het selecteren en verplaatsen van knopen.

Oefening: Knopen grafisch verplaatsen.

1. Klik in het Tekeningvenster op de knop **Selecteer Knoop**.
2. Klik met de muis op de knoop in de nok. De knoop wordt nu rood, wat betekent dat deze in de selectieset is opgenomen.
3. Klik nogmaals op deze knoop, hou de muisknop ingedrukt en beweeg de muis naar beneden. De knoop wordt nu verplaatst naar het snijpunt van het eronder gelegen stramien. De knoop kunt u net zolang verplaatsen totdat u de muisknop weer loslaat.
4. Laat de muisknop los. De knoop is nu verplaatst naar zijn nieuwe positie.
In de voorgaande oefening blijft de knoop naar het snijpunt van de stramienen en/of naar de Gridpunten springen. Dit is afhankelijk van de ingestelde snap mode. (deze mode kunt u instellen met de knoppen **Snap naar Staven**, **Snap naar Stramienlijn** en **Snap naar Grid** in het Tekeningvenster) Herhaal bovenstaande oefening door het aan- en uitzetten van deze drie snap modes te variëren. Let er op dat de mode Snap naar Staven alleen aan kan als de mode Snap naar Gridpunten aan is.

Oefening: Snap naar stramienen.

1. Zet mode **Snap naar Stramienlijn** uit.



Zet mode **Snap naar Gridpunten** uit

2. Klik op de rode knoop, hou de muisknop ingedrukt en beweeg de muis naar beneden. U ziet dat de knoop nu niet meer naar de stramienen springt maar naar elk willekeurig punt in de tekening verplaatst kan worden.
3. Laat de muisknop los. De knoop is nu verplaatst naar zijn nieuwe positie.



4. Zet mode **Snap naar stramienlijn** aan en verplaats de knoop weer naar zijn oorspronkelijke positie op stramien B-nok.
5. Klik met de muis op een willekeurig punt in de tekening maar niet op een knoop.
De geselecteerde (rode) knopen worden weer uit de selectieset gehaald.
Ook bij de invoer van staven kunt u de knop **Snap naar Stramienlijn** aan of uit zetten. Rechts onder in het scherm in de Status Regel worden de X- en Z-coördinaten weergegeven van de positie waarin de muiscursor zich bevindt.

Oefening: Snap naar staven.

1. Begin nieuw project en kies het hoofdstuk **Geometrie** (werkbalk rechtsboven)
2. Kies de opdracht **Invoer geometrie** (werkbalk links).
3. Zet mode **Snap naar Stramienlijn** uit.
Zet mode **Snap naar Gridpunten** aan.
Zet mode **Snap naar Staven** uit.
4. Kies voor Weergave instellingen, en controleer of gridpunten op 1.00 m staat.
5. We gaan nu een vakwerk tekenen met verlopende hoogte:
(lengte 8 m ; hoogte begin 1 m ; hoogte eind 2 m)
Klik met de muis op het punt 0,0
Ga met de muis 8 gridpunten naar rechts , en klik.
Ga met de muis 2 gridpunten omhoog , en klik.
Ga met de muis 8 gridpunten naar links, en 1 gridpunt omlaag, en klik.
Ga met de muis 1 gridpunt omlaag, en klik.
Klik nu met de rechtermuis toets.
De omtrek van onze ligger is nu getekend, nu gaan we diagonalen en verticalen tekenen:
6. Klik met de muis op punt 0,0
Beweeg de muis nu 2 gridpunten naar rechts, en 1 gridpunt omhoog.
Als we de muis nu langzaam verder omhoog bewegen, zien we dat de 'knoop' over de bovenregel heen naar het bovengelygen gridpunt springt. Nu zetten we **Snap naar staven** aan. Dit kunnen we doen terwijl we midden in de invoer van een staaf zitten.
7. Zet mode **Snap naar Staven** aan.
8. Ga met de muis nu terug naar het punt 2 m rechts en 1 m boven het punt 0,0.
Beweeg de muis nu langzaam verder omhoog, en zie dat de 'knoop' nu niet over de bovenregel heen springt, maar snapt naar de bovenregel. Klik dan op de muis.
Teken de vertikaal: ga met de muis loodrecht naar beneden en klik op de onderregel.
Teken nu de volgende diagonaal: ga met de muis 2 gridpunten naar rechts, en klik op de bovenregel. Wanneer we zo alle verticalen en diagonalen getekend hebben, klikken we op de rechter muistoets.

Oefening: Weergave-instellingen

1. Kies voor de knop **Weergave-instellingen** Er verschijnt een dialoog met een boomstructuur van alle onderwerpen waarvan instellingen gewijzigd kunnen worden.
2. Onderin deze dialoog zijn 2 tabbladen. In het tabblad "Lagen" kunnen onderwerpen aan of uit worden geschakeld. Een laag die aan staat, wordt in de boomstructuur getoond met een lampje dat geel kleurt. Een laag die uit staat toont een grijs lampje.
3. De meest schakelopties hebben betrekking op "Label" voor teksten/bijchriften en "Vorm" voor het object zelf (bijvoorbeeld een knoop of een staaf) Blader naar knoop of staaf en schakel zelf met de opties.
4. Hierna worden de overige schakelopties behandeld:
"Constructie - Toon alleen geselecteerde staven" zorgt er voor dat alleen staven die geselecteerd zijn worden getoond. Indien er geen selectieset gemaakt is, wordt het scherm leeg.
5. "Staaf - Lokaal assenstelsel" toont het lokale assenstelsel per staaf. Hierbij worden de RGB-kleuren toegepast voor XYZ-assen. R=Rood, G=Groen en B=blauw.
6. "Staaf - Wapening" toont gegevens van wapening (mits ingevoerd) voor 2^e orden beton (FNL)
7. "Informatie tooltip" toont in selectiemodus informatie over staven zoals knooppunten en staaf lengte zodra de muiscursor in de buurt van een staaf komt.
8. "Profiel - Kleur staven per profiel" toont elke profieleigenschap met een unieke kleur.
9. "Resultaten - Resultaten 1^e iteratie": Bij iteratieve rekenprocessen wordt het eindresultaat van de iteraties getoond. Door deze optie aan te zetten, worden de resultaten van de eerste iteratie gestippeld getoond.
10. "Resultaten - N-V-M gelijktijdig kunnen tonen": Bij de resultaten kan geschakeld worden tussen N, of V of M. Zodra een andere knop wordt gekozen, wordt de vorige uitgezet. Met deze schakeloptie is het mogelijk om de N-V-M gelijktijdig in de Constructie-afbeelding te tonen.
11. "Interne equilibrium/interne staafkrachten": Hiermee schakelt u tussen de vectoriele weergave tussen het knoopenwicht en staafkrachten.
12. "Verplaatsing/doorbuiging - Toon constructie": Standaard staat deze aan. Dan wordt zowel de onvervormde als de vervormde constructie getoond. Als deze optie uitgezet wordt, ziet u alleen de vervormde constructie. De belastingen worden vanaf dat moment op de vervormde constructie getoond.
13. "Verplaatsing/doorbuiging - Vervormingsdiagram ": schakelt de vervormingen aan/uit.
14. "Verplaatsing/doorbuiging - Weergave 0.0000": weergave van hele kleine vervormingswaarden
15. "Verplaatsing/doorbuiging - Verplaatsing X-richting": aan/uit schakelen van de waarde van de knoopverplaatsingen in X-richting
16. "Verplaatsing/doorbuiging - Verplaatsing Z-richting": aan/uit schakelen van de waarde van de knoopverplaatsingen in Z-richting
17. "Verplaatsing/doorbuiging - Doorbuiging Z'-richting": aan/uit schakelen van de waarde van de lokale doorbuiging in een staaf in de Z'-richting
18. De schakelopties in het tabblad "Lagen" hebben dus betrekking op het aan/uit schakelen van de visualisatie van onderwerpen.
19. In het 2^e tabblad "Laagopties" kunnen de eigenschappen van het gevisualiseerde ingesteld worden, zoals labels, lettertype, lettergrootte en kleur.

20. Hierna worden de meer uitzonderlijke schakeloptyes behandeld:
"Algemene tekstopaties - Teksten met staven mee roteren": teksten worden standaard evenwijdig met staven geplaatst. Op sommige monitoren leest dat minder prettig. Ook hebben sommige printers hier problemen mee. Door deze optie uit te schakelen, worden teksten altijd horizontaal weergegeven.
21. De overige opties worden in andere oefeningen behandeld.

Oefening: Instellingen voor aan- en uitschakelen van lagen

1. De aan- en uitschakeling van de lagen wordt door MatrixFrame geregeld. Per onderwerp is een set aan laaginstellingen gereserveerd, die automatisch worden ingesteld zodra een onderwerp wordt geselecteerd. Indien de gebruiker dit niet wenst, kan het aan- en uitschakelen van de lagen handmatig door de gebruiker worden gedaan.
2. Kies voor het menu **Extra** en vervolgens voor **Algemene opties**.
3. Ga naar het tabblad **Templates**
4. U ziet instellingen voor drie templates (Matrix template, CAE template en student/EuroCadCrete template) Zie de oefening "Werken met de CAE template" voor nadere uitleg over de werking van de templates.
5. Indien u geen specifieke template gekozen hebt, werkt u standaard met de Matrix template.
6. Bij de Matrix template staan 2 vinkjes, beide aangevinkt. Het eerste vinkje zorgt er voor dat er automatisch lagen aan en uit worden gezet zodra u naar een ander onderwerp schakelt.
7. Als u kiest voor **Geometrie - Opleggingen** worden de oplegsymbolen aangezet en ook de labels van de oplegnummers. Als u kiest voor **geometrie - Profieleigenschappen**, blijven de oplegsymbolen aan staan, de opleglabls gaan uit en de doorsnede aanduidingen en labels worden aangezet. Dit is het gevolg van de optie automatische laagschakeling.
8. Zet nu het eerste vinkje uit (het tweede vinkje is niet langer van toepassing en wordt grijs) Wissel opnieuw tussen de verschillende onderwerpen. Nu gebeurt er niets met het aan- en uitzetten van aanduidingen en labels. U dient nu via de optie **Weergave-instellingen** zelf de gewenste lagen aan en uit te zetten.
9. Zet nu het eerste vinkje weer aan en schakel het tweede vinkje "Automatisch uitschakelen van de lagen" uit. Wissel weer tussen de verschillende onderwerpen. Zie nu dat MatrixFrame wel zelf alle vereiste lagen per onderwerp aan schakelt, maar niet meer uit. Als u tussen veel onderwerpen hebt gewisseld, staan er nu veel aanduidingen op uw scherm.
10. Met deze instellingen kan (per template) worden ingeregeld of u zelf de benodigde aanduidingen en/of labels aan wilt zetten of dit de software wilt laten doen.

Multi-userinterface

Oefening: Werken met de templates

1. MatrixFrame beschikt over templates. Een template is een verzameling van beeldscherm- en configuratie-instellingen die het mogelijk maakt de software op verschillende manieren te bedienen. We onderscheiden de volgende templates:
2. **Matrix Template**
Kenmerken van deze template zijn:
Schermpopbouw: Het scherm is verdeeld in vier vlakken, waar meestal vier en soms drie of twee vensters getoond worden. Rechtsboven wordt altijd de grafische weergave van de constructie-afbeelding getoond. Linksboven wordt het definitievenster (invoer dialoog) getoond. Op de onderste vlakken worden tabellen getoond met de numerieke gegevens van de in- of uitvoer.
Knoppenbalken: Boven in het scherm wordt de knoppenbalk getoond met de hoofdstukken van de software (Geometrie, Lasten, Berekening, etc.) Afhankelijk van het gekozen onderwerp worden extra knoppenbalken getoond.
Weergave-instellingen: Elk onderwerp heeft een eigen set weergave-instellingen die automatisch aan- of uit worden gezet.
3. **CAE Template**
Kenmerken van deze template zijn:
Schermpopbouw: Het scherm is verdeeld in één vlak, waar grafische weergave van de constructie-afbeelding wordt getoond. De definitievensters (invoer dialoog) en tabellen met numerieke gegevens (in- en uitvoer) worden standaard niet getoond en moeten worden opgeroepen.
Knoppenbalken: Alle knoppen worden in drie regels met knoppenbalken aan de bovenzijde van het scherm permanent getoond.
Weergave-instellingen: De dialoog voor de weergave-instellingen wordt standaard aan de linkerkant getoond. De weergave-instellingen worden niet automatisch geregeld.
4. **Student/EuroCadCrete Template**
Deze template is specifiek bedoeld voor onderwijsversies voor studenten en voor de EuroCadCrete oefening. EuroCadCrete is een examinatieprogramma, ontwikkeld in opdracht van en in samenwerking met de TU Delft faculteit Civiele techniek. De werking van deze template wordt in de gebruikershandleiding van de betreffende versies nader beschreven.
5. De oefeningen in deze gebruikershandleiding zijn gebaseerd op de Matrix Template. Hieronder volgt een oefening met de CAE Template.
6. Start een nieuw 2D raamwerk project . Klik op nieuw en stel in het tweede tabblad van de het dialoog 2D raamwerken in. Sneller is door op het pijltje naar beneden te klikken en direct een nieuw 2D raamwerkproject te kiezen.
7. Kies in het dialoog met de Projectgegevens voor  en kies daarna voor OK. U ziet de schermindeling nu veranderen, overeenkomstig de eerder beschreven kenmerken.
8. Voer nu een constructie in door de starten met het invoeren van staven. Kies voor de knop  en voer een model in.
9. Kenmerkend voor de CAE template is dat alle eigenschappen via de rechter muistoets te benaderen zijn. Kies de knop selecteer knoop  en klik met de linker muistoets een knoop aan. De knoop is nu geselecteerd en kleurt rood.

10. Klik nu op de knoop met de rechter muistoets. Er verschijnt een lijst met opdrachten die voor een knoop gelden. Kies voor Verplaats. In het dialoog dat nu verschijnt kunt u de knopen een nieuwe plaats geven. Hetzij door de relatieve verschuiving ten opzichte van de huidige knoopcoördinaten. Hetzij door de nieuwe absolute knoopcoördinaten op te geven.
11. De knoop is nog steeds geselecteerd. Klik deze nogmaals aan met de rechter muistoets en kies nu voor Definieer opleggingen. Er verschijnt nu een dialoog waarin u het type en de eigenschappen van een oplegging kunt kiezen. Kies voor een scharnierende oplegging  en druk op de knop **Pas toe**.
12. Deze manier van werken is met name zeer effectief als er eigenschappen van meerdere knopen of staven moeten worden gewijzigd of toegekend. Het toekennen van een enkele oplegging kan het snelste, zonder een selectie te hoeven maken, door op de knop scharnierende oplegging  in de knoppenbalk boven in het scherm te kiezen en vervolgens de betreffende knoop aan te klikken.
13. Selecteer nu meerdere staven door te klikken op  en een window of crossing om meerdere staven te leggen.
14. Klik vervolgens met de rechter muistoets op één van de staven uit de selectieset. Er verschijnt nu een dialoog waarin u de eigenschappen van een staaf kunt toekennen.
15. Kies voor Profieleigenschappen en pas deze toe.
16. Herhaal hetzelfde voor het invoeren van staaflasten.
17. Maak de invoer zodanig dat de mechanica berekening  kan worden uitgevoerd.
18. De resultaten zijn grafisch te bekijken door te kiezen voor de knop . De numerieke gegevens zijn te bekijken via de knop . Klik op het pijltje naar beneden. Er verschijnt een lijst met beschikbare tabellen. Maak hieruit een keus. Klik u daarna op de knop zelf, dan wordt de laatst uitgevoerde keuze herhaald. Er zijn twee van deze knoppen: één voor de invoertabellen en één voor de uitvoertabellen.

Oefening: Werken met selecties; selectieset

1. Open het project Mx_selecties.mxf uit de map **Samples**.
2. Kies voor de opdracht **Selecties** . Klik eerst op het linkerdeel van de knop. Het rechterdeel van de opdracht (met het pijltje omlaag) komt later aan de orde. De selectiedialoog verschijnt.
3. Selectiesets kunnen automatisch of handmatig worden samengesteld. Het eerste voorbeeld behandelt een automatisch samengestelde selectieset. Druk op de knop **Genereer selecties o.b.v. profielen** .
4. Het dialoog wordt nu volgens een boomstructuur gevuld met selecties op basis van materiaaleigenschappen en profieleigenschappen.
5. Klik u op de regel **Staal** dan worden alle staven met de materiaaleigenschap staal geselecteerd en kleuren rood. Klik ook de andere materialen aan.
6. Klik u op de regel **PI (R300x300, B25)** dan worden alle staven met deze profieleigenschap geselecteerd en kleuren rood. Klik ook de andere profielen aan.
7. De visualisatie kan worden verduidelijkt door alleen de geselecteerde staven te tonen. Klik op de knop **Filter selecties**  en doorloop de vorige 2 stappen nogmaals. Nu worden alleen de geselecteerde staven getoond.
8. Het volgende voorbeeld behandelt een handmatig gemaakte selectie. Deactiveer het filter door nogmaals op de knop  te drukken. Druk vervolgens op de knop **Opschonen selectie**  om eventuele actieve selecties ongedaan te maken.
9. Kies voor de knop **Selecteer staven**  en selecteer de onderste drie kolommen samen met de verdiepbalken. De geselecteerde staven kleuren nu rood.
10. Sla de selectie op als selectieset door te kiezen voor de knop . In de boomstructuur verschijnt een hoofdstuk Handmatige selecties met een opgeslagen selectieset onder de naam:  **Selectie 1**. U kunt de naam van deze selectieset wijzigen in bijvoorbeeld **Spant begane grond** en sluit af met de TAB-toets.
11. Doe dezelfde oefening nogmaals voor de luifel. Selecteer alle staven van de luifel en sla deze selectieset vervolgens op onder de naam "Luifel".
12. Handmatig gemaakte selectiesets kunnen worden verwijderd door de regel te selecteren en vervolgens te kiezen voor **Verwijder selectie** .
13. Zodra selectiesets gemaakt zijn, zijn deze via een sneltoets op te roepen. Sluit het dialoog
14. Selectiesets zijn een handig hulpmiddel om grotere constructies goed te kunnen visualiseren. Ook kunnen ze worden gebruikt als afdrukselectie. Zie hiervoor de oefening afdrukken met selecties.
15. Tot slot: selectiesets worden bij het project opgeslagen waardoor ze na openen van een project ook weer direct beschikbaar zijn.

Oefening: Zoeken van staven of knopen

1. In de opdracht **Selecties**  maar ook via het menu **Construeer - Selectie** zijn een viertal zoek+(de)selectie opdrachten beschikbaar.
2. Kies voor de opdracht **Zoek en selecteer knopen**. Er verschijnt een dialoog waarin knoopnummers kunnen worden getypt.
3. Vul nummer 2 in gevolgd door de knop OK. Knoop nummer 2 is nu geselecteerd.
4. Start de opdracht opnieuw en vul nu de volgende reeks in: 1-3,5,7-9 en klik weer op OK. De knopen 1, 2, 3, 5, 7, 8 en 9 zijn nu geselecteerd. Het "-" teken betekent "t/m" en de "," betekent "en".
5. Voer dezelfde oefening uit met staven.
6. Voer dezelfde oefening uit met het deselecteren van knopen en staven.

Oefening: Zoomen

De constructie kan worden vergroot en verkleind met de opdracht voor **Zoomen**.



1. Klik op de knop **Zoom in met venster** in het Tekeningvenster.
2. Beweeg de muis naar de tekening. Klik op een willekeurig punt in de tekening, houd de muis ingedrukt en verplaats de muis. Er verschijnt nu een vierhoekig venster. Als de muis wordt losgelaten, wordt dit de uitsnede van de tekening waarop wordt ingezoomd.
3. Verschuif de tekening vertikaal of horizontaal door de schuifbalken te verplaatsen.



4. Klik nu op de knop **Zoom Alles** en de hele constructie wordt weer getoond.
5. Een andere mogelijkheid om in en uit te zoomen is het kiezen van een ander zoompercentage uit de lijst boven in de Constructie-afbeelding.



6. Klik nu weer op de knop **Zoom Alles** en de hele constructie wordt weer getoond.

Profielgrootheden.

In dit hoofdstuk worden drie mogelijkheden behandeld voor het invoeren van de profieleigenschappen. Deze mogelijkheden zijn:

1. Eigenschappen handmatig invoeren.
2. Eigenschappen invoeren aan de hand van geparametriseerde doorsnede vormen.
3. Eigenschappen ophalen uit profielenboek.

Oefening: Profielgrootheden definiëren.

1. Kies de opdracht **Profielgrootheden** in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm. Links boven verschijnt het Definitievenster voor de profieleigenschappen. In dit venster staan de verschillende mogelijkheden voor het invoeren van profieleigenschappen op een manier gelijk aan de Windows verkenner. Door op + of - te klikken kunnen onderdelen open of dicht geklapt worden en wordt meer of minder informatie zichtbaar.
2. Klik op de Rechthoekvorm in de map **Geparameteriseerd**. In het rechter deel van het Definitievenster verschijnt nu een plaatje met de maten die moeten worden opgegeven om de vorm vast te leggen. Deze methode zal veel worden toegepast voor het invoeren van betondoorsneden. De eigenschappen worden door het programma berekend.
3. Klik op de + voor de **ARBED serie** of dubbelklik op de naam. U ziet dat de serie opent en de mogelijke profiel series binnen de **ARBED serie** worden weergegeven. Kies nu voor de **HEA-serie** (met + of dubbelklik)
4. Klik op **HEI80A**. Het profiel is nu gekozen en wordt in het rechterdeel van dit Definitievenster overgenomen. Hier kunt tevens de materiaal kwaliteit aangeven en de hoek waaronder het profiel geplaatst moet worden. (0 graden is om de sterke as en 90 graden is om de zwakke as). Als de profieleigenschappen zijn gedefinieerd in het Definitievenster kunt u deze toekennen aan de staven. Dit kan op twee manieren gebeuren.
5. Aanklikken van de staven in het Tekeningvenster.
6. Selectie maken en daarna toekennen aan de geselecteerde staven.

Oefening: Toekennen door middel van aanklikken.

1. Klik met de muis op de linkerkolom in het Tekeningvenster. De profieleigenschappen worden aan de staaf toegekend en in de tekening bijgeschreven.
2. Klik ook op de rechter kolom.

Oefening: Toekennen door middel van selectie.

1. Klik in het Definitievenster op de - voor de **HEA-serie**. De HEA-serie wordt nu dichtgeklapt.
2. Klap de **IPE-serie** open en kies de **IPE300**.



3. Klik in het Tekeningvenster op de knop **Selecteer staaf**.
4. Klik met de muis links onder de linker dakbalk, hou de muis ingedrukt en verplaats de muis naar rechts boven zodat beide dakbalken volledig binnen de vierhoek vallen. Laat de muisknop weer los. De staven die volledig binnen de vierhoek vallen zijn nu geselecteerd. Deze methode van selecteren is altijd beschikbaar en kan vaak sneller werken dan het een voor een aanklikken van de staven.
5. Klik op de knop **Pas toe op selectie** in het Definitievenster. De profieleigenschappen, zoals op dit moment gedefinieerd in het Definitievenster worden toegekend aan de geselecteerde staven.

Onder in het scherm zijn tijdens de grafische invoer de tabellen met de numerieke invoer automatisch gevuld. Aan de linkerkant is het Tabelvenster te zien met de profieleigenschappen. Via de tabbladen onder in dit venster kunt u schakelen tussen de informatie in deze tabel. Aan de rechterkant is het Tabelvenster te zien met de staven. Achter elke staaf staat een verwijzing naar de tabel met profieleigenschappen.

Staafaansluitingen.

Standaard wordt er van uitgegaan dat er volledige krachtoverdracht plaatsvindt tussen aansluitende staven. Als dit in bepaalde situaties niet het geval is dan kunt u dat door middel van staafaansluitingen aangeven.

Oefening: Staafaansluitingen grafisch invoeren.



1. Kies de opdracht **Staafaansluitingen** in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm. Links boven verschijnt het Definitievenster voor de Staafaansluitingen.
2. Bovenin staan een aantal knoppen waarmee veel voorkomende staafaansluitingen gekozen kunnen worden. N/V/M overdracht staat standaard op Vast.



3. Klik op de knop **Scharnier** in het Definitievenster.
De instelling voor momentoverdracht wordt nu op Vrij gezet terwijl N en V op Vast blijven staan.
4. Beweeg met de muis naar het midden van de rechter dakbalk.
Deze staaf wordt nu geheel rood wat betekent dat het scharnier aan beide zijden van de staaf wordt geplaatst als u op de staaf klikt.
5. Beweeg met de muis naar het linker einde van de rechter dakbalk.
Alleen het linker deel van de staaf wordt nu rood wat betekent dat het scharnier alleen aan de linkerkant van de staaf zal worden aangebracht.
6. Klik met de muis op het linker einde van de rechter dakbalk.
Het scharnier is nu geplaatst. Onder in het scherm zijn tijdens de grafische invoer de beide Tabelvensters automatisch gevuld met de numerieke gegevens van de staafaansluitingen en de staven. Achter elke staaf staat een verwijzing naar de tabel met de staafaansluitingen. De volgende oefening behandelt het veranderen van de verwijzing in de tabel.

Oefening: Staafaansluitingen wijzigen via tabel.

1. Ga met de muis naar het Tabelvenster **Staven** en selecteer het veld van staaf S4 (de staaf waar het scharnier is aangebracht) in de kolom **Aansl. E.**
In deze kolom staat de verwijzing naar A2 in het Tabelvenster **Staafaansluitingen**. In deze tabel is A2 gedefinieerd als een scharnier waarbij geen moment wordt overgedragen.
2. Verander de verwijzing van A2 naar A1 en verlaat het veld via de <Enter>-toets.
Het volstaat om alleen de 1 in te toetsen en de A weg te laten. In het Tekeningvenster ziet u dat het scharnier in de nok nu niet meer aanwezig is. In het Tabelvenster **Staafaansluitingen** is A1 namelijk gedefinieerd als een volledige krachtoverdracht.
3. Zet de verwijzing in het Tabelvenster **Staven** weer terug naar A2.
In de tekening ziet u het scharnier weer terugkomen.

Excentriciteiten.

Via Excentriciteiten introduceert u oneindig stijve staafdelen. Het begin- en eindpunt van een staaf kan worden verlegd via het opgeven van een excentriciteit. Het deel tussen de oorspronkelijk positie en de nieuwe positie wordt in de berekening als oneindig stijf verwerkt. Excentriciteiten worden (volgens het lokale assenstelsel) in de X'-richting of de Z'-richting ingegeven. Excentriciteiten in de X'-richting worden altijd absoluut, dus als staafverkortening geïnterpreteerd.

Oefening. Excentriciteiten definiëren.



1. Kies de opdracht **Excentriciteiten** in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm. Links boven verschijnt het Definitievenster voor de Excentriciteiten. In dit venster kunt u de Excentriciteiten in de X'- en Z'-richting ingeven.
2. Geef in X'-richting de waarde 0.2 in. U ziet in het figuur de oneindig stijve staafdelen getekend worden.
3. Geef in Z'-richting ook 0.2 in. U ziet een excentriciteit loodrecht op de staaf getekend. Volgens het lokale assenstelsel is +0.2 naar beneden.
Wijzig de waarde in -0.2 en zie de excentriciteit naar boven veranderen.
4. In dit oefenvoorbeeld worden Excentriciteiten verder niet toegepast.

Opleggingen.

Via opleggingen definieert u de randvoorwaarden van de opleggingen van de constructie.

Oefening. Opleggingen definiëren.



1. Kies de opdracht **Opleggingen** in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm.
Links boven verschijnt het Definitievenster voor de Opleggingen. In dit venster kunt u voor elke verplaatsingsrichting aangeven of deze wel of niet wordt vastgehouden of dat er sprake is van een verende oplegging. Tevens kan voor enkele typen opleggingen in dit venster de hoek van een oplegging worden ingegeven.



2. Klik op de knop **Inklemming** in het definitievenster.
De richtingen X, Z en Yr worden nu automatisch op Vast gezet.
3. Klik in het Tekeningvenster op de knoop onder de linker kolom.
Onder de linker kolom wordt nu de Inklemming geplaatst.



4. Klik in het Definitievenster op **Scharnierende Vaste Oplegging**.
Wijzig de instelling Vrij bij Yr in Veer en vul een veerwaarde van 10000 in. De eenheden voor de veerwaarde vindt u onderin op de statusregel van MatrixFrame. Door gaans kN en meter.
5. Klik in het Tekeningvenster op de knoop onder de rechter kolom.
Onder de rechter kolom wordt nu een verende inklemming geplaatst overeenkomstig de instellingen in het Definitievenster.
6. In het Tabelvenster worden de opleggingen getoond.
Wijzig van de inklemming de waarde van Yr=Vast in Yr=0 gevolgd door Enter. U ziet het symbool in het Tekeningvenster wijzigen. Verander de waarde vervolgens in 20000. U ziet de rotatieveer aan het symbool toegevoegd worden. Verander tot slot de waarde door een "V" in te tikken en Yr is weer Vast.

Lasten en Belastingscombinaties.

Alle gegevens die betrekking hebben op lasten en belastingscombinaties zijn opgenomen in het hoofdstuk lasten. Dit hoofdstuk kent de volgende opdrachten.



Lastengenerator. Hiermee kunnen lasten volgens een norm gegenereerd worden.



Gewichtsberekening. Hiermee kunnen berekeningen als spreadsheet worden opgesteld om lastwaarden te bepalen. De Lastengenerator stelt deze gewichtsberekening automatisch op die u naar eigen inzicht kunt aanpassen.



Last definitie. Met deze opdracht kunt u rechtstreeks lasten invoeren op knopen en staven. De Lastengenerator stelt deze lasten automatisch op.



Belastingscombinaties. Deze opdracht stelt u in staat combinaties te definiëren. Ook de combinaties kunnen automatisch door de Lastengenerator bepaald worden. Hieronder wordt stilgestaan bij de Last Definitie en de Belasting Combinaties. De Lastengenerator en Gewichtsberekening komen in een apart hoofdstuk aan de orde.

Last definitie

In de volgende oefeningen staan we stil bij het definiëren van lasten.

Oefening: Lasten grafisch invoeren.



1. Kies het hoofdstuk **Lasten** in de werkbalk boven in het scherm.
Links verschijnt de werkbalk met de opdrachten van het hoofdstuk **Lasten**.



2. Kies de opdracht **Lastdefinitie** in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm.
Links boven verschijnt het Definitievenster en onderin het scherm het Tabelvenster voor de lasten. In het Definitievenster staan boven in knoppen waarmee het lasttype gekozen kan worden. Onder deze knoppen bevinden zich de invoervelden waarmee het belastingsgeval, de waarde, de positie en de richting van de last gedefinieerd wordt. Afhankelijk van het gekozen lasttype zullen meer of minder velden toegankelijk zijn.



3. Klik op de knop **Eigengewicht** in het Definitievenster.
U ziet dat de invoervelden die niet relevant zijn voor de definitie van het eigen gewicht grijs zijn. Deze velden hoeft u niet in te vullen. Bij het veld **B.G.** wordt automatisch BG1 (belastingsgeval 1) voorgesteld. De vermenigvuldigingsfactor van het eigengewicht in het veld **Waarde** staat automatisch op 1. De richting staat op Globaal Z".
4. Kies een belastingsgeval omschrijving in het veld naast het belastingsgeval nummer (BG1) door op het drop down pijltje in dit veld te klikken. Er verschijnt nu een lijst met standaard belastingsgeval omschrijvingen.
5. Klik op de omschrijving Permanente bel.
6. Klik in het Tekeningvenster en selecteer in een keer alle staven met de toetscombinatie **Ctrl+a**, klik daarna in het Definitievenster voor **Pas toe**
Het eigen gewicht van de gekozen staalprofielen wordt nu als last aan de betreffende staven toegekend. Ook in het Tabelvenster worden de belastingen toegevoegd. Het eigen gewicht van de staven is ingevoerd in belastingsgeval 1. In belastingsgeval 2 wordt nu een q-last toegevoegd op beide dakbalken.



7. Klik op de knop **Gelijkmatige belasting** in het Definitievenster.
8. Klik in het veld **B.G.** op het dropdown pijltje en kies Nieuw.
belastingsgeval 2 wordt aangemaakt en het Tekening- en Tabelvenster worden hierop ingesteld. In het Tabelvenster wordt elk belastingsgeval in een apart tabblad opgenomen.
9. Kies voor de belastingsgeval omschrijving Sneeuwbelasting.
10. Vul bij **Waarde Begin** 3 in.
11. Kies voor de richting van de last **Geprojecteerd Z**.
Afhankelijk van de richting die u kiest verandert de tekening van de last in het Definitievenster zodat volledig duidelijk is hoe de last op de staaf wordt geplaatst.
12. Klik in het Tekeningvenster de beide dakbalken aan.
De last wordt op de constructie geplaatst en opgenomen in het Tabelvenster.
In belastingsgeval 3 wordt een knooplast ingevoerd.



13. Klik op de knop **Knooplast** in het Definitievenster.
14. Klik in het veld **B.G.** op het dropdown pijltje en kies Nieuw.
15. Naast een keuze uit de dropdown lijst kunt u ook een willekeurige tekst invoeren voor de omschrijving van het belastingsgeval.

- Tik bij de omschrijving van het belastingsgeval "knooplast" in.
16. Vul bij **Waarde Begin** 6 in.
 17. Kies voor de richting van de last X.
Afhankelijk van de richting die u kiest verandert de tekening van de last in het Definitievenster.
 18. Klik in het Tekeningvenster op de knoop links boven.
De last wordt op de constructie geplaatst en opgenomen in het Tabelvenster.
 19. Verander de lastwaarde in het Definitievenster in 3.
 20. Klik in het Tekeningvenster op de knoop rechts boven.
De last wordt op de constructie geplaatst en opgenomen in het Tabelvenster.
In de voorgaande oefeningen heeft u lasten op knopen en staven geplaatst door deze aan te klikken in de tekening. Ook hier kan gebruik gemaakt worden van de mogelijkheid om eerste staven of knopen te selecteren en de last aan deze selectie toe te kennen door middel van de knop **Pas toe op selectie** in het Definitievenster.

Oefening: Lasten via tabel invoeren.

Lasten kunnen naast de grafische invoer ook via het Tabelvenster ingevoerd worden.

1. Klik in het Tabelvenster op het tabblad **BG3** en daarna op een willekeurig veld in de tabel. In de tabel worden nu de lasten van belastingsgeval 3 getoond.
2. Voer in de onderste regel van de tabel (de regel met een sterretje ervoor) in de kolom **Type** de letter F in en druk op de Enter-toets. De verschillende lasttypen kunt u ook kiezen uit de dropdown lijst in dit veld. De dropdown lijst klapt u open door helemaal rechts in het veld te klikken.
3. Vul achtereenvolgens in de tabel in: voor **Beginwaarde** 4, voor **Beginafstand** 1, voor de **Richting** Z' en voor de **Staaft/Knoop** het staafnummer van de linker dakbalk. Tijdens het invoeren van de nieuwe last in de tabel zijn de invoergegevens automatisch overgenomen in het Definitievenster. Als er meerdere staven of knopen zijn waarop dezelfde last moet worden toegepast kunt u direct doorgaan met de grafisch invoer. De grafische invoer is altijd overeenkomstig de instellingen in het Definitievenster.

Oefening: Lasten samenvoegen.

1. Klik in het Tabelvenster op het tabblad **BG1** om de lasten van Belastingsgeval 1 weer te geven. Zie dat voor elke last per staaf een regel wordt gebruikt.
2. Dubbelklik met de muis op de grijze kolomkop Staaf/Knoop.
3. Gelijkwaardige lasten die op meerdere staven voorkomen worden nu op 1 regel samengevoegd.
4. Door weer dubbel te klikken op de kolomkop maakt u het samenvoegen weer ongedaan (expanderen).
5. Deze opdracht kan ook als volgt worden gegeven:
Maak BG1 actief door met de linker muistoets op het tabblad te klikken
Klik vervolgens met de rechter muistoets op het tabblad.
Kies voor de opdracht **Samenvoegen** of **Expanderen**

Oefening: Lasten verwijderen.

Het verwijderen van lasten vindt plaats vanuit de Tabelvensters.

1. Klik in het Tabelvenster op het tabblad **BG1** om de lasten van Belastingsgeval 1 weer te geven.
2. Klik met de muis in de meest linker kolom op de eerste regel. (de grijze kolom waarin het zwarte driehoekje staat) De regel is nu geselecteerd en krijgt een zwarte achtergrond. In het Tekeningvenster wordt de bij deze regel behorende last rood getekend zodat u direct een visuele controle heeft of u de juiste last geselecteerd heeft.
3. Druk nu op de Delete-toets. De last wordt uit de tabel en de tekening verwijderd.

Oefening: Lasten kopiëren.

1. Selecteer één of meerdere regels met lasten in de tabel. U kunt hierbij gebruik maken van de Shift en/of Ctrl-toets om meerdere regels te selecteren. Kies daarna voor de opdracht **Kopieer** of kies voor **Ctrl-c**.
2. Ga naar de eerste lege regel in de Tabelvenster voor de lasten en maak de cel **type** actief door er met de muis op de klikken. Dit mag ook een regel in een ander of een nieuw belastingsgeval zijn. Kies daarna voor de opdracht **Plakken** of **Ctrl-v**. De regels worden nu gekopieerd.

Oefening: Belastingsgeval kopiëren.

1. Klik in het Tabelvenster met de linker muistoets op het tabblad **BG1** om Belastingsgeval 1 actief te maken.
2. Klik nu met de rechter muistoets op het tabblad **BG1** en kies voor **Kopieer belastingsgeval**
3. Klik met de linker muistoets op een nieuw tabblad om deze actief te maken.
4. Klik met de rechter muistoets op hetzelfde tabblad en kies voor **Plakken belastingsgeval**. Er wordt nu een kopie van alle lasten in het nieuwe belastingsgeval geplaatst.
5. Indien gewenst kan de naam van het gekopieerde belastingsgeval worden gewijzigd door nogmaals met de rechter muistoets op het tabblad te klikken en te kiezen voor **Hernoem**. Typ de nieuwe naam in van het belastingsgeval gevolgd door **Enter**. De naam is nu gewijzigd of toegekend.

Oefening: Belastingsgeval verwijderen.

1. Klik in het Tabelvenster op het tabblad BGI om de lasten van Belastingsgeval 1 weer te geven.
2. Klik nu met de rechter muistoets op het tabblad BGI en kies met de linker muistoets voor **Verwijder**. Het belastingsgeval wordt nu verwijderd, inclusief alle lasten in dat belastingsgeval.
3. Indien er reeds belastingcombinaties ingevoerd zijn, worden de effecten van het verwijderde belastingsgeval correct verwerkt.

Oefening: Lasten wijzigen.

Lasten wijzigen vindt plaats in de Tabelvensters.

1. Klik in het Tabelvenster op het tabblad **BG2**. In de tabel worden nu de lasten van belastingsgeval 2 getoond.
2. Verander de lastwaarde op de eerste regel in de kolom **Beginwaarde** in 5 en druk op de Enter-toets. In het Tekeningvenster wordt de bij deze regel behorende last direct aangepast aan de nieuwe waarde.
3. Verander de lastwaarde op de eerste regel in de kolom **Eindwaarde** in 5 en druk op de Enter-toets. De oorspronkelijke q-last van 3 kN is nu veranderd in een q-last van 5 kN.
4. Verander de afstand op de eerste regel in de kolom **Beginafstand** in 1 meter en druk op de Enter-toets. De q-last wordt nu een q-last werkend over een deel van de staaf, beginnend op 1 meter.
5. Verander de afstand op de eerste regel in de kolom **Eindafstand** in 20 meter en druk op de Enter-toets. De waarde in dit veld wordt nu rood weergegeven. Dit betekent dat de waarde ongeldig is en moet worden aangepast. In de tekening ziet u dat de last over de staaf heen steekt.
6. Verander de afstand op de eerste regel in de kolom **Eindafstand** in L en druk op de Enter-toets. De last werkt nu weer tot het einde van de staaf. Als u de lengte van de staaf niet kent en de last tot het einde van de staaf wilt laten werken dan vult u bij de **Eindafstand** letter "L" in. Beweeg vervolgens de muis naar de letter "L". U ziet nu de lengte in een Tooltip weergegeven.
7. Verander achtereenvolgens de richting op de eerste regel in de kolom **Richting** in Z, Z' en Z" en bekijk in de tekening hoe de last wordt aangepast. U dient altijd Enter (of Tab) te geven waarna de invoer wordt verwerkt.
8. Maak een van de belastingsgevallen actief door op het tabblad te klikken. Klik vervolgens nogmaals op hetzelfde tabblad maar nu met de rechter muisknop. U kunt nu belastingsgevallen verwijderen en hernoemen. Indien u een belastingsgeval verwijderd, worden de overige belastingsgevallen automatisch hernummerd.

Belastingscombinaties

De afzonderlijke belastingsgevallen kunnen met elkaar gecombineerd worden door het definiëren van belastingscombinaties. Deze kunnen door de gebruiker zelf worden gedefinieerd of door de combinatiegenerator samengesteld worden.

Oefening: Belastingscombinaties invoeren.

1. Kies de opdracht **Belastingscombinaties** in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm. Onder in het scherm verschijnt het Tabelvenster voor de invoer van de combinaties. Indien u beschikt over de optie Lastengenerator en/of combinatiegenerator verschijnt er linksboven tevens een definitievenster voor het automatisch genereren van belastingscombinaties. De verschillende combinatie categorieën zijn elk ondergebracht in een tabblad.
3. Het eerste tabblad is **Belastingsgeval typen**. Indien u niet beschikt over de optie Lastengenerator of Belastingscombinatie generator kunt u doorgaan naar punt 2.
In deze tabel wordt getoond:
 - a) Kolom met de **Naam** van het belastingsgeval
 - b) Kolom met het **Type** van het belastingsgeval
 - c) In geval van het type Veranderlijk een kolom voor **Categorie, Niveau en Veld**
 In de kolom **Categorie** kan gekozen worden volgens welk normartikel de veranderlijke belasting moet worden toegepast. Vervolgens kunnen belastingsgevallen met representatieve lasten worden samengesteld tot combinaties. Met het veld **Niveau** wordt bepaald welke representatieve belastingsgevallen met elkaar moeten worden gecombineerd. Met veld wordt bepaald welke velden binnen een niveau moeten worden onderscheiden. Zie voorbeeld mx6702_3.mxf in de map **sample**. In dit voorbeeld zijn drie staven die de verdiepingvloer vormen en drie staven die het dak vormen. Bekijk hoe hier de niveaus en velden zijn gedefinieerd om een de belastingscombinaties correct te kunnen genereren.
4. Kies het tabblad **Fundamenteel** in het Tabelvenster. In de tabel staan aan de linkerkant de belastingsgevallen onder elkaar. Het hernoemen van belastingsgevallen kan ook in deze kolom plaatsvinden. Horizontaal worden de combinaties weergegeven. Op het snijpunt van een belastingsgeval en combinatie wordt de belastingscombinatie factor ingevuld.
5. Voer in de bovenste regel in de kolom **Nieuw** de waarde 1.2 in en druk op de Enter-toets. De tekst in de kolomkop verandert nu in **F.C. 1**, (Fundamentele Combinatie 1) Zie nu in het Tekeningvenster dat het belastingsgeval getekend wordt en dat de representatieve lastwaarden nu vermenigvuldigd zijn met de belastingscombinatie factoren.
4. Voer in de kolom **F.C. 1** ook voor de andere belastingsgevallen een factor in.
5. Voer in de kolom **Nieuw** op de bovenste regel een factor in en druk op de Enter-toets. Fundamentele combinatie 2 wordt nu aangemaakt en de factoren voor de andere belastingsgevallen kunnen in deze kolom worden ingevuld. De invoer van de combinaties voor de andere combinatie categorieën werkt op dezelfde manier. Via het tabblad kunt u de betreffende categorie kiezen.

Oefening: Belastingscombinaties verwijderen.

1. Kies het tabblad **Fundamenteel** in het Tabelvenster.
2. Klik met de muis op de kop van de kolom (dus op de tekst F.C. 1)
3. Druk op de **Delete**-toets. De combinatie wordt nu verwijderd en de andere combinaties schuiven een kolom naar links op.

Het invoeren van de geometrie, de belasting en de combinaties heeft u in de voorgaande oefeningen leren kennen. De belangrijkste aspecten nog even samengevat.

- ! De invoer van de geometrie en de lasten zijn elk ondergebracht in een afzonderlijk hoofdstuk, deze kiest u in de werkbalk boven in het scherm.
- ! Elk hoofdstuk heeft een aantal opdrachten welke in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm gekozen kunnen worden.
- ! Bij nagenoeg elke opdracht volgt links boven in het Definitievenster waarin u de invoergegevens definieert voor de grafische invoer. Doorgaans staan boven in het Definitievenster knoppen waarmee veel voorkomende instellingen in een keer gekozen kunnen worden.
- ! Rechts bovenin staat altijd het Tekeningvenster waarin u gegevens grafisch kunt invoeren. De grafische invoer is altijd overeenkomstig de informatie in het Definitievenster.
- ! Onder in het scherm staan de tabellen met de numerieke informatie die automatisch gevuld worden door de grafische invoer. In de tabellen kunt u numeriek informatie toevoegen, wijzigen en verwijderen.

Oefening: Combinatiegenerator

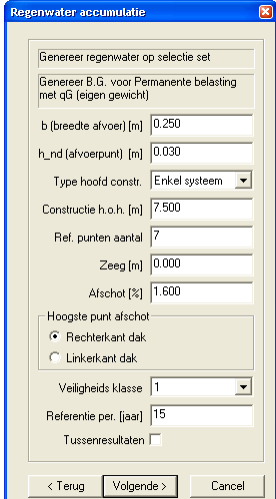
1. Met de Combinatiegenerator kunnen alle belastingcombinaties worden gegenereerd op basis van gebouwtype.
 2. Open het project Mx_combinatiegenerator.mxf uit de map **Samples**.
 3. Kies voor het hoofdstuk **Lasten**  en vervolgens voor de opdracht **Belastingcombinaties** . Er verschijnt linksboven het dialoog waarin de randvoorwaarden ten behoeve van de generatie van de combinaties.
 4. Kies bij gebouwtype voor woongebouw.
 5. De referentietijd en veiligheidsklasse schakelt met de keuze van het gebouwtype, maar kan door de gebruiker worden beïnvloed.
 6. Kies nu voor het tabblad **B.G. Type** in het tabelvenster.
 7. Kies in de kolom **B.G. Type** bij BG1 voor *Veranderlijk* en in de kolom **Lastcategorie** voor *NEN6702#8.2.2.1d (Vloer-publiek)*.
 8. Doe hetzelfde voor BG 2 t/m BG 4
 9. Voer in de kolom Veld het betreffende veld in waarop het BG van toepassing is:
- | Label | Omschrijving | B.G. Type | Ong./Gunst. | Lastcategorie | Niveau | Veld |
|-------|--------------|--------------|-------------|----------------------------------|--------|------|
| BG1 | VB veld 1 | Veranderlijk | | NEN6702#8.2.2.1d (Vloer-publiek) | 1 | 1 |
| BG2 | VB veld 2 | Veranderlijk | | NEN6702#8.2.2.1d (Vloer-publiek) | 1 | 2 |
| BG3 | VB veld 3 | Veranderlijk | | NEN6702#8.2.2.1d (Vloer-publiek) | 1 | 3 |
| BG4 | VB veld 4 | Veranderlijk | | NEN6702#8.2.2.1d (Vloer-publiek) | 1 | 4 |
10. Kies nu voor de knop **Genereer** om de belastingcombinaties te laten genereren.
 11. Kies vervolgens in het scherm Constructie-afbeelding voor fundamenteel en selecteer in het vakje er naast F.C.1. in de constructie afbeelding wordt nu de combinatie getoond. Kies nu voor F.C.2 en verder.

Oefening: Mobiele belastingen

1. Met de **Mobiele lastengenerator** kunnen laststelsels over één of meerdere staven worden gegenereerd om bijvoorbeeld kraanbanen of bruggen te dimensioneren. In deze oefening wordt dit onderwerp stap voor stap doorlopen.
2. Open het project Mx_mobielelasten.mxf uit de map **Samples**.
3. Kies voor het hoofdstuk **Lasten**  en vervolgens voor de opdracht **Mobiele lastengenerator** . Er verschijnt een dialoog waarin laststelsels kunnen worden samengesteld en op een reeds ingevoerd constructie gegenereerd.
4. Voer bij omschrijving in: Vrachtauto.
5. Klik met de muis de eerste cel aan onder **Lastwaarde**. Voer de waarde 15 kN in en ga met de TAB-toets naar de volgende cel. De afstand van deze last staat default op 0. Laat dit staan en ga met TAB naar de volgende cel.
6. Voer nogmaals lastwaarde 15 kN in en voer bij de afstand 1.5 meter in.
7. Voer lastwaarde 20 kN in voer bij de afstand 4.5 meter in.
8. Het laststelsel van deze oefening is nu compleet en wordt als voorbeeld gevisualiseerd. Indien gewenst, kan dit laststelsel via de knop **Opslaan** en **Open** worden bewaard in een bibliotheek met laststelsels.
9. Om het laststelsel op staven te kunnen genereren, moet een selectie van staven worden gemaakt. Druk op de knop **Selecteer** en selecteer met de muis de staven 1 t/m 3. Druk nogmaals op dezelfde knop (Stop selectie) en de selectieset is compleet. Indien gewenst, kunnen de staafnummers ook als reeks worden ingetypt.
10. Als interval kan worden gekozen voor een n aantal stappen of een intervalafstand. Het aantal benodigde stappen wordt dan automatisch gegenereerd. We kiezen voor **shift afstand** en voeren 1 meter in.
11. Kies voor genereer. Er worden nu vele belastingsgevallen gegenereerd voor elke positie. Merk op dat de staven niet verplicht in elkaars verlengde moeten liggen. De afstanden worden langs de staaf uitgezet en doorgeteld op aansluitende staven. Bij een nieuwe staaf wordt dus niet opnieuw geteld.
12. Kies nu voor de opdracht **Belastingscombinaties**  en vervolgens op de knop **Genereer** om alle belastingscombinaties te laten genereren. Wijzig indien gewenst de instellingen. Indien u niet over de generator beschikt, dienen de combinaties handmatig te worden ingevoerd.
13. Kies vervolgens voor **Berekening** en bekijk daarna de **Resultaten**, zowel de omhullende krachtswerkingen als de resultaten per belastingscombinatie.
14. Indien aansluitend voor een normtoetsing wordt gekozen, worden alle belastingscombinaties in de normberekening verwerkt.

Oefening: Wateraccumulatie 2D

1. Met de **generator Wateraccumulatie** wordt het belastinggeval gegeneerd welke overeenkomt met de belasting ten gevolge van de regenwater op het dak in de evenwichtssituatie.
2. Open het project Mx_portaal_wateracc.mxf uit de map **Samples**.
3. Ga naar de hoofdfunctionaliteit **Lasten**
4. Kies nu voor **Construeer – selectie – Selecteer staaf en plaats staaf**
5. Selecteer staaf s1 en s2 doormiddel van een window door van linksboven naar rechtsboven een raam te trekken. De staven behoeven aan de selectie als ze rood gekleurd zijn.
6. Kies nu voor de knop **regenwateraccumulatie**  aan de linkerkant van het scherm
7. **b** staat voor de gemiddelde breedte van de noodafvoer per stramien in meters. Dus als het spant h.o.h. 5 m staat en de totale lengte van het dakvlak wat afwatert op een afvoer van 300 mm is 15 meter dan is de in te voeren waarde van de breedte gelijk aan $0.300/15 \times 5 = 0.100$ m.
8. **h_nd** is de hoogte van de noodafvoer boven het dakvlak of dakrand, zie artikel 8.7.1.5, NEN6702.
9. **Type hoofdconstructie**
enkel systeem 3D effecten als gordingen en dakplaten worden niet in rekening gebracht.
Bij de volgende drie mogelijkheden kunnen de 3D effecten uit gordingen en dakplaten worden meegenomen:
l veld
eindveld
meervelds
Kies voor enkel systeem.
10. **ref.punten aantal:** hiermee kan de nauwkeurigheid van de opbouw van de belasting worden beïnvloed.
11. Druk de knop **Volgende** en de berekening wordt gestart.
12. Ga nu naar het knopje **Lasten** en de evenwichtssituatie van het iteratieproces wordt getoond.



Regenwater accumulatie

Genereer regenwater op selectie set

Genereer B.G. voor Permanente belasting met qG (eigen gewicht)

b (breedte afvoer) [m] 0.250

h_nd (afvoerpunt) [m] 0.030

Type hoofd constr. Enkel systeem

Constructie h.o.h. [m] 7.500

Ref. punten aantal 7

Zeeg [m] 0.000

Afshot [%] 1.600

Hoogste punt afshot

☒ Rechterkant dak

☐ Linkerkant dak

Veiligheids klasse 1

Referentie per. [jaar] 15

Tussenresultaten ☐

< Terug Volgende > Cancel

Oefening: Wateraccumulatie 3D

1. Open opnieuw het project Mx_portaal_wateracc.mxf uit de map **Samples** en doorloop de punten 3 t/m 8.
9. Kies nu bij type hoofdconstructie voor **I veld**; het volgende scherm verschijnt:
10. De stijfheid van de dakplaten wordt opgegeven doormiddel van de **EI** in kNm^2
11. Kies nu voor volgende. De berekening wordt nu uitgevoerd. Onderhuids wordt een 3D model gebouwd en doorgerekend, de resultaten worden teruggeschreven in het 2D model.

Regenwater accumulatie; 3e dimensie

Gording aantal	8
Gording profiel	HE300A
Gording zeeg [m]	0
Stijfheid dakplaten EI	0.016
Breedte dakplaat	1.000
Perm.bel. dak	0.000

< Terug Volgende > Cancel

Oefening: Werken met het rekenblad (handmatig)

1. Het rekenblad is een spreadsheet-achtige omgeving waarin berekeningen van lasten kunnen worden gemaakt. De berekende lasten kunnen vervolgens aan de constructie worden toegekend. Indien gewenst, kan de berekening in meerdere tabbladen worden ingevoerd. Dit is niet verplicht.
2. Zorg er eerst voor dat een constructie ingevoerd is. Een eenvoudige ligger volstaat voor deze oefening.
3. Onderstaande oefening heeft het volgende invoerresultaat:

Index	Omschrijving	Berekening	Waarde	Eenheden
C1	overspanning	2.2+3.2	5.40	
p1	betonvloer	3.6	3.60	[kN/m²]
p2	afwerklaag	0.1	0.10	[kN/m²]
p3	totaal vloerbelasting	p1+p2	3.70	[kN/m²]
q1	vloerbelasting op ligger	p3*c1	19.98	[kN/m]
q2	willekeurig voorbeeld (fictieve last)	p3/c1*pi*cos(20)+p2^2	2.03	[kN/m]
F1	puntlast op ligger	40	40.00	[kN]

4. Ga naar **rekenblad**
5. Vul in het eerste index-veld in "c" gevolgd door enter. De "c" staat voor constante. MatrixFrame plaats er automatisch het eerstvolgende indexnummer achter.
6. Vul bij omschrijving in: "Overspanning"
7. Vul bij berekening in: "2.2 + 3.2"
8. De waarde 5.40 wordt nu berekend en in het veld Waarde geplaatst.
9. Vul op de volgende regel bij index "p" in. De "p" staat voor een belasting per m^2 . Dit wordt automatisch gewijzigd in p1.
10. Vul bij omschrijving in: "betonvloer"
11. Vul bij berekening in: "3.6"
12. Vul op de volgende regel bij index "p" in. Dit wordt automatisch gewijzigd in p2.
13. Vul bij omschrijving in: "afwerklaag"
14. Vul bij berekening in: "0.1"
15. Vul op de volgende regel bij index "p" in. Dit wordt automatisch gewijzigd in p3.
16. Vul bij omschrijving in: "totale vloerbelasting"
17. Vul bij berekening in: "p1 + p2". Het totaal van deze waarden wordt berekend en weergegeven.
18. Vul op de volgende regel bij index "q" in. De "q" staat voor een lijnlast. Dit wordt automatisch gewijzigd in q1.
19. Vul bij omschrijving in: "vloerbelasting op ligger"
20. Vul bij berekening in: "p3*c1". De waarde wordt berekend en weergegeven.
21. Alternatief: Een kortere notatie had kunnen zijn: $q1 = c1 * (p1 + p2)$
22. Vul op de volgende regel bij index "q" in. Dit wordt automatisch gewijzigd in q2.
23. Vul bij omschrijving in: "willekeurig voorbeeld". Hierna wordt een fictieve last bepaald om te laten zien dat het rekenblad over een volledige wetenschappelijke calculator beschikt.
24. Vul bij berekening in: "p3/c1*pi*cos(20)+p2^2". De waarde wordt berekend en weergegeven.
25. Vul op de volgende regel bij index "F" in. De "F" staat voor een puntlast. Dit wordt automatisch gewijzigd in F1.
26. Vul bij omschrijving in: "puntlast op ligger"
27. Vul bij berekening in: "40". Deze waarde hoeft verder niet te worden berekend, maar wordt wel getoond in het veld waarde.

28. Ga vervolgens naar de opdracht **Lasten** om de berekende lasten toe te kennen aan de constructie.
29. Kies voor het type **gelijkmatige belasting** , kies voor een nieuw belastingsgeval en kies als naam van het belastingsgeval **Permanente belasting**
30. Vul bij waarde nu niets in maar klik op het pijltje naar beneden dat ernaast zit. Er verschijnt nu een overzicht van de in het rekenblad beschikbare lasten.

Belastingsgeval	BG1	Permanente bel.
Begin		Eind
Waarde	q1	q1
Afstand	q1 vloerbelasting op ligger	19.98
	q2 willekeurig voorbeeld (fictieve last)	2.03

31. Selecteer q1 en klik vervolgens op een staaf om deze toe te kennen.
32. Kies voor een nieuw belastingsgeval en herhaal voorgaande stap voor q2.
33. Het resultaat is dat q1 in belastingsgeval 1 is geplaatst en q2 in belastingsgeval 2.
34. Als u de puntlast op dezelfde wijze aan de constructie wilt toekennen, dient u eerst voor het lasttype **staaflast** (of knooplast) te kiezen. Daarna verschijnt in de lijst:

Belastingsgeval	BG3	
Begin		Eind
Waarde	F1	
Afstand	F1 puntlast op ligger	40.00

35. Bekijk de constructie-afbeelding en zie dat de lasten inclusief berekende waarden worden getoond. Ga ook met de muis naar de tabel en houd de muiscursor stil boven de waarden q1. In een tooltip wordt de waarde getoond.
36. Hierna kunnen op de gebruikelijke wijze belastingscombinaties gemaakt en de berekening worden uitgevoerd. Dit laten we in deze oefening verder buiten beschouwing.
37. Stel nu dat in het rekenblad een wijziging moet worden doorgevoerd.
38. Ga hiervoor terug naar de opdracht **rekenblad** .
39. Wijzig één van de waarden. Bijvoorbeeld de overspanning wordt 4.4 en de betonvloer wordt 3.2. Zie dat alle waarden en berekeningen opnieuw bepaald worden.
40. Ga naar vervolgens naar de opdracht **Lasten**  en zie dat zowel in de constructie-afbeelding en in de tooltip bij de muiscursor de nieuwe waarden worden getoond.

Oefening: Werken met het rekenblad (met bibliotheken)

1. Voordat deze oefening gedaan kan worden, is het wenselijk dat de oefening **Werken met het rekenblad (handmatig)** is doorlopen.
2. Het rekenblad is uitgerust met een tweetal bibliotheken. Een bibliotheek met bouwmaterialen en bouwelementen met eigen gewichten. En een bibliotheek met veranderlijke belasting volgens de NEN6702.
3. Voer opnieuw een constructie in. Ook in deze oefening volstaat een eenvoudige legger.
4. Kies voor de opdracht **rekenblad** .
5. Aan de bovenzijde van het rekenblad staan de knoppen voor het openen van de twee bibliotheken.
6. Kies voor de bibliotheek **permanente belasting** . Er verschijnt nu een lijst met beschikbare materialen en elementen.
7. Wijs een regel aan en klik op OK. Een dubbelklik op een regel is ook mogelijk. De regel uit de bibliotheek wordt in het rekenblad ingevoegd.
8. De index is nu Pp1. "P"=belasting per m². "p"=permanent. "1"=volgnummer.
9. De index Pp1, Pp2, etc. kunnen vervolgens op dezelfde wijze worden toegepast binnen berekeningen zoals beschreven in de vorige oefening.
10. De bibliotheek kan worden gewijzigd via het menu "Extra - Lastengenerator - Elemententabel". Regels kunnen worden gewijzigd. Onderaan de tabel kunnen regels worden toegevoegd. De laatste kolom "Groep" is alleen van belang voor de lastengenerator. Zie hiervoor de betreffende oefening.
11. Kies voor de bibliotheek **veranderlijke belasting** . Er verschijnt nu een dialoog met waarbij volgens de NEN6702 achtereenvolgens gekozen kan worden: "Gebouwtype en constructietype". Bij constructietype dak verschijnt daarna "dakhelling" en bij verdiepingvloer verschijnt "categorie". Wanneer de juiste keuzes zijn gemaakt, verschijnt de waarde van de veranderlijke belasting in het laatste veld.
12. Klik op OK. De veranderlijke last wordt in het rekenblad geplaatst.
13. In het veld berekening wordt het normartikel als een functie getoond, inclusief de ingevulde parameters.
14. De index Pr1, Pr2, etc. kunnen vervolgens op dezelfde wijze worden toegepast binnen berekeningen zoals beschreven in de vorige oefening.

MatrixFrame Lastengenerator NEN 6702

In dit hoofdstuk wordt de werking van de Lastengenerator behandeld. Het doel van de Lastengenerator is een groot deel van de lasten die op de constructie werken te genereren volgens een bepaalde norm. In dit geval volgens de NEN6702. Uiteraard moet u het generatieproces van de nodige informatie voorzien om de resultaten te verkrijgen die u wenst. De informatie wordt in een aantal stappen ingevoerd en gecontroleerd. Deze stappen zijn:

1. Bepalen van de te genereren lasten.
2. Invoeren van de uitgangswaarden.
3. Uitgangswaarden toekennen aan staven.
4. Gewichtsberekening controleren.
5. belastingsgevallen controleren.
6. Combinaties controleren.

De laatste drie stappen bevatten informatie die door de Lastengenerator is gegenereerd. De generator werkt volgens vaste regeltjes en kent geen constructief inzicht. Het is daarom belangrijk het resultaat te controleren en daar waar u zaken constructief anders wilt benaderen, het resultaat hieraan aan te passen. Het programma geeft u hiervoor alle informatie en ruimte. Naar mate u de Lastengenerator vaker gebruikt wordt de werkwijze inzichtelijker en zal het controleren steeds minder tijd in beslag nemen. De zes stappen worden hieronder behandeld.

Onderstaande oefeningen kunt u ook doen indien u niet beschikt over deze uitbreidingsmodule. Start MatrixFrame als een demoversie. Dat kan vanuit het startmenu via Programma's, MatrixFrame en dan Demoversies. U kunt dan dezelfde oefeningen doen op bijvoorbeeld een drie-scharnier-spant.

Oefening: Gebruik van de Lastengenerator



1. Open het project MX6702_1 in de map **Samples**.
2. Kies het menu **Bestand - Opslaan als** en bewaar het project onder een andere naam. Het oorspronkelijke project blijft op deze manier onveranderd bewaard zodat het later nogmaals voor deze oefening gebruikt kan worden.
3. Kies het hoofdstuk **Lasten** in de werkbalk boven in het scherm.
Links verschijnt de werkbalk met de opdrachten van het hoofdstuk **Lasten**.
4. Kies de opdracht **Lastengenerator** in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm. We komen nu in het tabblad **Algemeen** van de **Lastengenerator wizard**. We zien verder dat er voor elke stap van de wizard een eigen tabblad is. Zet sommige aankruisvinkjes uit, en zie dat daarmee het aantal stappen en tabbladen wijzigt.
5. Zet alle aankruisvinkjes behalve het aankruisvinkje **Verwijder alle lasten**. Zet deze uit.

Oefening: Invoeren van de uitgangspunten.

1. Vul bij de **Systeemmaat** 5 in en bij **Gebouwtype** Woning. De systeemmaat wordt gebruikt voor het bepalen van de meewerkende breedte van de belasting loodrecht op het spantvlak. Het gebouwtype wordt gebruikt voor het bepalen van factoren voor de veranderlijke belasting en de belasting combinaties.
2. Ga naar de volgende stap (klik op **Volgende**, of klik op het **tabblad** van de volgende stap). Het tabblad **Permanent** is nu gekozen. In dit tabblad kunt u materialen kiezen voor de bepaling van permanente belasting op de constructie. Afhankelijk van de vorm van de constructie zijn een of meer invoervelden toegankelijk. Standaard staat de **Factor eigen gewicht** op 1. Dat betekent dat het eigen gewicht van de ingevoerde staven met een vermenigvuldigingsfactor 1 als permanente belasting wordt meegenomen. Let op, deze factor heeft niets te maken met de belastingcombinatie factoren die later aan de orde komen.
3. Kies bij de beschikbare invoervelden elementen naar keuze uit de dropdown lijsten. Het is niet verplicht om elementen te kiezen. In dat geval laat u de invoer op geen staan. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn als er geen permanente belasting hangt aan de kolommen van de buitenmuur.
4. Klik op de knop **Volgende**. We zien het resultaat van de vorige stap, tevens kunnen we wijzigingen aanbrengen door in het linker venster voor elementen te kiezen, en deze daarna toe te kennen aan staven in het rechter Constructie-afbeelding venster.
5. Klik op de knop **Volgende**. In deze stap zijn voor de bepaling van veranderlijke belasting de vloer/dak types gedefinieerd. Door in het linker scherm een type te kiezen en daarna in **Constructie-afbeelding** te klikken op de gewenste staaf kan de definitie gewijzigd worden.
6. Klik op de knop **Volgende**. In deze stap zijn de Velden gedefinieerd. Ook deze definitie kunnen we wijzigen door in het linker scherm een **opdracht** te kiezen, en daarna in Constructie-afbeelding op de staaf te klikken waarop deze opdracht moet worden uitgevoerd.
7. Klik op de knop **Volgende**. In deze stap definiëren we voor Windbelasting relevante waarden.
8. Kies voor **Gebied** Zone 2, voor **Bebouwd** en **Ruwheid** glad.
9. Zet **Wind van Rechts Aan** en vul bij **Breedte (pw)** 40 in, vul bij **Breedte (Cdim)** 5 in. Zet de overige windrichtingen uit. Breedte (pw) en Breedte (Cdim) zijn de gemiddelde breedte volgens NEN6702#8.6.2.4 (pw) en NEN6702#8.6.3 (Cdim). Tevens kunt u voor elke windrichting opgeven of er lasten voor overdruk en/of onderdruk gegenereerd moeten worden. Bij wind van Voor of Wind van Achter geeft u ook de positie van het raamwerk aan. Bij onder- en overdruk geeft in geval van een "open gebouw" u ook de plaats van de opening(en) aan. Wanneer de constructie niet op maaiveld staat (bijvoorbeeld een ketelhuis bovenop een gebouw) dan geven we in het veld **niveau** de hoogte van de onderkant van onze constructie aan (het punt met Z-waarde=0).
10. Klik op de knop **Volgende**. In deze stap is de positie van elke staaf die op wind wordt belast gedefinieerd, bij deze definitie wordt er vanuit gegaan dat de wind van links komt. Door links een definitie te kiezen en daarna in Constructie-afbeelding op de gewenste staaf te klikken, kunnen we de definitie van een staaf veranderen.
11. Klik op de knop **Volgende**. In deze stap definiëren we voor sneeuwbelasting relevante gegevens. Kies bij Reductie sneeuwvormfactor voor Ja.
12. Klik op de knop **Volgende**. In deze stap is voor sneeuw de dakvorm gedefinieerd. Net als in voorgaande stappen kunnen we hier definities wijzigen.
13. Klik op de knop **Volgende**. In deze stap definiëren we uitgangspunten voor de belastingscombinaties. Wanneer u ook handmatig lasten heeft ingevoerd dan worden deze belastingsgevallen hier weergegeven. Om combinaties te genereren, moet bekend zijn tot welke type last (permanent, wind, etc.) het belastingsgeval hoort. Dit kunt u in dit tabblad opgeven. In dit voorbeeld is al een belastingsgeval ingevoerd met de omschrijving **Puntlast 1° verd**. Deze puntlast hoort in dit voorbeeld bij de permanente belasting.
14. Kies in de kolom **B.G. type** voor Permanent. Bij het genereren van combinaties wordt het belastingsgeval **Puntlast 1° verd** beschouwd als een permanente belasting.
15. De uitgangswaarden zijn nu gedefinieerd en we kunnen de wizard laten afronden: Klik op **Voltoeien**
16. Sla het project op door in de werkbalk op de knop opslaan te klikken.

Oefening: Gewichtsberekening controleren.



Na het voltooiën van de invoer zijn de belastingsgevallen en de lasten gegenereerd. De door de Lastengenerator gegenereerde lastwaarden en die hiervoor toegepaste formules kunnen nu bekeken worden.

1. Open het project welke u in de vorige oefening heeft opgeslagen. Dit project bevat de invoer van de Lastengenerator zoals in de vorige oefeningen beschreven.
2. Kies het menu **Bestand-Opslaan als**, en bewaar het project onder een andere naam. Het oorspronkelijke project blijft op deze manier onveranderd bewaard zodat het later nogmaals voor deze oefeningen gebruikt kan worden.
3. Kies de opdracht **Gewichtsberekening** in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm. Eerst staan we stil bij de kolommen van deze tabel. De eerste kolom **Index** bevat een unieke naam voor een gegeven dat op een regel wordt

uitgewerkt. De index kan later in formules gebruikt worden om aan het gegeven te refereren. De tweede kolom **Omschrijving** bevat de omschrijving van het gegeven. De derde kolom **Berekening** is de belangrijkste kolom. In deze kolom wordt de berekening van het gegeven uitgevoerd. De berekening kan op een aantal manieren plaatsvinden en wordt hieronder uitvoerig behandeld. De kolom **Waarde** bevat het resultaat van de berekening en de laatste kolom de **Eenheden**.

4. Kies het tabblad **Gemeenschappelijk** in het Tabelvenster. In dit tabblad ziet u de systeemmaat terugkomen die bij de uitgangswaarden is ingevoerd. De eerste regel geeft aan dat u volgens de NEN6702 werkt. De systeemmaat in de tweede regel heeft in de kolom **Index** de unieke naam **C1** meegekregen. De berekening is uiterst eenvoudig, het getal 5. Verderop zult u veelvuldig de verwijzing naar **C1** in formules tegenkomen.
5. Kies het volgende tabblad **LRI** in het Tabelvenster. Op de eerste regel ziet u dat in dit tabblad de permanente belasting volgens NEN6702 artikel 7 is uitgewerkt. Hierna zien we dat de formule in **Berekening** wordt gebruikt om het gewicht van permanente belastingen die we met de wizard hebben toegekend uit de materialen bibliotheek op te halen. In de formule staat de unieke code van de toegekende materialen tussen (). Het gewicht wordt toegekend aan de index **Pp**(nummer). Van dit gewicht wordt op de regels hierna een lijn-last **q**(nummer) berekend met de formule $Pp(\text{nummer}) * C1$. In de formule van Berekening worden dus met indicie verwezen naar eerder uitgerekende waarden. In ons geval wordt bijvoorbeeld **q1** uitgerekend door het gewicht per m2 **Pp1** te vermenigvuldigen met de systeemmaat **C1**. In de kolom **Omschrijving** ziet u tussen haakjes staan voor welke staaf deze q-last wordt berekend.
6. Verander de formule voor de berekening van **q1** in de kolom **Berekening** in $Pp1 * C1 * 2$ en druk op de Enter-toets. De waarde van **q1** wordt nu twee maal zo groot. Het resultaat van de Lastengenerator kunt u dus altijd naar eigen inzicht aanpassen door het wijzigen van de formule in de kolom **Berekening**.
7. Ga naar het tabblad **Gemeenschappelijk** en verander de systeemmaat in de kolom **Berekening** in 10 meter.
8. Ga terug naar tabblad **LRI** en u ziet dat de waarde van **q1** twee maal zo groot is. Alle waarden waar in de formule wordt verwezen naar **C1** zijn aangepast aan de nieuwe waarde van **C1**.
9. Ga met de muiscursor naar het veld in de kolom **Berekening** op de regel van **q1** maar klik niet op dit veld. Hou de muis stil. Onder de muis verschijnt nu de formule met de ingevulde waarden. U ziet dat voor **C1** de waarde 10 wordt gebruikt. Als u de waarde van een verwijzing niet weet kunt u die op deze manier snel opvragen, alle relevante informatie heeft u direct bij de hand. Op deze manier wordt het resultaat van de Lastengenerator uitermate inzichtelijk.
10. Ga naar het tabblad **Gemeenschappelijk** en verander de systeemmaat in de kolom **Berekening** weer in 5 meter.
11. Kies het volgende tabblad **LR2** in het Tabelvenster. Op de eerste regel in dit tabblad ziet u dat hierin de veranderlijke belasting volgens NEN6702 artikel 8.2 is uitgewerkt. Op de tweede regel is de waarde voor de representatieve veranderlijke belasting bepaald volgens de formule $NEN6702\#8.2(110,1)$. Met de codes tussen de () wordt de juiste waarde volgens de norm opgehaald. In de kolom **Omschrijving** ziet u op de regels waar de q-lasten bepaald worden tussen () het niveau en het veld waarvoor de q-last wordt bepaald. De niveaus en velden zijn bepaald bij het toekennen van de uitgangswaarden aan de staven.
12. Kies het volgende tabblad **LR3** in het Tabelvenster. Op de eerste regel in dit tabblad is de belasting voor wind van rechts volgens NEN6702 artikel 8.6 uitgewerkt. Achtereenvolgens worden een aantal coëfficiënten berekend. Voor de berekening van **Pw1** (op de vierde regel) wordt in de kolom **Berekening** als formule een artikel uit de norm gebruikt met tussen () als parameters 8,2,BEBOUWD voor respectievelijk de hoogte, gebied en bebouwd. De hoogte wordt automatisch bepaald aan de hand van de coördinaten van de knopen in de constructie en het veld **niveau**. Stel dat deze constructie op een gebouw van 40 meter staat, uit de coördinaten volgt een hoogte van 8 meter, wanneer we in de wizard stap wind voor niveau 40 meter hebben ingevuld dan wordt er voor **Pw** met een hoogte van $8+40=48$ meter gerekend.
13. Kies het volgende tabblad **LR4** in het Tabelvenster. Op de eerste regel ziet u dat de sneeuw belasting volgens NEN6702 artikel 8.7.2 is uitgewerkt. Voor de berekening van **Pr**(nummer), wordt in de formule verwezen naar **Cs**(nummer), bijvoorbeeld **NEN6702#8.7.2.1(Cs2)**. Wanneer er in een formule als parameter een eerder gedefinieerde index wordt gebruikt mag in plaats van deze index ook een getal worden ingevoerd: **NEN6702#8.7.2.1(0.7)**

Oefening: Belastingsgevallen controleren.

1. Kies de opdracht **Last Definitie** in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm. De opdracht **Last Definitie** is reeds behandeld in het hoofdstuk Belasting en Belasting combinaties. De gegenereerde lasten worden hier weergegeven in de verschillende belasting gevallen.
2. Bekijk via de dropdown lijst boven in het Tekeningvenster de verschillende belastingsgevallen die gegenereerd zijn. Als u van belastingsgeval wisselt dan wijzigt eveneens het Tabelvenster onder in het scherm. Op de gebruikelijke manier kunt u lasten toevoegen, wijzigen of verwijderen. In het Tabelvenster van de gegenereerde lasten staan in plaats van de lastwaarden de verwijzing naar een berekende waarde in de gewichtsberekening.
3. Ga met de muis cursor naar een veld in de kolom **Beginwaarde** waarin een verwijzing staat, maar klik niet op dit veld. Hou de muis stil. Onder de muis verschijnt nu de waarde die bij de verwijzing hoort. Dit werkt voor elk veld waarin een verwijzing voorkomt. U hoeft dus niet terug naar de gewichtsberekening om de waarde van een verwijzing op te zoeken.

Oefening: Belasting Combinaties controleren.



1. Kies de opdracht **Belasting Combinaties** in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm. De opdracht Belasting Combinaties is reeds behandeld bij het hoofdstuk Belasting en Belasting combinaties. De gegenereerde combinaties worden hier weergegeven. De verschillende combinatie groepen kunnen via de tabbladen bekeken worden. Op de gebruikelijke manier kunt u combinaties toevoegen, wijzigen of verwijderen.

Oefening: Controleren van de Geometrie invoer (dubbele knopen)

1. MatrixFrame kan voor u controleren of de invoer van de geometrie onjuistheden bevat. In deze oefening maakt u kennis met deze controle mogelijkheden.
2. Open project Mx_controle_1.mxf in de map **Samples**.
3. Het project lijkt ogenschijnlijk in orde. Maar als u gaat rekenen wordt er gemeld dat er sprake is van een geometrisch instabiel systeem.

4. Kies voor de opdracht **Berekenen**  en dan voor **Toetsing geometrie** .
5. In het verslag van de controle lezen we achtereenvolgens:
Het aantal staven dat gedefinieerd is (2 in dit voorbeeld)
Of er staven zijn met een lengte van nul: OK
Of er dubbele staven in het model voorkomen (2 staven die op exact dezelfde plek liggen, bijvoorbeeld S1 loopt van K1 naar K2 en S2 loopt ook van K1 naar K2): OK
Het aantal knopen dat gedefinieerd is (4 in dit voorbeeld)
Of er vrije (zwevende) knopen in het model aanwezig zijn: OK
Of er dubbele knopen in het model aanwezig zijn: Waarschuwing: de knopen K2 en K3 blijken (met een tolerantie van 0.002) op dezelfde plaats te liggen.
Of er knopen op een staaf liggen maar niet daarop aansluiten: Waarschuwing: knoop K2 ligt op staaf S2 en knoop K3 ligt op staaf S1.
Conclusie: De nok van dit model is onjuist geschematiseerd.
6. Vervolgens kan de software de juiste aanpassing doen. Vink de optie "Verbind dubbele knopen" aan en kies voor **Run aanpassing** direct gevolgd door **Run toets**.
7. De dubbele knopen zijn nu samengevoegd.

Oefening: Controleren van de Geometrie invoer (knoop niet aan staaf verbonden)

1. Open project Mx_controle_2.mxf in de map **Samples**.
2. Kies voor de opdracht **Berekenen**  en dan voor **Toetsing geometrie** .
3. Er wordt gemeld dat knoop K3 niet verbonden is met staaf S1. Dat klopt, want S1 is ingevoerd in één deel van K1 naar K2 en gaat voorbij K3.
4. De software kan opnieuw de juiste aanpassing doen. Vink de optie "Verbind knoop aan staaf" aan en kies voor **Run aanpassing** direct gevolgd door **Run toets**.
5. Staaf S1 is nu opgedeeld in twee staven welke aan K3 verbonden zijn.

De twee overige opties die aangevinkt kunnen worden:

- ▶ "Verwijder nul-lengte staven" verwijdert staven die een lengte hebben kleiner dan de ingestelde tolerantie. In de praktijk zijn dit staven die zijn ingevoerd tussen 2 knopen die op dezelfde plaats liggen.
 - ▶ "Verwijder ongebruikte profielen" verwijdert profieleigenschappen die niet meer binnen het model gebruikt worden.
- Stel u voert een model in en past kolommen HE200A toe en liggers IPE300 en IPE360. Later wijzigt u alle liggers in IPE360. De profieleigenschap IPE300 wordt nu niet meer gebruikt. Met deze optie wordt het betreffende profiel uit de lijst verwijderd.

Berekening.

Na de invoer van de geometrie en de lasten kunnen de verplaatsingen en de krachten berekend worden. MatrixFrame beschikt standaard over de optie **Lineair Elastische Berekening**. De uitbreidingsmodule **Geavanceerde Rekenopties** beschikt over dwarskrachtcorrectie, trek- en drukelementen, kabel-elementen, trekspanning eliminatie voor elastische bedding, Geometrisch Niet Lineair (P-delta en N-kracht correctie) en Fysisch Niet Lineair (FNL 2^o orde beton en staal). Oefenvoorbeelden met deze rekenopties treft u elders aan.

Oefening: Lineair Elastische Mechanica berekening uitvoeren.



1. Klik op de knop **Berekening** in de werkbalk boven in het scherm.
De Lineair Elastische berekening wordt gestart
3. Indien er fouten in de invoer blijken te zitten, worden deze voorafgaande aan of tijdens de berekening gemeld.
4. Het verloop van de berekening is te volgen in het venster **Logboek**.

Rekenresultaten.

De rekenresultaten zijn numeriek en grafisch te bekijken. In de volgende oefeningen wordt dit behandeld.

Oefening: Knoopkrachten.



1. Kies het hoofdstuk **Resultaten** in de werkbalk boven in het scherm.
Links verschijnt de werkbalk met de opdrachten van het hoofdstuk Resultaten.
2. Kies de opdracht **Knoopkrachten** in de werkbalk links op het scherm.
Onder in het scherm verschijnt de tabel **Knoopkrachten**. Via de tabbladen onder in de tabel kunt u wisselen tussen de belastingsgevalen en de verschillende combinatie categorieën.
3. In de **tabel** zijn voor elke staaf de **knoopkrachten** weergegeven. In de **Constructie-afbeelding** kunt u met knoppen kiezen tussen Normalkracht, Dwarskracht of Momentenlijn weergave. Door in de tabel voor een bepaalde staaf en belastingsgeval op een van de knoopkrachten **Nx**, **Vz** of **My** te klikken, toont de Constructie-afbeelding automatisch de juiste weergave en belastingsgeval. De betreffende staaf wordt rood weergegeven.

Oefening: Staafkrachten.

1. Kies de opdracht **Staafkrachten** in de werkbalk links op het scherm. Rechtsboven in het scherm verschijnt de **Constructie-afbeelding**. Rechtsonder in het scherm verschijnt de tabel **Staafkrachten**. Via de tabbladen onder in de tabel kunt u wisselen tussen de belastingsgevallen en de verschillende combinatie categorieën. Linksboven vindt u het venster waar per constructiedeel de resultaten getekend worden. Een constructiedeel is hier een of meerdere staven die opeen volgend in elkaars verlengde geplaatst zijn.
2. Klik in de tabel op een willekeurig veld. In beide vensters wordt de overeenkomstige informatie uit de tabel getekend.
3. Klik in het venster Constructie-afbeelding op een willekeurige staaf. In het venster waarin de resultaten per staaf worden getekend worden nu de resultaten van deze staaf getoond. Klik ook achtereenvolgens op meerdere staven die in elkaars verlengde liggen.

Oefening: Oplegreacties.

1. Kies de opdracht **Oplegreacties** in de werkbalk links op het scherm. Onder in het scherm verschijnt de tabel met de opleg reacties. Via de tabbladen onder in de tabel kunt u wisselen tussen de belastingsgevallen en de verschillende combinatie categorieën. De Oplegreacties worden niet op schaal maar met een vaste lengte getekend.

Oefening: Vervormingen.

1. Kies de opdracht **Vervormingen** in de werkbalk links op het scherm. Onder in het scherm verschijnt de tabel met de knoop verplaatsingen. Via de tabbladen onder in de tabel kunt u wisselen tussen de belastingsgevallen en de verschillende combinatie categorieën. In het Tekeningvenster kunt u met **weergave instellingen** kiezen voor de weergave van knoopverplaatsingen en/of doorbuigingen

Oefening: Spanningen volgens Hubert-Hencky

1. Voer een constructie in volgens eigen inzicht.
2. Plaats daarop belasting
3. Kies voor de opdracht **Berekenen** en ga vervolgens naar **Resultaten**
4. Kies vervolgens voor de opdracht **Spanningen**
5. In de tabel wordt per belastingsgeval, per staaf een overzicht getoond van alle markante sneden. Voor elke snede wordt getoond: de staafvorm, de heersende krachten en in de kolom **Sigma HH** de spanning volgens Hubert-Hencky in N/mm².

Rapporten

Via rapporten kunt u de uitvoer samenstellen voor de printer.

Oefening: Rapporten samenstellen

1. Kies de opdracht **Rapportinstellingen** in de standaard Windows werkbalk. Er verschijnt nu een dialoog box waarin u het rapport kunt definiëren.
2. Kies het tabblad **Rapport items**. In dit tabblad kunt u de items selecteren die u in het rapport wilt opnemen. Deze items zijn in een aantal Hoofdstukken onderverdeeld.
3. Blader door de lijst met **Beschikbare items** en klik op de + symbolen om deze verder te openen.
4. Selecteer de items **staven**, **profielen** en **opleggingen**. Houdt tijdens het selecteren de Ctrl-toets ingedrukt. Dit is de voor Windows gebruikelijke manier van selecteren in een lijst. Rechts naast deze lijst staan een zetal knoppen.
5. Klik op de bovenste knop met de enkele pijl naar rechts. De geselecteerde onderdelen worden nu naar de rechter lijst verplaatst. De rechter lijst **Geselecteerde items** bevat de onderwerpen die in het rapport worden afgedrukt. Klik op het + symbool in de rechter lijst en zie dat de drie geselecteerde items in deze lijst staan.
6. Kies voor de dubbele pijl naar links om alle items terug te plaatsen in de linker lijst. Klik in de linker lijst op **Geometrie** en klik op enkele pijl naar rechts. Zie dat alle items die deel uitmaken van dit hoofdstuk naar de rechter lijst zijn verplaatst. Maak nu zelf een selectie van items die u wilt afdrukken. Geadviseerd wordt deze oefening met een beperkt aantal items uit te voeren om daarmee het overzicht te behouden.
7. Klik op **Voorbeeld** om de afdruk op het beeldscherm weer te geven. Sluit het rapport door rechtsboven op het kruisje te klikken.

Oefening: Rapportopties instellen

1. Klik op het tabblad **Opties**. In dit tabblad kunt u een aantal zaken instellen die de opmaak van het rapport beïnvloeden. Onder **Lettertype** kunnen het letterfont en de lettergrootte afzonderlijk worden ingesteld voor tabeltitels, tabelkoppen en tabelinhoud.
Onder **Formaat** kunnen afdrukopties voor de tabellen worden ingesteld:
 - **Tabel kantlijnen** is een instelling om wel of geen rasterlijnen van de cellen af te drukken. Indien deze uitgezet wordt, verschijnt enkel een lijn onder de tabelkop.
 - **Kolommen schalen** is een optie die tabellen uitlijnt over de volle breedte van de pagina.
 - **Na tabel nieuwe pagina** zorgt ervoor dat elke nieuwe tabel op een nieuwe pagina start.
 - **Velden flexibele afmeting** zorgt er voor dat een veld mee verschaald als het veld een lange waarde bevat die er niet in zou passen.
2. Onder **Pagina marge** kunnen de marges links, rechts, boven en onder worden ingesteld.
3. Onder **Pagina nummering** kan het startnummer van de paginanummering worden gewijzigd.
4. Onder **rapport bewerken** kan worden ingesteld met welk programma moet starten om de uitvoer te bewerken. Dit programma wordt gestart na klikken op de knop **Bewerken**.
5. Onder **Taal** kan worden ingesteld in welke taal de uitvoer moet worden gedaan. Standaard is de Nederlandse taal beschikbaar. Overige talen (waaronder Engels en Duits) zijn uitbreidingsmodules.
6. Wijzig de diverse instellingen en klik op **Voorbeeld** om te zie wat de effecten zijn.

Oefening: Kop en voetteksten instellen

1. Klik op het tabblad **Kop/voetteksten**. In dit tabblad kunt u een aantal zaken instellen ten aanzien van kop- en voetteksten.
2. Onder **Weergave en Pagina's** kunt u instellen welke kop- en voetteksten u waar wel en waar niet afgedrukt wilt hebben.
3. Onder **Kop/voetekstbestanden** staat ingesteld welke opmaakbestanden voor de kop- en voetteksten wordt gebruikt. MatrixFrame maakt gebruik van het programma Crystal Reports (CR) om rapporten op te maken en af te drukken. Met CR kunnen zelf kop- en voetteksten worden gedefinieerd. In het tabblad **User rapporten** kunnen eveneens zelf ontworpen rapporten worden geselecteerd.
4. Onder **koptekst / voetekst** en **Lettertype** kan worden ingevuld en ingesteld hoe de lay-out van deze teksten moet zijn.
5. Wijzig de diverse instellingen en klik op **Voorbeeld** om te zie wat de effecten zijn.

Oefening: Tekeningen in rapport opnemen.

Elke willekeurige tekening kan in het rapport worden opgenomen. Om een tekening in het rapport op te nemen moet u er eerst een "foto" van maken. Het maken van een foto gaat eenvoudig via de knop **Afbeelding opnemen** in de standaard Windows werkbalk boven in het scherm. Dit kan op elk moment als er een Tekeningvenster actief is. Tijdens het invoeren of het bekijken van de resultaten kunt u afbeeldingen opnemen die u later bij het samenstellen van het rapport gebruikt. Omdat er in de vorige oefeningen geen plaatjes zijn opgenomen doen we dit nu achteraf.

1. Kies het hoofdstuk **Geometrie**.
2. Kies de opdracht **Invoer geometrie**.
3. Klik in de balk van het Tekeningvenster zodat dit venster actief is.
4.  Klik op de knop **Afbeelding opnemen** in de standaard Windows werkbalk. Het programma doet een voorstel voor de naam van het plaatje. Als u dit bevestigt via **OK** dan wordt van de constructie zoals weergegeven in het Tekeningvenster een plaatje gemaakt en bewaard onder de opgegeven naam. Met de knop **Afdruk** kunt u rechtsreeks een afdruk op de printer maken.
5. Klik op **OK**.
6. Kies het hoofdstuk **Lasten**.
7. Kies de opdracht **Last Definitie**.
8. Kies in het Tekeningvenster een belastingsgeval uit de dropdown lijst boven in dit venster.
9.  Klik op de knop **Afbeelding opnemen** in bevestig de naam met **OK**.
10. Kies het hoofdstuk **Resultaten**.
11. Kies de opdracht **Staaftkrachten**.
12. Kies in het Tekeningvenster een belastingsgeval uit de dropdown lijst boven in dit venster.
13. Klik op de knop **Afbeelding opnemen** en bevestig de naam met **OK**.
14. Kies de opdracht **Rapport instellingen** in de standaard Windows werkbalk.
15. Kies het tabblad **Afbeeldingen**. U kunt de opgenomen afbeeldingen in dit tabblad bekijken.
16. Kies het tabblad **Items**. De instellingen voor het rapport zoals we die in de vorige oefening gekozen hebben, worden weer getoond. In het rapport gaan we nu de plaatjes toevoegen.
17. Kies uit de lijst van de **Beschikbare rapporten de Afbeeldingen**. Hieronder verschijnt nu een overzicht van de afbeeldingen die we hiervoor gemaakt hebben.
18. Klik op **Afbeeldingen** en klik nu op de enkele pijl naar rechts. Alle plaatjes worden nu naar de rechter kolom verplaatst en komen onderaan te staan.
19. Klik op de knop **Voorbeeld** om het afdrukvoorbeeld op het scherm te bekijken en sluit daarna dit scherm af.

Oefening: Volgorde onderwerpen in rapport bepalen.

De volgorde waarin informatie in het rapport wordt afgedrukt wordt bepaald door de volgorde waarin de betreffende onderdelen in de kolom **Geselecteerde onderwerpen** wordt weergegeven. De volgorde kan veranderd worden door onderdelen in deze kolom naar boven of beneden te verplaatsen.

1. Kies de opdracht **Rapport instellingen**.
2. Kies het tabblad **Items**. De samenstelling van het rapport zoals we die in de vorige oefening gekozen hebben worden weer getoond.
3. Blader in de kolom **Geselecteerde onderdelen** naar onderen en selecteer het laatste item door erop te klikken.
4. Klik op de knop pijl omhoog naast deze kolom.
Het item wordt nu 1 positie naar boven opgeschoven. Door meerdere malen op **Omhoog** of **Omlaag** te klikken kan een item naar de gewenste positie verplaatst worden.
5. Klik op de knop **Voorbeeld** om het afdrukvoorbeeld op het scherm te bekijken en sluit daarna dit scherm af.

Oefening: Standaard rapporten maken en kiezen.

Om rapporten snel op te stellen is de mogelijkheid aanwezig om standaard rapporten te definiëren en bewaren. Later kan dan voor de afdruk uit deze standaard rapporten gekozen worden.

1.  Kies de opdracht **Rapport instellingen** in de standaard Windows werkbalk.
2. Kies het tabblad **Items**. De instellingen voor het rapport zoals we die in de vorige oefening gekozen hebben, worden weer getoond. Stel dat u deze samenstelling, ook bij nieuwe projecten, vaker wilt gebruiken, dan kunt u deze samenstelling bewaren.
3. Klik op de knop **Opslaan rapport** en geef het rapport een herkenbare naam in het venster dat volgt. Sluit dit af met **OK**.
4. Klik op de dubbele pijl naar links. De kolom **Geselecteerde onderwerpen** is nu leeg. Er wordt dus geen informatie in het rapport afgedrukt.
5. Kies het door u gemaakte standaard rapport in het veld **Standaard rapporten**. In de kolom **Geselecteerde onderwerpen** worden nu alle items van het gekozen standaard rapport klaargezet.
6. Er worden zijn twee voorbeelden van standaard rapporten meegeleverd. De optie **Wijzig rapport** kan ook standaard rapporten exporteren. Dit kan handig zijn voor back-up doeleinden, of om een reeds gedefinieerd rapport ook over te kunnen brengen naar de computer van een collega.
7.  Zodra er standaard rapporten beschikbaar zijn, kunnen deze ook langs verkorte weg worden opgeroepen. Kies vanuit de Windows werkbalk voor **Afdrukvoorbeeld**. Het laatst gebruikte rapport wordt nu weergegeven. Kies nu voor het pijltje direct naar de knop **Afdrukvoorbeeld**. De lijst met standaard rapporten verschijnt. Maak een keuze uit de lijst en direct wordt het rapport samengesteld en getoond. Zo u het rapportstelsysteem eenmaal heeft ingeregeld, is dit de snelste manier om van standaard rapporten gebruik te maken.

Module Exporteren rapporten

De module Export rapporten maakt het mogelijk alle informatie die als rapport kan worden afgedrukt uit te voeren naar een bestand in diverse formaten, waaronder RTF, PDF, XLS, DOC, XML, CSV, DIF, HTML, etc. Hiermee kan de uitvoer in andere softwarepakketten worden bekeken of verwerkt.

Oefening: Uitvoer naar tekstverwerker

1. Voer een willekeurig project in of open een eerder berekend project.
2. Ga naar de Rapport Instelling om het rapport te definiëren.
3. Stel een rapport samen zoals beschreven in de het hoofdstuk **Rapporten**
4. **Druk** op de knop **Exporteer**. Er verschijnt een dialoogvenster waar u een bestandsformaat kunt selecteren en of u een bestand wilt genereren of de applicatie wilt starten.

Oefening: Uitvoer naar tekstverwerker

5. Voer een willekeurig project in of open een eerder berekend project.
6. Ga naar de Rapport Instelling om het rapport te definiëren.
7. Stel een rapport samen zoals beschreven in de het hoofdstuk **Rapporten**
8. **Druk** op de knop **Exporteer**. Er verschijnt een dialoogvenster waar u een bestandsformaat kunt selecteren en of u een bestand wilt genereren of de applicatie wilt starten.

Oefening: Uitvoeren afbeeldingen met de motordrive

1. Open het project mx_motordrive.mxf uit de map **Sample**.
2. Ga naar het tabblad **Motordrive**.
3. Links staan alle items vermeld waarvan de motordrive automatisch afbeeldingen kan genereren.
4. Klik op momenten **My** kijk rechts naar belastingscombinaties. Voor zowel de BG als de FC staat alles geselecteerd. Als u dit niet wilt, kunt u het vinkje uitzetten en de nummers van de gevallen of combinaties ingeven.
5. Met de knop **Lagen** kan worden beïnvloed wat wel en wat niet op de afbeelding moet verschijnen. In het tabblad **Optie afbeeldingen** kan worden beïnvloed met welke instellingen (zoals grootte en vorm e.d.) de onderdelen op de afbeeldingen moeten worden gegenereerd.
6. Klik op de knop **Genereer**. Alle afbeeldingen worden gegenereerd en aan het afbeeldingen overzicht toegevoegd. Als u wilt dat afbeeldingen na een wijziging in de invoer altijd automatisch worden geactualiseerd, zet dan het vinkje aan.
7. Kies voor het tabblad **Afbeeldingen** om de gegenereerde afbeeldingen te bekijken. Selecteer een afbeelding uit de lijst en druk op de knop **Voorbeeld**. De afbeelding wordt nu getoond.

8. Kies voor kolommen de waarde 2. Dit houdt in dat 2 afbeeldingen naast elkaar in het rapport verschijnen.
9. Indien gewenst kunnen links onder nog diverse opties voor kaders worden ingesteld. Zet een vinkje aan of uit en druk nogmaals op de knop voorbeeld om het effect ervan te zien.
10. Tot slot kan het lettertype en de grootte van het onderschrift van de afbeelding worden ingesteld.
11. Ga naar het tabblad **Items** en zie dat de motordrive nu vermeld staat in de lijst met beschikbare items. Selecteer deze naar rechts en kies voor afdrukvoorbeeld.
12. Probeer nu zelf de afbeeldingen van de motordrive te combineren met de tabellen. Bedenk daarbij dat het mogelijk is de items uit de motordrive op te nemen in de standaard rapporten.

Oefening: Overige rapport opties

1. Klik op het tabblad **Rapport opties**.
2. In dit dialoog kunnen voor de items interne krachten & vervormingen en voor de grond tegendruk instellingen worden gedaan ten aanzien van de sneden.
3. Er kan worden gekozen voor een aantal sneden of voor een snede afstand.
4. Probeer zelf uit wat de effecten van de instellingen zijn door deze te wijzigen en vervolgens het item te selecteren via het tabblad **Items**.

Oefening: Genereren DXF tekeningen

1. MatrixFrame kan tekeningen op DXF-formaat genereren van de onderdelen:
 - palenplan en kisttekening
 - gewapende balken in het zij aanzicht
 - wapening in bovenaanzicht (versie 2.1)
 - geboude verbindingen
 In deze oefening wordt de generatie van balkwapening in zij aanzicht besproken.
2. Open project mx6720_3.mxf uit de map **Sample**.
3.  Klik op **Genereren tekeningen**.
4. Er is een sjabloon beschikbaar met de naam **Default**. Dit sjabloon bevat instellingen waarmee de tekeningen gegenereerd worden. Klik op **Bewerk** om deze instellingen te bekijken en/of te wijzigen. In dit scherm kunnen meerdere eigen sjablonen worden gedefinieerd. Sluit dit scherm af.
5. Selecteer Ligger 1 t/m 3 door de vinkjes aan te zetten.
6. Kies vervolgens voor de knop **Genereer**.
7. Vul een naam in, bijvoorbeeld: **Balken proj. 12345**
8. De generatie is nu voltooid. Sluit dit venster af
9.  Klik op **Plotmanager**
10. In de lijst aan de linkerkant wordt de DXF-tekening vermeld. Geef een dubbelklik op de naam. De tekening wordt nu geopend. De eerste keer kan dit enige seconden tijd vergen.
11. De knoppen boven de tekening zijn voor pan, zoom en tekenopties. Deze functies werken op dezelfde wijze als AutoCAD.
12. Elke nieuwe tekening die gegenereerd wordt, wordt aan de linker lijst toegevoegd. Met de knoppen opslaan, printen, verwijderen, verwijderen alles en refresh kan de lijst met tekeningen worden beheerd.

MatrixFrame 3D-Raamwerken

Oefening: Invoeren van knopen en staven in 3D m.b.v. de gridfunctie

1. Kies op de bovenste knoppenbalk voor **Constructie**
2. Kies op de linker knoppenbalk voor **Invoer Geometrie**
3. Kies in het venster Definitie Stramien voor het tabblad **Grid Definitie**
4. Schakel van het XY-vlak om naar het XZ-vlak. In de Constructie-afbeelding ziet u het grid weergegeven in het XZ-vlak met de oorsprong op coördinaat (0,0)
5. Klik in de Constructie-afbeelding met de muis op de oorsprong. Er wordt een knoop geplaatst en een tweede knoop en een staaf verschijnt aan de bewegende muis cursor.
6. Beweeg de muis vertikaal omhoog en zie rechtsonder in de statusbalk de coördinaten wijzigen. Klik op het gridpunt waarvan (X,Y,Z) waarde is (0,0,-4) Knoop K1 wordt nu getekend op (0,0,0) en knoop K2 wordt nu getekend op (0,0,-4) Staaf S1 is aangebracht tussen K1 en K2.
7. Beweeg de muis naar (3,0,-6) en plaats knoop K3, staaf S2 verschijnt.
8. Beweeg de muis naar (6,0,-4) en plaats knoop K4, staaf S3 verschijnt.
9. Beweeg de muis naar (6,0,0) en plaats knoop K5 staaf S4 verschijnt.
10. Klik op de rechter muistoets om het invoeren van knopen en staven te beëindigen.
11. Wijzig de oorsprong (X,Y,Z) van het vlak van (0,0,0) naar (0,-5,0). Het grid wordt nu -5 meter verplaatst in de Y-richting.
12. Beweeg de muis naar (0,-5,0) en plaats knoop K6
13. Beweeg de muis naar (0,-5,-4) en plaats knoop K7, staaf S5 verschijnt.
14. Beweeg de muis naar (3,-5,-6) en plaats knoop K8, staaf S6 verschijnt.
15. Beweeg de muis naar (6,-5,-4) en plaats knoop K9, staaf S7 verschijnt.
16. Beweeg de muis naar (6,-5,0) en plaats knoop K10, staaf S8 verschijnt.
17. Klik op de rechter muistoets om het invoeren van knopen en staven te beëindigen.
18. Standaard is de snapfunctie ingesteld op de gridpunten. Als u de muis naar een knoop beweegt, licht deze rood op. Op dat moment is de snapfunctie ingesteld op de knoop. Beweeg de muis naar K7 en zorg er voor dat de knoop rood oplicht, klik vervolgens.
19. Beweeg de muis naar K2 en zorg er voor dat de knoop rood oplicht, klik vervolgens. Staaf S9 verschijnt nu tussen K7 en

- K2, ook al is het werkvlak op $Y = -5$ meter ingesteld.
20. Breng staaf S10 aan tussen K8 en K3.
21. Breng staaf S11 aan tussen K9 en K4.

Oefening: Invoeren van knopen en staven in 3D via de tabellen

1. Maak het venster **Knopen** (linksonder) actief door er met de muis op te klikken.
2. Blader naar het einde van de tabel en klik het eerste lege invoerveld aan voor de **X-waarde**.
3. Geef via het toetsenbord in: $X = 1$, $Y = 2$ en $Z = -4$. Knoop K11 verschijnt zowel in de tabel als in de Constructie-afbeelding.
4. Herhaal deze handeling voor: $X = 3$, $Y = 2$ en $Z = -4$. Knoop K12 verschijnt.
5. Herhaal deze handeling voor: $X = 5$, $Y = 2$ en $Z = -4$. Knoop K13 verschijnt.
6. Maak het venster **Staven** (rechtsonder) actief door er met de muis op te klikken.
7. Blader naar het einde van de tabel en klik het eerste lege invoerveld aan in de kolom **Knoop B** (B staat voor Begin, E staat voor Eind).
8. Geef de waarde 11 in, gevolgd door een enter. Geef in kolom **Knoop E** de waarde 12 in. Merk op dat automatisch het voorvoegsel K voor K11 en K12 wordt gezet. Staaf S12 is nu ingevoerd.
9. Geef op de volgende regel de waarde 12 in, gevolgd door een enter. Geef in kolom **Knoop E** de waarde 13 in. Staaf S13 is nu ingevoerd.
10. Staaf S12 en S13 zijn nu via de tabel ingevoerd. Het is ook mogelijk de knopen via de tabel in te voeren en vervolgens de staven in de Constructie-afbeelding met de muis in te voeren. Voer staaf S13 in van K2 naar K11 door de knopen aan te klikken.
11. Voer staaf S14 in van K3 naar K12.
12. Voer staaf S15 in van K4 naar K13.

Oefening: Stramien en maatvoering in 3D

1. Kies in het venster Definitie Stramien voor de knop **Genereer Stramien**. De ingevoerde constructie wordt nu van stramien en stramienmaten voorzien in de X-, de Y- en de Z-richting.
2. Klik in het venster Definitie Stramien op het tabblad **X-richting** en wijzig de tussenmaten dX in 1, 4, 4 en 1 meter.
3. Klik in het venster Definitie Stramien op het tabblad **Y-richting** en wijzig de overspanning van de 2 spanten van 5 naar 6 meter.
4. Klik in het venster Definitie Stramien op het tabblad **Z-richting**. Wijzig de weergave van relatieve stramienmaten in **Absolute Stramienmaten**. Wijzig de goothoogte van de geometrie van 4 naar 3 meter. Merk op dat door gebruik te maken van de absolute stramienmaten de nokhoogte op 6 meter blijft.
5. Knopen kunnen worden verplaatst door de coördinaat in de tabel te wijzigen. Klik links onderaan in de tabel voor de knopen op de X-waarde van knoop K8. Wijzig de waarde van 4 in 2 meter. Zie hoe de geometrie van de constructie is gewijzigd.
6. Knopen kunnen ook worden verplaatst door de knoop met de muis te verslepen. Kies in het venster Definitie Stramien voor het tabblad **Grid Definitie**. Wijzig de oorsprong van het vlak naar (0,-6,0) zodat het gelijk ligt met de achtergevel.
7. Kies bovenin de Constructie-afbeelding voor de knop **Selecteer Knoop**. Klik vervolgens op K8, welke nu rood oplicht. Klik nogmaals op K8 maar houd de muisknop ingedrukt. De muis verplaatst nu in het verticale vlak op $Y = -6$. Versleep K3 naar (4, -6, -6) en laat de muisknop los. Zie in de Constructie-afbeelding dat knoop K8 weer op zijn oorspronkelijke positie ligt.

Oefening: Globaal assenstelsel en 3D weergave

1. Het Globale assenstelsel wordt links onderin de Constructie-afbeelding weergegeven. Als kleurcodering worden de RGB-kleuren gehanteerd. De globale X-as is **Rood**, de globale Y-as is **Groen** en de globale Z-as is **Blauw**.
2. Kies in de Constructie-afbeelding voor de knop **Aanzicht**. Kies vervolgens voor **Vooraanzicht**. Zie hoe het globale assenstelsel ook wijzigt en dat de constructie nu loodrecht op het XZ-vlak wordt weergegeven.
3. Kies ook de andere aanzichten en neem kennis van de weergave van het globale assenstelsel. Mocht de constructie (deels) buiten beeld raken, kunt u met de knop **Zoom Alles** de constructie weer maximaal vergroten binnen het venster.
4. Kies voor de knop **Isometrie** om de constructie weer in isometrie weer te geven. Kies ook voor de knop **Zoom Alles** om de constructie zo groot mogelijk weer te geven.
5. Naast de vaste weergave in aanzichten of isometrie kan de constructie in elke gewenste richting worden gerooteerd. Kies voor de knop **Dynamische rotatie**. Beweeg de muiscursor naar het midden van de Constructie-afbeelding, klik op de linker muistoets en houd deze ingedrukt. Beweeg de muiscursor nu langzaam over de afbeelding. De constructie roteert nu afhankelijk van de bewegingen met de muis. Zodra u de muistoets loslaat, blijft de constructie in die positie staan. Oefen deze functie enkele keren door vanaf punt 4 opnieuw te starten. NB: Afhankelijk van de snelheid van de grafische kaart in de computer zal de Dynamische rotatie vloeiend of schokkerig verlopen.

Oefening: Lokaal assenstelsel

1. Het Lokale assenstelsel wordt per staaf gevisualiseerd. Ook hiervoor wordt het RGB-kleuren systeem gehanteerd. De lokale X'-as is **Rood**, de lokale Y'-as is **Groen** en de lokale Z'-as is **Blauw**.
2. Kies voor de knop **Weergave Instellingen**. Blader naar **Staaf** en schakel vervolgens de **Lokale stafrichting** aan. In de Constructie-afbeelding wordt nu per staaf het lokale assenstelsel weergegeven.
3. Het lokale assenstelsel wordt bepaald tijdens de invoer. Afhankelijk van welke knoop als eerste wordt ingevoerd, wordt het lokale assenstelsel bepaald. Achteraf kan het lokale assenstelsel worden gewijzigd. Kies in de Constructie-afbeelding voor de knop **Selecteer staaf**. Klik vervolgens op staaf S10. Deze zal rood oplichten hetgeen betekent dat de staaf geselecteerd is.
4. Kies voor het menu **Selecteer** en kies vervolgens voor **Wijzig assen**. In het volgende menu kiest u voor **Lokaal**. De

staaf die oorspronkelijk van knoop -i- naar knoop -j- liep, is nu omgekeerd. Als u dezelfde opdracht nogmaals uitvoert, is de oriëntatie van S10 weer terug zoals het was voordat het lokale assenstelsel werd gewijzigd.

5. Selecteer alle staven in de Constructie-afbeelding. Dit kan via de knop **Selecteer staaf** en vervolgens een venster om alle staven te trekken. Dit kan ook via het menu **Selecteer** en te kiezen voor **Selecteer alle staven**.
6. Kies nu voor het menu **Selecteer** en vervolgens voor **Wijzigen assen-Globaal**. Het assenstelsel van staven die in dezelfde richting liggen, wordt nu identiek.
7. Het roteren van een staaf om de lokale X'-as (lengte-as) komt aan de orde tijdens het toekennen van de profielgrootheden.

Oefening: Profielgrootheden

1. Kies op de bovenste knoppenbalk voor **Constructie**
2. Kies op de linker knoppenbalk voor **Profielgrootheden**
3. Controleer of de weergave van het lokale assenstelsel aan staat. Indien dit niet het geval is, klik in het venster Constructie-afbeelding op de knop **Weergave instellingen** en schakel de optie **Lokale staaf richting** aan. Sluit af met **OK**.
4. Open de lijst met **ARBED** profielen
5. Kies voor een **HE200A**
6. Klik S1, S4 en S8 aan.
7. Wijzig de **Hoek** in het Profiel Definitie scherm in **90 graden** en klik vervolgens S5 aan. Het lokale RGB assenstelsel wordt nu geroteerd om de rode lokale X'-as over een hoek van 90 graden. De lokale Y'-as (groen) en de lokale Z'-as (blauw) wijzen nu duidelijk in een andere richting. Deze nieuwe richting wordt eveneens van belang bij het invoeren van belasting volgens het lokale assenstelsel. Zie hiervoor de betreffende oefening.
8. Kies voor een **IPE300** met een hoek van **0 graden**.
9. Klik de schuine staven van de spanten aan.
10. Kies voor een **IPE200**
11. Klik S9, S10 en S11 aan.
12. Maak een selectie van staven door in de Constructie-afbeelding te kiezen voor de knop **Selecteer staaf** en vervolgens de staven S12 tot en met S16 aan te klikken. De geselecteerde staven zijn nu rood gekleurd.
13. Open de lijst met **AVB** profielen.
14. Kies voor een **B70/5**
15. Druk op de knop **Pas toe**. Dit profiel wordt nu toegekend aan alle geselecteerde staven.

Oefening: Staafaansluitingen

1. Kies op de bovenste knoppenbalk voor **Constructie**
2. Kies op de linker knoppenbalk voor **Staafaansluitingen**
3. Alle staven zijn vast op elkaar aangesloten. Aansluiting A1 is gedefinieerd als (N,V,M,Mx,My,Mz) overdraagbaar van de staaf naar de knoop. In het venster linksonder **Staafaansluitingen** wordt de definitie van aansluiting A1 vermeld. In deze oefening wordt de overdracht van de My en Mz momenten in staaf S14 en S16 uitgeschakeld.
4. Kies in het venster **Definitie Staafaansluitingen** voor My en Mz is **Vrij** door de keuze van vast op vrij te schakelen. Zorg er voor dat u maximaal 1/3 van het staaf uiteinde aanklikt. Dan wordt er slechts aan 1 zijde een scharnier aangebracht. Indien u het midden van de staaf aanklikt, verschijnt aan beide zijden een scharnier. Wijs het uiteinde van staaf S14 aan ter plaatse van knoop K2. Er verschijnt een cirkel die een scharnier symboliseert. Indien nodig vergroot u de constructie afbeelding met de functie **Zoom venster**.
5. Wijs ook het uiteinde van staaf S16 aan ter plaatse van knoop K4. Ook hier verschijnt het scharnier symbool.
6. Wijs het midden van staaf S15 aan. Er wordt een scharnier aangebracht aan beide uiteinden.
NB: Wees zorgvuldig met het uitschakelen van de torsie overdracht. Indien beide uiteinden torsie overdracht vrij worden gemaakt, ontstaat een instabiliteit in de staaf. De staaf kan als het ware vrij om zijn lengte-as tollen. Maak daarom altijd minimaal 1 staafuiteinde vast ten aanzien van torsie overdracht.

Oefening: Opleggingen

1. Kies op de bovenste knoppenbalk voor **Constructie**
2. Kies op de linker knoppenbalk voor **Opleggingen**
3. Kies in het venster **Definitie opleggingen** voor de knop **Scharnierende vaste oplegging**. Deze sneltoets zorgt ervoor dat de vrijheidsgraden voor (X,Y,Z,Xr,Yr,Zr) op vast,vast,vast,vrij,vrij,vrij gezet worden.
4. Klik knoop K1 en K5 aan. Het symbool behorende bij de scharnierende vast oplegging verschijnt
5. Kies in het venster **Definitie opleggingen** voor de knop **Inklemming**. De vrijheidsgraden voor (X, Y, Z, Zr, Yr, Zr) worden nu gezet op vast,vast,vast,vast,vast,vast.
6. Klik knoop K6 en K10 aan. Het symbool behorende bij de inklemming verschijnt.

Oefening: Lasten en belastingsgevallen

1. Kies op de bovenste knoppenbalk voor **Lasten**
2. Kies op de linker knoppenbalk voor **Lastdefinitie**
3. Kies in het venster **Definitie Lasten** voor de knop **Eigen gewicht**.
4. Deze lasten worden gegroepeerd in belastingsgeval **BGI** waarvoor een omschrijving kan worden gekozen uit het menu naast BGI. Kies voor **Permanente belasting**.
5. Om niet elke individuele staaf te moeten aanklikken, worden alle staven door middel van een selectie opdracht geselecteerd. Open het menu **Selecteer** boven in het scherm. Kies voor **Selecteer Alle staven**. Alle staven kleuren nu rood hetgeen betekent dat ze opgenomen zijn in de selectie. Kies vervolgens voor de knop **Pas toe**. Het eigen gewicht van alle staven wordt nu toegekend.
6. De belasting wordt op schaal weergegeven. De belasting kan vergroot worden weergegeven. Kies in de Constructie-

afbeelding voor de knop **Schaalinstellingen**. Wijzig het percentage voor het weergeven van de lastwaarden in 1000% en klik op **OK**. De belasting wordt nu vergroot getoond. Zet het percentage voor weergave van de lastwaarden terug naar 100%.

7. Kies in het venster **Definitie Lasten** voor de knop **Gelijkmatige belasting**.
8. Geef een lastwaarde in van 8 kN/m. Kies voor de richting van de belasting **Globaal staaf Z'**. De belasting zal nu aangrijpen langs de staaf in de richting van de zwaartekracht. Klik vervolgens staaf S2, S3, S6 en S7 aan. De belasting wordt nu op deze staven geplaatst.
9. Wijzig de lastwaarde in 4 kN/m en klik S9, S10 en S11 aan. De belasting wordt nu op deze staven geplaatst.
10. Wijzig de lastwaarde in 2 kN/m en klik S12 t/m S16 aan. De belasting wordt nu op deze staven geplaatst.
11. De volgende lasten worden gegroepeerd in belastingsgeval **BG2** waarvoor de omschrijving niet uit de lijst wordt gekozen maar handmatig wordt ingevoerd. Kies uit de lijst met BG1 voor **Nieuw**. BG2 wordt nu aangemaakt. Vul in de tweede lijst **Wind +X** in door dit in te typen.
12. Geef de lastwaarde 3 kN/m, wijzig de richting in **Globaal X** en klik staaf S1 en S5 aan. Merk op dat ondanks de verschillende lokale oriëntatie van staaf S1 en S5 de belasting in de juiste globale X-richting wordt aangebracht.
13. Wijzig de richting in **Lokaal Z'** en klik staaf S2 en S6 aan.
14. Breng naar keus meerdere belastingen aan voor de wind in de +X richting.
15. De volgende lasten worden gegroepeerd in belastingsgeval **BG3** waarvoor de omschrijving eveneens handmatig wordt ingevoerd. Kies uit de lijst met BG2 voor **Nieuw**. BG3 wordt nu aangemaakt. Vul in de tweede lijst **Wind +Y** in door dit in te typen.
16. De wind in de +Y richting wordt in deze oefening ingegeven als knooplast. Kies in het venster **Definitie Lasten** voor de knop **Knooplast**. Geef de lastwaarde van 7 kN in en kies voor de richting **Globaal Y**. Klik vervolgens knoop K7 en K9 aan.
17. Kies in de **Constructie-afbeelding** voor BG1. De lasten van belastingsgeval 1 worden weer getoond. Door een volgend belastingsgeval in de lijst te kiezen, wordt door de belastingsgevallen gebladerd.
18. Ook kan in het onderste venster **Lasten** voor het tabblad van het gewenste belastingsgeval worden gekozen. Klik op een van de tabbladen. De bijbehorende tabel met lasten en de bijbehorende constructie afbeelding wordt getoond.
19. Het hernoemen of het verwijderen van een belastingsgeval kan door het tabblad in de tabel met de rechter muistoets aan de klikken. In deze oefening wordt dit niet verder behandeld.
20. Via dezelfde handeling kan ook de weergave van de lasten in de tabel verkort of uitgebreid worden weergegeven. Maak tabblad **BG1** actief door er met de linker muistoets op de klikken. Klik tabblad **BG1** vervolgens nogmaals aan, maar nu met de rechter muistoets. Kies voor **samenvoegen** en zie welk effect dit heeft op de notatie van de belasting in de tabel. Kies vervolgens weer voor **Expanderen** waarna alle belastingen weer per regel worden getoond.

Oefening: Belastingscombinaties

1. Kies op de bovenste knoppenbalk voor **Lasten**
2. Kies op de linker knoppenbalk voor **Belastingscombinaties**
3. Voor het invoeren van belastingscombinaties is geen definitievenster beschikbaar. In de tabel aan de onderzijde worden de ingevoerde belastingsgevallen ingevoerd. In de kolom **Nieuw** wordt een belastingscombinatie samengesteld.
4. Geef onder elkaar in: 1.20 op de regel van BG1 en 1.50 op de regel van BG2. (dit wordt hierna verkort omschreven als 1.20xBG1 en 1.50xBG2) Aangezien deze combinatie in het tabblad **Fundamenteel** is ingevoerd, vertoont de kolomkop de tekst FC1. Dit staat voor Fundamentele Combinatie 1, de combinaties voor de uiterste grenstoestand.
5. Geef in de toegevoegde kolom (kolomkop bevat de tekst **Nieuw**) de volgende fundamentele combinatie in: 1.20xBG1 en 1.50xBG3.
6. Geef ten slotte de derde fundamentele combinatie in: BG1x1.35. Merk op dat afhankelijk van de positie van de cursor de betreffende combinatie met de rekenwaarden wordt getoond.
7. In deze oefening worden geen Bijzondere combinaties toegepast.
8. Klik op het tabblad **Incidenteel**. Dit zijn de combinaties voor de gebruikstoestand.
9. In deze oefening wordt de Incidentele combinatie IC Uon (ten behoeve van de toetsing van de doorbuiging) niet behandeld en kan worden overgeslagen.
10. Voer de volgende Incidentele combinaties in:
IC1 is BG1x1.00 en BG2x1.00
IC2 is BG1x1.00 en BG3x1.00
11. In deze oefening worden geen Momentane combinaties toegepast.

Oefening: Berekening 3D raamwerken

1. Kies op de bovenste knoppenbalk voor **Mechanica berekening**
2. De keuze optie **Lineair Elastische Berekening** is standaard geselecteerd.
3. De Geavanceerde berekening wordt op 2 manieren geactiveerd.
A) Door de gebruiker: Klik de optie **Geavanceerde berekening** aan. Afhankelijk van de aangekochte modules, komen 1 of meerdere opties beschikbaar. De opties voorzien van een wit veld kunnen door de gebruiker worden geactiveerd.
B) Door MatrixFrame: Als tijdens de invoer speciale eigenschappen voor staven en/of randvoorwaarden zijn ingevoerd, stelt MatrixFrame vast of deze zijn gedetecteerd in de invoer. Indien dit het geval is, wordt de benodigde rekenoptie automatisch ingeschakeld.
4. In deze oefening wordt de rekenoptie **Lineair Elastische Berekening** toegepast. Selecteer deze optie en klik vervolgens op de knop **Start Berekening**. De mechanica berekening wordt nu uitgevoerd.
5. In het **Logboek** wordt de voortgang van de berekening getoond. Voorafgaande aan de berekening wordt een controle op de invoer uitgevoerd. Indien er onjuiste of ontbrekende gegevens worden aangetroffen, wordt dit in het logboek vermeld. De invoer moet worden verbeterd alvorens de berekening opnieuw te kunnen starten.

Oefening: Mechanica resultaten

1. Kies op de bovenste knoppenbalk voor **Resultaten**.
2. Kies op de linker knoppenbalk voor **Knoopkrachten**.
3. In de Constructie-afbeelding worden de mechanica resultaten getoond. Aan de bovenzijde van dit venster kunt u kiezen uit **Nx, Vy, Vz, Mx, My** of **Mz**. Vervolgens kan een keus worden gemaakt uit de ingevoerde **belastingsgevallen** en **belastingcombinaties**. Tevens is bij de combinaties de optie **Omhullende** beschikbaar. Dit is een weergave van alle grafieken over elkaar waarbij de extremen van alle belastingcombinaties worden getoond.
4. De weergave opties zoals **Zoom venster**, **Zoom alles**, **Aanzicht** en **Dynamische rotatie** zijn in dit venster eveneens beschikbaar.
5. In het venster **Knoopkrachten** onderaan het scherm worden alle numerieke resultaten weergegeven. De resultaten zijn overzichtelijk gegroepeerd. Door met de muis een waarde in de tabel aan te klikken, wordt het bijbehorende grafische resultaat getoond. De geselecteerde kracht wordt in het rood weergegeven zodat in een oogopslag kan worden gezien waar deze kracht zich bevindt.
6. Onderin de tabel met numerieke resultaten kan ook worden gewisseld tussen belastingsgevallen en de ingevoerde combinaties. Klik hiervoor op het gewenste tabblad.
7. Door middel van selecties kunnen delen van de constructie worden getoond.
Kies in de Constructie-afbeelding voor **Aanzicht** en vervolgens voor **Linker aanzicht**.
Klik indien nodig op **Zoom alles** om de gehele constructie te tonen.
Kies uit het menu **Selecteer** boven aan het scherm voor de functie **Selecteer staaf**.
Selecteer met behulp van een venster het spant waar de luifel aan gekoppeld is. (SI t/m S4). De geselecteerde staven lichten nu rood op.
Kies voor **Isometrie** en eventueel voor **Zoom alles** om de constructie weer in isometrie te tonen.
Kies in de Constructie-afbeelding voor de **Weergave instellingen** en selecteer de optie **Verberg niet geselecteerd** en klik vervolgens op **OK**. Alleen de geselecteerde staven worden nu getoond. Vervolgens kunnen alle weergave opties zoals **Zoom venster**, **Zoom alles**, **Aanzicht** en **Dynamische rotatie** worden toegepast. Ook kan op deze wijze een afbeelding van een deel van de constructie ten behoeve van het rapport worden gemaakt. Dit wordt later behandeld.
8. Kies in de Constructie-afbeelding voor de **Weergave instellingen** en schakel de optie **Verberg niet geselecteerd** uit en klik vervolgens op **OK**. De gehele constructie wordt nu weer getoond.
9. Kies op de linker knoppenbalk voor **Staaftkrachten**.
10. Er verschijnen 3 vensters. De Constructie-afbeelding is identiek aan de weergave van de knoopkrachten. Het venster onderin is een numerieke weergave van de krachten per staaf. Het venster links is een grafische weergave van de krachten per staaf.
11. Een staaf kan worden geselecteerd door deze in de Constructie-afbeelding aan te klikken. Vervolgens worden de krachten van deze staaf in het linker venster getoond.
12. Een staaf kan ook worden geselecteerd door in de tabel een regel aan te klikken. Vervolgens wordt in de Constructie-afbeelding en in weergave per staaf de bijbehorende grafieken getoond.
13. In het venster weergave per staaf kan de gebruiker kiezen welke grafieken getoond moeten worden. Door bovenin het scherm knoppen aan of uit te zetten, wordt de weergave naar eigen hand gezet.
14. De resultaten voor **Omhullende**, **Oplegreacties** en **Vervormingen** kunnen overeenkomstig het eerste deel van deze oefening worden bekeken.

MatrixFrame 2D Balkroosters

Geometrie 2D Balkroosters

In dit hoofdstuk wordt de invoer van de geometrie voor 2D Roosters besproken. In 2D Rooster wordt de geometrie ingevoerd in het vlak XY, de lasten werken in het vlak loodrecht hier op: in Z richting. De werking van 2D Roosters verschilt op een aantal punten na niet van 2D Raamwerken. Bij de uitleg van 2D Roosters wordt er vanuit gegaan dat de gebruiker de voorgaande oefeningen voor 2D Raamwerken heeft doorlopen.

Oefening: Invoeren balkrooster.



1. Kies het hoofdstuk **Geometrie** (werkbalk rechts boven)
2. Kies de opdracht **Invoer geometrie** (werkbalk links).
Links boven verschijnt het Definitievenster voor de invoer van Stramienien.
3. Klik in het Definitievenster op de knop **Relatief**.
4. Vul in de tabel de volgende informatie in:

A	3.8
B	4.75
C	4.75
D	

 U heeft nu vier verticale stramienien ingevoerd, deze ziet u getekend in het Tekeningvenster rechts van het Definitievenster.
5. Kies in het Definitievenster het tabblad **Y-richting**.
Het tabblad vindt u onder in het Definitievenster. Tabbladen worden veelvuldig toegepast om binnen een zelfde onderwerp informatie logisch van elkaar te scheiden. Het Definitievenster voor stramienien kent twee tabbladen: **X-richting** en **Y-richting**.

6. Kies in het Definitievenster het tabblad **Y-richting**.
Vul in de tabel de volgende informatie in:

1	3.1
2	7.9
3	

 heeft nu drie horizontale stramien ingevoerd.
 7. Klik in de toolbar van de Constructie-afbeelding op het venster de zoomweergave in %, stel deze op 50 % in, en schuif de balken onder en rechts van de tekening zo dat we onze stramienopzet in het geheel in beeld krijgen.
 8. Stel in de toolbar van de Constructie-afbeelding de optie **Staven delen** aan, de optie **Snap naar stramienlijn** aan, en de optie **Snap naar Grid** uit. We gaan de balken van stramien naar stramien tekenen, en door het uit zetten van de optie Snap naar Grid voorkomen we dat we bij het tekenen een balk bij vergissing naar een gridpunt i.p.v. stramienlijn laten lopen.
 9. Teken een balk van stramienpunt (A;3) naar (D;3) : Klik op het snijpunt van stramien A en 3, klik daarna op het snijpunt van stramien D en 3, klik daarna op de rechter muisknop.
 10. Teken een balk van stramienpunt (A;2) naar (B;2)
 11. Teken een balk van stramienpunt (B;1) naar (D;1)
 12. Teken een balk van stramienpunt (A;2) naar (A;3)
 13. Teken een balk van stramienpunt (B;1) naar (B;3)
 14. Teken een balk van stramienpunt (C;1) naar (C;3)
 15. Teken een balk van stramienpunt (D;1) naar (D;3)
- Omdat we de optie **Staven delen** aan hebben, zijn de getekende balken automatisch opgedeeld in staven.

Oefening: Invoeren profiel

1. We gaan nu een profiel toekennen aan het rooster, Klik in de linker werkbalk op de knop **Profielgrootheden**.
2. Klik in het definitiescherm op **Geparameteriseerd, rechthoek**.
3. Vul in : $h = 0.45$; $b = 0.35$; Materiaal = B25.
4. Kies in de menubalk boven in het scherm voor **Selecteer, Alle staven**.
5. Klik in het definitiescherm op de knop **Pas toe**.

Oefening: Invoeren oplettingen

1. Klik in de linker werkbalk op de knop **Oplettingen**.
2. Klik in het definitiescherm op de verschillende oplettypes boven in het definitiescherm, dit zijn voor gedefinieerde oplettingen. We zien dat afhankelijk van de keuze, de waarden voor Z, Xr en Yr worden ingevuld. Ook zien we in het definitiescherm een schematische weergave van de opletting.
3. Klik in het definitiescherm op het tweede icoontje van links. We zien dat dit een scharnier is. Klik bij Z op het rondje naast **Veer**. Vul 4000 in het veld naast veer in. Dit is een veer met een lineair gedrag, willen we een veer met Niet Lineair gedrag, klik dan op speciaal. We kunnen dan een willekeurig veer diagram invullen. In plaats van de veerwaarde komt dan in het veld voor veerwaarde het woord Diagram te staan. In ons voorbeeld kiezen we voor een 'gewoon' scharnier, Klik bij Z op het rondje naast **Vast**.
4. Ga met de muiscursor langs de knoppen boven in de **Constructie-afbeelding**, en laat bij elke knop de muis even staan, lees bij elke knop de Tooltip om de werking van de knop te kennen. Zet de optie **Staf delen bij plaatsen opletting** aan.
5. Plaats een aantal oplettingen op knopen door in de Constructie-afbeelding op die knopen te klikken.
6. Plaats nu ook oplettingen op een staaf, door op de gewenste plaats van de staaf te klikken. Er wordt nu automatisch een knoop aangemaakt, en de staaf wordt automatisch gesplitst.
7. Zet de optie **Verplaats opletting** aan. Klik nu op een opletting die op een staaf staat. Hij wordt nu rood van kleur. Wanneer we de muis erboven plaatsen veranderd de cursor in het Windows symbool voor verplaatsen. Klik dan op de linker muisknop, en terwijl u deze ingedrukt houdt, kunt u de opletting over de staaf verplaatsen. Terwijl u dit doet, kunt u in de statusbalk rechts onder in het scherm de positie van de opletting zien, weergegeven door de absolute coördinaten, en de afstand t.o.v. het begin van de staaf.
8. We zien onze constructie nu als bovenaanzicht, we gaan de constructie nu van verschillende hoeken bekijken. Klik in de Constructie-afbeelding op de meest rechter knop, **Isometrische View**. De constructie wordt nu Isometrisch weergegeven.
9. Klik nu op de knop **Projectie**, Klik daarna op het assenstelsel symbool linksonder in de Constructie-afbeelding, en houdt de knop ingedrukt. Beweeg nu de muis langzaam, horizontaal en vertikaal, en we zien dat we de constructie nu van alle kanten kunnen bekijken.
10. Klik weer op de knop **Isometrische View**, verplaats de opletting die we onder punt 7. Ook hebben verplaatst. We zien dat ook in de isometrische weergave alle opties blijven werken.

Oefening: Invoeren lasten

1. Kies in de werkbalk boven in het scherm voor **lasten**
2. Klik in de linker werkbalk op de knop **Lastdefinitie**.
3. Klik in het definitiescherm op de verschillende lasttypen. Bestudeer de mogelijkheden die we in 2D Roosters hebben.
4. De werking is hetzelfde als we gezien hebben bij 2D Raamwerken, ken voor verschillende belastingsgevallen een aantal lasten toe aan onze constructie. Bekijk de lasten in de Constructie-afbeelding, ook met de Isometrische View.
5. Klik in de linker werkbalk op de knop **Belastingscombinaties**, en definieer een aantal combinaties.

Oefening: Berekenen Balkrooster.

Er wordt een lineair elastische berekening uitgevoerd.

1. Kies het hoofdstuk **Mechanica berekening**
2. Selecteer bij berekening de optie **Lineair Elastische Berekening**, en druk op OK. De berekening wordt nu gestart.
3. Kies het hoofdstuk **Resultaten**
4. Kies links voor **Staafkrachten**.
5. Klik in de Constructie-afbeelding op de verschillende staven. In het linkerscherf zien we nu per gekozen staaf de krachswerking.
6. Klik achtereenvolgens op staven die in elkaars verlengde liggen. In het linkerscherf zien we deze staven nu als één constructiedeel afgebeeld.
7. Klik in de Constructie-afbeelding op de knop **Momenten Mx**, we zien nu de Torsiemomenten afgebeeld. De mechanica berekening vindt plaats op basis van de door ons ingevoerde theoretische gegevens, zo hebben we een rechthoek ingevoerd, die een bepaald theoretisch ongescheurde I-torsie heeft. Uiteindelijk zullen we onze balk niet op torsie wapenen, zodat we bij de mechanica berekening eigenlijk niet met I-torsie willen rekenen zoals die theoretisch is voor een rechthoek. In dat geval kiezen we de optie **Geavanceerde Berekening**.

Oefening: Geavanceerde Berekening .

1. Kies het hoofdstuk **Mechanica berekening**
2. Selecteer bij berekening de optie **Geavanceerde Berekening**, kies hier voor de optie **Torsie negeren** en druk op OK. De berekening wordt nu gestart.
3. Klik in de Constructie-afbeelding op de verschillende staven. In het linkerscherf zien we nu per gekozen staaf de krachswerking.
4. Klik achtereenvolgens op staven die in elkaars verlengde liggen, in het linkerscherf zien we deze staven nu als één constructiedeel afgebeeld.
5. Klik in de Constructie-afbeelding op de knop **Momenten Mx**, we zien nu de Torsiemomenten afgebeeld, vergelijk deze nu met de Torsiemomenten die we zagen na de Lineair elastische berekening.

MatrixFrame Doorgaande Liggers

Met MatrixFrame Doorgaande Liggers kunnen we zeer snel eenvoudige liggers berekenen. Door de online mechanica berekening zien we gelijk de invloed van aanpassingen aan onze ligger, zodat we snel tot een optimale ligger komen.

Oefening: Invoeren geometrie Doorgaande Liggers

1. Start MatrixFrame Doorgaande Liggers op: Dubbelklik op de snelkoppeling op het bureaublad.
 2. Loop met de muis cursor de knoppen in de werkbalk boven in het scherm af, laat de muis bij elke knop even stilstaan en lees de tooltip. Zo leert u alle hoofdstukken van het programma Doorgaande Liggers kennen.
 3. Klik in de werkbalk boven in het scherm op **Ligger geometrie invoer**
 4. We zien nu links een definitiescherf en rechts de Constructie-afbeelding. Het definitiescherf is opgedeeld in twee delen. Links de profielboom die we kunnen gebruiken om een profiel uit de bibliotheek op te zoeken en toe te kennen. Rechts een scherm met twee tabbladen waarin de ligger wordt gedefinieerd.
 5. Klik in het definitiescherf op het veld **Liggerlengte**, en vul hier **10** in.
 6. Blader in de profielenboom aan de linkerzijde naar de serie IPE en kies voor het profiel **ipe200** en klik op **Pas toe**.
 7. Klik in het eerste lege veld van opleggingen en geef de waarde **0** in. In de **Constructie-afbeelding** wordt aan het begin van de ligger een oplegging weergegeven.
 8. Ga met de muis (of de pijltjestoetsen) één veld omlaag en geef de waarde **2** in. Er verschijnt een oplegging op 2 meter.
 9. Ga met de muis (of de pijltjestoetsen) één veld omlaag en geef de waarde **10** in. Er verschijnt een oplegging op 10 meter, aan het einde van de ligger
- De geometrie van de Doorgaande Ligger in dit voorbeeld is nu compleet.

Oefening: Invoeren lasten Doorgaande Ligger

1. Klik in de werkbalk boven in het scherm op **Lastdefinitie**
2. Klik in definitiescherf op het symbool voor eigengewicht, en druk op de **Enter** toets.
3. Selecteer Belastingsgeval I (BG1) en voer de naam **Permanente bel.** in.
4. Klik in het definitiescherf op de knop **Eigen Gewicht** en klik daarna op **Pas toe** (of druk op de Enter-toets)
5. Klik in het definitiescherf op de knop **Gelijkmatige belasting** en vul bij Waarde **5** in en klik daarna op **Pas toe** (of druk op de Enter-toets)
6. Maak een nieuw Belastingsgeval aan (klik op het pijltje rechts van BG1 en kies voor nieuw)
Geef het nieuwe Belastingsgeval de naam **Veranderlijk**.
7. Klik in het definitiescherf op de knop **Gelijkmatige belasting** en vul bij Waarde **7** in en klik daarna op **Pas toe** (of druk op de Enter-toets)
8. Klik in de werkbalk boven in het scherm op **Belastingscombinaties**.
9. Onder in het scherm verschijnt een tabel. Voor elk type Belastingscombinatie is een tabblad.
10. Maak de volgende Fundamentele combinaties aan:

	<u>F.C.1</u>	<u>F.C.2</u>
BG1	1.20	1.35
BG2	1.50	

11. Maak de volgende Incidentele combinaties aan:

	<u>I.C.Uon</u>	<u>I.C.2</u>
BG1	1.00	1.00
BG2		1.00

Oefening: Doorgaande liggers met Veranderlijke belasting

1. Start een nieuw project  voor Doorgaande liggers.
2. Kies voor Liggerinvoer geometrie  en voer een ligger in met lengte 12 meter, rechthoekige doorsnede breed 0.3 x hoog 0.5 meter, materiaal B25 en (scharnierende) opleggingen op 0, 4, 8 en 12 meter.
3. Kies voor  om de grafische weergave de maximaliseren.
4. Kies voor  en voer een belastingsgeval in met een gelijkmatige belasting van 10 kN/m¹. BG1 is nu handmatig aangemaakt.
5. Kies voor  waarna een dialoog verschijnt waarmee veranderlijke belasting kan worden gegenereerd. Kies voor woongebouw, verdiepingsvloer en artikel 8.2.2.1a (vloer). Kies voor aanbrengen van deze belasting van 0 tot L (=einde ligger) en een overspanning aan het begin en eind van 4 meter.
6. Kies voor OK. Er worden nu drie belastingsgevallen met representatieve lastwaarde van $4 \times 1.75 = 7.00$ kN/m¹ gegenereerd. (zie BG2, 3 en 4)
7. Kies hierna voor de opdracht belastingscombinaties  en gebruik de belastingscombinatiegenerator om de combinaties samen te stellen.
8. Hierna kan de berekening op de gebruikelijke wijze worden uitgevoerd.

Mechanica berekening

Klik op de knop **Mechanica berekening**. Hiermee worden alle krachten en vervormingen berekend.

Oefening: Momenten optimaliseren

1. Klik in de werkbalk boven in het scherm op **Staaflcrachten**
2. Klik in de **Constructie-afbeelding** op het middelste steunpunt. Deze is nu rood gekleurd.
3. Bekijk de waarden van de momenten.
4. Klik op het middensteunpunt, houdt de linker muistoets ingedrukt en verplaats de oplegging iets naar rechts (interval is 0.1 meter, zie in de statusbalk rechtsonder) en laat daarna de muisknop los.
5. Zie dat de momentwaarden gelijk aangepast zijn.
6. Verplaats de middelste oplegging zodanig dat het steunpunts- en veldmoment de voor u de meest gewenste waarde hebben.

Oefening: Opleggingreactie optimaliseren

1. Klik in de werkbalk boven in het scherm op **Oplegreacties**
2. Klik in de **Constructie-afbeelding** op het middelste steunpunt. Deze is nu rood gekleurd.
3. Bekijk de waarden van de oplegreacties.
4. Klik op het middelste steunpunt, houdt de linker muistoets ingedrukt en verplaats de oplegging iets naar rechts (interval is 0.1 meter, zie in de statusbalk rechtsonder) en laat daarna de muisknop los.
5. Zie dat de oplegreacties gelijk aangepast zijn.
6. Verplaats de oplegging zodanig dat de oplegreacties voor u de meest gewenste waarde hebben.

Staalcontrole NEN6770/71

In dit hoofdstuk gaan we de werking van de staaltoetsing volgens de NEN 6770/71 behandelen.

1. Open het project mx6770_1.mxf in de map **Samples**. Dit voorbeeldproject is gebaseerd op 2D raamwerken. Het bevat de invoer van een constructie zoals afgebeeld in het Tekeningvenster.
2. Klik op het hoofdstuk **Berekening** in de werkbalk boven in het scherm en kies voor L.E. berekening. De mechanica berekening wordt nu uitgevoerd.
3. Klik op het hoofdstuk **Start Staalcontrole** in de werkbalk boven in het scherm.
4. Links op het scherm is nu de werkbalk met opdrachten voor de staaltoetsing.
5. Rechts de Constructie-afbeelding en onderin het scherm een Tabelvenster. Via de tabbladen van dit venster kunt u zowel de invoer als de resultaten raadplegen.

Oefening: Instellingen voor kiptoetsing.

1. Kies de opdracht Kipsteunen in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm. Linksboven verschijnt het Definitie scherm voor de kiptoeetsing, hierin definiëren we zowel de **Aangrijphoogte** van de last(en), de **Randvoorwaarden met betrekking tot Kip** van het begin en het eind van de ligger, als de positie van **Kipsteunen** voor zowel de boven als de onderflens. Standaard wordt voor de Aangrijphoogte op de Neutrale as aangenomen. De randvoorwaarden voor begin en eind van de staaf staat standaard op **Vast**. Dit kan worden gewijzigd in **Onderflens** of **Overstek**. De positie van de Kipsteunen geven we absoluut aan in meters t.o.v. begin van de staaf. Meerdere kipsteunen scheiden we met een komma. Bijvoorbeeld: 2,4,6 (kipsteun op 2, 4 en 6 meter).
2. Verander in het definitie scherm bij **Aangrijphoogte** last voor **Neutrale as**. Kies bij randvoorwaarden eind voor **Overstek**.
3. Vul voor kipsteun in: 2,4,6 en klik staaf S6 aan. Er verschijnen nu kipsteunen op de ingevoerde afstanden.
4. Vul voor kipsteun in: 2x en klik staaf S7 aan. Er verschijnen nu 2 kipsteunen die met drie gelijke afstanden worden aangebracht.
5. Vul voor kipsteun in: 1h en klik op staaf S5. Er verschijnen nu kipsteunen met een tussenafstand van 1 meter hart-op-hart.

6. Combinaties van bovenstaande invoer is ook mogelijk, bijvoorbeeld 2,4,1h
7. Klik hierna op **Start staalcontrole** om de ingevoerde gegevens door te rekenen.

Oefening: Instellingen voor kniklengte berekening.

De



1. Kies de opdracht **Kniklengte** in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm.
Links boven verschijnt het Definitievenster waarin kniklengte om de Y-as (in het vlak van het spant) en om de Z-as (loodrecht op het spantvlak) kunnen worden gedefinieerd.
De methoden zijn:
 - Geschoord
 - Ongeschoord
 - Conservatief geschoord
 - Handmatig
 Standaard staat voor alle staven de methode op Conservatief geschoord (is gelijk aan de systeemlengte). Binnen MatrixFrame 2D raamwerken is voor de kniklengte om de **Z-as** alleen de methode Conservatief geschoord en Handmatig beschikbaar.
2. Kies voor Y-as **Ongeschoord** en Z-as **Conservatief geschoord**. Klik achtereenvolgens op de twee meest linker kolommen in het Tekeningvenster. De kniklengte wordt direct berekend zodra een staaf in het Tekeningvenster wordt aangeklikt of de methode van berekenen in het Tabelvenster wordt aangepast. Het resultaat ziet u in het Tabelvenster in de kolom **Kniklengte**. De methode van berekenen wordt weergegeven in de kolom **Methode**.
3. Kies voor Y-as en Z-as **Conservatief geschoord**. Klik achtereenvolgens op de twee meest rechter kolommen in het Tekeningvenster.

Oefening: Instellingen voor brandwerendheid



1. Kies de opdracht Brandwerendheid
2. Ga naar het hoofdstuk Lasten en kies voor Belastingcombinaties.
3. Selecteer het tabblad Bijzonder en maak de volgende combinatie aan: $1,2 \times \text{Permanente belasting} + 0,75 \times \text{Veranderlijke belasting I, I}$.
4. Klik op het hoofdstuk **Berekening** in de werkbalk boven in het scherm en kies voor **L.E. berekening**. De mechanica berekening wordt opnieuw uitgevoerd.
6. Klik op het hoofdstuk **Start Staalcontrole** in de werkbalk boven in het scherm en ga naar knop **Brandwerendheid** aan de linkerkant van het scherm.
5. Kies in het definitievenster voor **Ligger statisch onbepaald**.
6. neem voor de vereiste brandwerendheid 30 minuten en kies voor een onbeschermd profiel.
7. De bovenzijde van de ligger wordt niet aangestraald. Dit wordt aangegeven door het vinkje **boven** aan te zetten.
8. Pas deze instelling toe op alle liggers in de Constructieafbeelding.
9. Kies nu voor kolom boven in het scherm en vul de waarde 1 in bij **kniklengte bij brandtemp**.
10. De kolommen zijn rondom afgeschermd, zet de vinkjes aan bij boven, onder, links en rechts.
11. Ken deze instelling toe aan alle kolommen.

Oefening: Instellingen voor berekening van Fv;tot

1. Kies het tabblad **Fv;tot** in het **Tabelvenster**.
In deze tabel kunt u voor pendelstaven aangeven door welke staven ze gestabiliseerd worden. Wordt een staaf door meerdere staven gestabiliseerd dan voert u deze staven in gescheiden door een komma. Op basis hiervan wordt automatisch de Fv;tot voor de betreffende kolommen berekend.
2. Vul bij staaf S3 in de kolom **Gestabiliseerd door Y** in S1,S2. Vul hetzelfde in bij staaf S4. Hiermee is bepaald dat de staven S1 en S2 de stabiliteit verzorgen voor de staven S3 en S4.
3. Kies voor **Start staalcontrole** en ga daarna naar het tabblad **Stabiliteit**. Zie dat de Nc;s;d en de Fy;tot;s;d verschillend zijn.
4. Als kolom S1 korter wordt gemaakt (door bijvoorbeeld de Z-waarde van knoop K1 van 0 naar -2 te wijzigen) houdt MatrixFrame bij het berekenen van de Fv;tot automatisch rekening met het verschil in stijfheden van S1 en S2.

Oefening: Instellingen voor de toetsing van de vervormingen.

1. Kies de opdracht **Vervormingen** in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm.
2. Kies bij Geometrie voor **Dak** en kies daarna bij Toets voor **Dak+personen**. Ken deze waarden toe aan staaf S5, S6, S7 en S8 door met de muis in de Constructie-afbeelding op deze staven te klikken. Zie dat deze gegevens ook in het Tabelvenster worden ingevoerd.
3. Kies nu in het definitievenster bij Geometrie voor **Kolom** en bij Toets voor **Algemeen**. Ken deze waarden nu toe aan de kolommen door in de Constructie-afbeelding op de betreffende staven te klikken.
4. Beweeg de muis naar de kolom **Eis Ueind** en **Eis Ubij**. Er verschijnt een Tooltip met daarin de maximaal toelaatbare vervorming.
5. Klik op **Start staalcontrole**. De toetsing wordt nu uitgevoerd.
6. Klik op het tabblad **Doorbuiging** en zie dat nu ook de berekende waarden in het Tabelvenster zijn ingevuld. De toetsing van de doorbuiging wordt uitgedrukt in de vorm van een Unity Check (UC) Dit verhoudingsgetal is de optredende waarde gedeeld door de toelaatbare waarde. De weergave in UC maakt het mogelijk de toetsing op vervormingen ook in het histogram te tonen.

Oefening: Resultaten staaltoetsing beoordelen.

1. Kies het tabblad **Doorsnede** in het Tabelvenster. In de een na laatste kolom **U.C. Drsn.** staat de unity check voor de doorsnede toetsing. Als de unity check rood wordt weergegeven, voldoet deze niet. In de kolom **B.C.** staat de combinatie vermeld waarbij de grootste unity check optreedt en in de kolom **X** de positie vanaf de beginknoop. Ter informatie staat in de laatste kolom **U.C. max** de maximale unity check. Dit is de maximale waarde van alle toetsingen.
2. Kies het tabblad **Stabiliteit** in het Tabelvenster. In de een na laatste kolom **U.C. stap.** staat de unity check voor de stabiliteittoetsing. Als de unity check rood wordt weergegeven voldoet deze niet. In de kolom **B.C.** staat de combinatie vermeld waarbij de grootste unity check optreedt. Naast deze kolom staan een aantal kolommen met gegevens van de kip en knik toetsing. Ter informatie staat in de laatste kolom **U.C. max** de maximale unity check. Dit is de maximale waarde van alle toetsingen. Kijk op dezelfde wijze in de tabbladen voor torsie.
3. Kies het tabblad **Vervormingen** in het Tabblad venster. De laatste kolom **U.C.max** geeft ook hier ter informatie de maximale UC van alle toetsingen. De twee kolommen hiervoor **Ueind** en **Ubij** geven unity checks van respectievelijk de einddoorbuiging en de bijkomende doorbuiging. In geval de te toetsen staaf een Kolom is, geeft **Ueind** de unity check van de verplaatsing van de kolom zelf weer. In geval het toetstype meer bouwlagen betreft, geeft **Ubij** de unity check van de verplaatsing van de kolom ten opzichte van de totale gebouwhoogte weer.
4. Kies het tabblad **Brandwerendheid** in het Tabelvenster. De kolom **Berekende grens- Tijd(min)** geeft de maximale brandwerendheid aan in minuten en de kolom er naast **Temp.** geeft de kritieke staaltemperatuur aan. In de een na laatste kolom **U.C.Brand** staat de unity check voor brandwerendheidstoetsing. Als de unity check rood wordt weergegeven, voldoet deze niet. Ter informatie staat in de laatste kolom **U.C. max** de maximale unity check. Dit is de maximale waarde van alle toetsingen.
5. Kies nu voor het tabblad brandwerendheidsgrafiek in de Constructie-afbeelding. In deze grafiek voor elke staaf het verloop van de staaltemperatuur en vloeispanning als functie van de tijd weergegeven.

Oefening: Histogram.

1. Kies de opdracht **Histogram** in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm. U ziet een Histogram waarin de unity check per staaf wordt getoond. Ga met de muis naar een kolom in het Histogram. U ziet een tooltip verschijnen met daarin vermeldt de maatgevende unity checks per toetsing.
2. Boven in het venster van het Histogram, kunt u kiezen voor een handmatige profieloptimalisatie. De eerste knop is kiezen voor het eerstvolgende kleinere profiel en de tweede knop is kiezen voor het eerstvolgende grotere profiel. Druk een knop in en klik vervolgens in een staafdiagram. Het profiel wordt nu gewijzigd en direct zijn de bijbehorende unity checks berekend. Met de linker muistoets bladert u de ene kant op. Met de rechter muistoets bladert u in de andere kant op. Het bladeren gebeurt binnen dezelfde profielserie.

LET OP: Hierbij wordt uitgegaan van de mechanica berekening en krachten die horen bij het oorspronkelijke profiel. De unity checks zijn dus indicatief. U dient dus altijd de mechanica berekening opnieuw uit te voeren! Indien u dit niet doet, verschijnt er een waarschuwing met aanbeveling dit alsnog te doen.

Oefening: Profielkeuze handmatig aanpassen.

1. Kies de opdracht **Profielgegevens** in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm.
2. Kies een IPE300 in het Definitievenster en klik achtereenvolgens op meest linker ligger. Omdat aanpassing van de constructie heeft plaatsgevonden en de toetsing niet meer overeenkomt met de constructie wordt automatisch de toetsing in de tabbladen **Doorsnede** en **Stabiliteit** op N/B (niet berekend) gezet. Ook de knop **Start staalcontrole** in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm is niet meer actief. Na een aanpassing van de constructie zal altijd opnieuw gerekend moeten worden.



3. Klik op het hoofdstuk **Mechanica berekening** in de werkbalk boven in het scherm. Start opnieuw de mechanica berekening.



4. Klik op het hoofdstuk **Staalcontrole** in de werkbalk boven in het scherm. Klik op de opdracht **Start Staalcontrole** in de werkbalk links in het scherm. De toetsing wordt nu opnieuw uitgevoerd met de rekenresultaten overeenkomstig de aanpassing van de constructie. Alle instellingen voor de toetsing zijn bewaard gebleven. Het resultaat van de toetsing kan weer bekeken worden in de tabbladen **Doorsnede**, **Stabiliteit** en **Vervormingen** in het Tabelvenster.

Oefening: Profielen automatisch optimaliseren.

1. Naast de handmatige aanpassing van de profielkeuze kan het programma zelf op zoek gaan naar het lichtste profiel in een serie dat nog aan de toetsing voldoet.
2. Klik op de opdracht **Staaloptimalisatie** in de werkbalk aan de linkerkant van het scherm. Per profiel wordt nu de optimalisatie gestart. In het voorbeeld verwijzen staaf S1 en S2 naar profiel P1. Na de optimalisatie zullen beide profielen nog steeds naar P1 verwijzen. Profielen met eenzelfde label zullen na een optimalisatie hetzelfde blijven. Nadat alle profielen geoptimaliseerd zijn, wordt automatisch de mechanica berekening opnieuw uitgevoerd. Met de mechanica resultaten behorende bij de nieuwe profielkeuze wordt de staaltoetsing opnieuw uitgevoerd.

Staalverbindingen NEN6772

In dit hoofdstuk gaan we de werking van de Staalverbinding ontwerp en toetsing volgens de NEN 6772 behandelen. De werking van Staalverbindingen wordt behandeld aan de hand van een project dat reeds is ingevoerd.

De te ontwerpen verbindingen zijn Geboute Kopplaatverbindingen. Dat wil zeggen elke verbinding is een aan de uiteinde van een profiel gelaste kopplaat die met behulp van bouten (of ankers) aan een ander profiel (of fundering) wordt bevestigd.

De (hoofd)typen zijn:

- Voetplaat verbinding: Het profiel met de kopplaat wordt bevestigd met ankers aan betonnen fundering.
- Ligger-Kolomverbinding: Het profiel met de kopplaat wordt bevestigd met bouten tegen de flens van een ander profiel.
- Stuikverbinding: Het profiel met de kopplaat wordt bevestigd met bouten tegen de kopplaat van een ander profiel.

Daarnaast is er een koppeling met het programma MatrixTools Verbindingen beschikbaar. Deze koppeling geeft gegevens over de geometrie en krachswerkingen door aan dit programma. De werking van deze koppeling staat separaat beschreven.

Voor de profielen worden de volgende omschrijvingen door het programma gehanteerd:

- Doorgaand:** Bij Voetplaat: Het profiel met een aan het uiteinde gelaste kopplaat.
 Bij Ligger-Kolomverbinding: Het profiel tegen wiens flens een ander profiel met kopplaat wordt bevestigd met bouten.
 Bij Stuikverbinding Een van de twee profielen met aan het uiteinde gelaste kopplaat.
- Aangesloten:** Bij Voetplaat De oplegging waaraan een profiel met kopplaat wordt bevestigd.
 Bij Ligger-Kolomverbinding Het profiel met een aan het uiteinde gelaste kopplaat die tegen de flens van een ander profiel wordt bevestigd.
 Bij Stuikverbinding Een van de twee profielen met aan het uiteinde gelaste kopplaat.

1. Open het project Mx6772_1.mxf in de map **Samples**. Dit project bevat de invoer van een constructie zoals afgebeeld in het Tekeningvenster. Op deze constructie zijn met de lastengenerator de permanente, wind en sneeuw lasten gegenereerd en de combinaties bepaald.
2. Klik op het hoofdstuk **Mechanica berekening** in de werkbalk boven in het scherm. Kies voor Lineair Elastische berekening.
3. Klik op het hoofdstuk **Staalverbindingen** in de werkbalk boven in het scherm.
4. Links op het scherm is nu de werkbalk met opdrachten voor het definiëren en toetsen van Staalverbindingen. Rechts zien we de Constructie-afbeelding en onderin het scherm een Tabelvenster. Via de tabbladen van dit venster kunt u zowel de invoer als de resultaten raadplegen.

Oefening: Verbindingstypen definiëren .

1. Klik in de linker werkbalk op **Type**. Onder in het scherm verschijnt een Tabelvenster. Het tabblad Type is actief. In de tabel zien we per regel een verbinding. Elke verbinding krijgt een label C[nummer].
2. De tabel is standaard al door het programma ingevuld. Er zijn drie kolommen die we kunnen invullen/wijzigen: Doorgaand, Aangesloten en Type. In ons voorbeeld voor verbinding C4 het type wijzigen.
3. Klik in de tabel bij Verbinding C4 in de kolom Type. Er verschijnt rechts in het veld een pijltje. Klik hierop en kies vervolgens uit het keuzevenster voor **Stuikverbinding**.
4. I.v.m. het vervolg van de oefening zetten we het type weer terug op Ligger-Kolom verbinding.
5. Klik in de regel van verbinding C4, op het veld Doorgaand, klik op het pijltje en kies voor S4.

We hebben nu alle type verbindingen ingesteld, en ook bij de knopen ingesteld welke staaf worden aangesloten, en op welke staaf.

Oefening: Kolom voetplaat ontwerpen .

1. Klik in de linker werkbalk op Kolomvoetplaat. Linksboven verschijnt het **Definitievenster** voor Kolomvoetplaat verbindingen. Rechts een venster met de **Constructieafbeelding**. Dit venster heeft twee tabbladen: **Constructieafbeelding** en **Tekening C(nummer)**. Onder in het scherm verschijnt een Tabelvenster met het tabblad Kolomvoetplaat actief. In de tabel zien we per regel een Kolomvoetplaat verbinding. Het linkergedeelte van de tabel bevat ontwerp gegevens. Rechts in de kolom **Unity Check** komen na het uitvoeren van de berekening de Unity Checks van betreffende verbinding..
2. In het definitievenster kunnen we een ontwerp voor de verbinding maken. De in te vullen velden zijn logisch geordend. Onder in het definitievenster zien we een aantal knoppen, deze knoppen dienen als hulp voor het invullen van het definitievenster, we komen hier later op terug. In het definitievenster wordt altijd een ontwerp weergegeven. Alleen in de tabel staan de gedefinieerde verbindingen van onze constructie.
3. We gaan nu een Kolomvoetplaatverbinding ontwerpen voor de linker kolom, verbinding C1 in ons voorbeeld. Voor het gemak vragen we het programma om met een voorstel te komen.
4. Klik in het definitievenster op de knop **Voorstel..**. Een venster met de naam **Geometrisch Voorstel** komt te voorschijn. We geven hierin aan dat we een voorstel willen **op basis** van de geometrie van verbinding C1: Kies in het veld **Verbinding** voor C1, en klik vervolgens op OK. Let op, we definiëren verbinding C1 dus niet, maar maken een ontwerp op basis van C1.
5. Het definitievenster is nu gevuld met een voorstel. Controleer de waarden die het programma heeft ingevuld.
6. Klik voor een grafische weergave van ons ontwerp in het rechter scherm op het tabblad **Tekening Cuser**. De naam van het tabblad geeft weer welke verbinding getoond wordt. Cuser is de verbinding zoals die in het definitiescherm is ingegeven.
7. We gaan nu een aantal wijzigingen doorvoeren. Dubbelklik met de muis in het definitiescherm op het veld **Pz**, en vul **80** in. klik daarna op een willekeurig ander veld. In het rechterscherm zien we gelijk onze aanpassing getekend.
8. Dubbelklik nu op het veld **ey** en vul hier **-45** in. Klik daarna op een ander veld. In tekening rechts kunnen we gelijk de wijziging zien.
9. We gaan ons ontwerp nu toekennen aan Verbinding C1 van onze constructie. Klik rechts op het tabblad **Constructie-**

afbeelding , en klik op het uiteinde van staaf S1 (aan de kant van de oplegging). De label C1 wordt in de afbeelding nu blauw, d.w.z. dat deze verbinding qua geometrie mogelijk is.

10. We gaan hetzelfde ontwerp ook toekennen aan Verbinding C5, klik op de uiteinde van staaf S4.
11. Klik nu in de tabel op de regel van verbinding C1, Klik daarna op het tabblad Tekening C1 van het venster met de Constructie-afbeelding. We zien nu de Voetplaatverbinding C1.
12. Klik nu in de tabel op de regel met verbinding C5, in het scherm met de verbindingstekening zien we nu automatisch de tekening van verbinding C5.
13. Op twee manieren kunnen we nu wijzigingen doorvoeren aan onze verbindingen, 1) rechtstreeks in de tabel waardes wijzigen, of 2) in het definitiescherm een nieuw ontwerp maken en *daarna opnieuw toekennen aan de constructie* ! we hoeven dit nieuw ontwerp niet van begin af aan te doen, door eerst in de tabel op een verbinding te klikken wordt het nieuw ontwerp alvast gevuld met de gegevens van die verbinding, het blijft echter een nieuw ontwerp, en deze moet altijd opnieuw aan een verbinding te worden toegekend door met de muis in de Constructie-afbeelding op betreffende verbinding te klikken!
14. We gaan nu de verbindingen controleren, Klik in de linker werkbalk op de (bovenste) knop voor het uitvoeren van de berekening.
15. Omdat we de andere type verbindingen nog niet gedefinieerd hebben, zal het programma melden dat deze verbindingen incorrecte gegevens bevatten. Omdat we voorlopig alleen geïnteresseerd zijn in onze Kolomvoetplaatverbindingen negeren we de meldingen en gaan verder door op **OK** te klikken.
16. Controleer in de tabel of alle kolommen van Unity Checks OK zijn. In de laatste kolom staat de maximale Unity Check. Willen we meer gedetailleerde informatie dan OK, dan gaan we met de muis op de betreffende OK staan, er verschijnt dan een Tooltip met per Unity Check de uitkomst, en volgens welke Norm Artikel de Check is uitgevoerd.

Oefening: Ligger-Kolom verbinding ontwerpen.

1. Klik in de linker werkbalk op Ligger-Kolom verbinding. Links boven verschijnt nu het definitiescherm voor het ontwerpen van de Ligger-Kolom verbinding, en van de tabel onder in het scherm wordt het tabblad Ligger-Kolom actief.
2. Bekijk het definitiescherm Ligger-Kolom. Het definitiescherm voor Ligger-Kolom werkt volgens hetzelfde principe als het definitiescherm voor Kolomvoetplaat. Naast de knoppen onder in het definitiescherm is het scherm in vijf gedeeltes opgedeeld:
 - a) **Schema**. In dit deel een schematische weergave van de verbinding ter verduidelijking van de in te voeren velden. Afhankelijk van welke veld men in wil vullen wordt een schema weergegeven.
 - b) **Bouten**. Hier definieert u de bout eigenschappen, en de boutafstanden.
 - c) **Verstijvingen**. Hier geeft u aan welke verstijvingen u wilt toepassen, en indien van toepassing de maten van de verstijving.
 - d) **Kopplaat**. Hier geeft u de positie van de kopplaat aan t.o.v. het profiel; de maten en kwaliteit van de kopplaat. Verder ook de kwaliteit van de lassen , en de lasdikte.
 - e) **Ligger-Kolom** profielgegevens. Hier staan ter informatie profielgegevens van de Kolom en Ligger.
3. Klik in het definitiescherm in het vak **Bouten** op het veld **w**. De schematische weergave wordt gelijk aangepast. We zien nu duidelijk wat elk veld voorstelt. Vul bij binnen rijen, in het veld **nieuw** 40 mm in. De naam van het veld krijgt de naam Pi1 (eerste steekafstand binnenrij).
4. Klik vervolgens in het vak **Verstijvingen**. Plaats een vink bij console, bekijk gelijktijdig de schematische weergave. Plaats ook een vink bij consoleflens. Bekijk de schematische weergave en haal de vinkjes weer weg. Plaats ook vinkjes bij de andere verstijvingen en bekijk dan de schematische weergave. Bij Opdikplaat hebben we een pulldown scherm, klik bij Opdikplaat op het pijltje, en kies een van de mogelijkheden. Bekijk de schematische weergave.
5. Wanneer we nu een verbinding willen ontwerpen, weten we nu waar we wat moeten invullen, en welke verbinding soorten voor de Ligger-Kolom verbinding allemaal mogelijk zijn. Voor we verder gaan met het ontwerp, maken we het definitiescherm schoon: klik op de knop **Nieuw** onder in het definitiescherm.
6. Klik in het definitievenster op de knop **Voorstel**. Een venster met de naam **Geometrisch Voorstel** komt te voorschijn. We duiden hierin aan dat we een voorstel willen op basis van de geometrie van verbinding C2: kies in het veld **Verbinding** voor C2, (Let op, we definiëren verbinding C2 dus niet, maar maken een ontwerp op basis van C2). We moeten ook aangeven of de kopplaat aan de **bovenzijde** een extensie heeft of niet. In ons voorbeeld kiezen we voor **Geen Ext.** (De keuze is actief als het rondje links van de tekst zwart is). Klik nu op OK. Het definitiescherm is nu gevuld met een voorstelontwerp.
7. Klik in de **Constructie-afbeelding** op het tabblad **Tekening Cuser**. Cuser duidt aan dat het om een ontwerp gaat.
8. We gaan nu het ontwerp aanpassen, klik in het Definitiescherm, in het vak **Bouten**, op het veld **w**. Verander het aanwezig getal in 70, en klik met de muis op een ander veld. In de tekening rechts zien we gelijk de aanpassing weergegeven. Vul nu voor **Pi2** 50 mm in en voor **Pi3** 95 mm in.
9. Ons ontwerp is nu klaar, en gaan we toekennen aan verbinding C2: Klik in de **Constructie-afbeelding** op het tabblad **Constructie-afbeelding**. Klik daarna op Staaf S2 aan de kant van knoop K2. De label C2 krijgt nu een blauwe kleur. Dit betekent dat ons ontwerp qua geometrie geaccepteerd is voor verbinding C2.
10. We gaan nu een ontwerp maken voor verbinding C4. Klik in het definitiescherm op **Voorstel**. Geef in het venster Geometrie Voorstel bij Verbinding aan dat we ons ontwerp willen maken op basis van C4, klik daarna op OK.
11. Ken het ontwerp toe aan verbinding C4 door in de Constructie-afbeelding op Staaf S3 aan de kant van Knoop K4 te klikken. Wanneer de label C4 rood wordt betekend het dat ons ontwerp qua geometrie niet voldoet voor verbinding C4.
12. In de tabel zien we bij verbinding C4 het woord Bouten rood gekleurd, ga met de muis cursor boven op dit woord staan. Er verschijnt nu een venster met details.
13. We gaan nu ons ontwerp aanpassen, en daarna opnieuw toekennen aan verbinding C4.
14. We gaan het ontwerp niet van begin af opnieuw maken, we vullen het definitiescherm vast met de waarden van verbinding C4: klik in de tabel op een willekeurig **wit** veld van verbinding C4. Het definitiescherm is nu alvast gevuld met de waardes van verbinding C4. Let op! In het scherm staat nooit een verbinding uit de constructie (C1, C2, C3 etc) . Het definitiescherm geeft altijd een ontwerp weer. Door op een verbinding in de tabel te klikken, kunnen we het ontwerp wel vast vullen met waarden van die verbinding.
15. Klik in Constructie-afbeelding op het tabblad Tekening. Vul in het definitiescherm, vak bouten, voor Pi2 75 mm in, en voor Pi3 125 mm.
16. Klik op het tabblad Constructie-afbeelding, en ken het nieuw ontwerp toe aan verbinding C4 door daar met de muis op te klikken. Wanneer ons ontwerp wat betreft geometrie voldoet voor verbinding C4 wordt de label C4 blauw.

17. We gaan nu de verbindingen controleren. Klik in de linker werkbalk op de (bovenste) knop voor het uitvoeren van de berekening.
18. Wanneer we andere type verbindingen nog niet gedefinieerd hebben, zal het programma melden dat deze verbindingen incorrecte gegevens bevatten. Omdat we voorlopig alleen geïnteresseerd zijn in onze Kolomvoetplaatverbindingen negeren we de meldingen en gaan verder door op **OK** te klikken.
19. Controleer in de tabel of alle kolommen van Unity Checks OK zijn.
20. We zien dat bij verbinding C4 de lassen niet voldoen. We gaan dit keer geen nieuw ontwerp maken, maar verbinding C4 zelf aanpassen. We doen dit in de tabel.
21. Pas in de tabel op de regel van verbinding C4 de lasdikte a-flens en a-lijf aan. Maak a-flens 7 mm en a-lijf 5 mm.
22. Klik in de linker werkbalk op de (bovenste) knop voor het alleen uitvoeren van de toetsing, klik op de een na bovenste knop om ook de gehele constructie opnieuw door te rekenen op basis van de nieuwe verbindingstijfheden.
23. Controleer in de tabel of de verbinding nu wel voldoet.

Oefening: Ligger-Kolom verbinding aanpassen

1. Open het project van de vorige oefening en definieer de verbindingen volgens de vorige oefening.
2. Klik links in de werkbalk voor Ligger-Kolom verbinding.
3. Klik op het tabblad **Ligger-Kolom UC Histogram**. We zien nu een histogram, met per onderdeel van de verbinding een grafische weergave van de Unity Check. Ga met de muiscursor op een van de histogramstaven staan, en er verschijnt een venster met gedetailleerde gegevens. Loop zo met de muiscursor alle histogramstaven af, en bestudeer de gedetailleerde gegevens.
4. Klik in de **Tabel** op verbinding C4. (Zodat het aanwijspijltje links in de tabel de regel met verbinding C4 aanwijst).
5. De histogram geeft nu waarden voor verbinding C4. Loop de histogram af en bestudeer de waarden. We zien dat de lassen het zwaarst belast zijn, en de bouten het minst. We gaan nu in de tabel de lasdikte voor de flens vergroten, en het aantal boutrijen verminderen.
6. Verander in de tabel de lasdikte a-flens in 9 mm.
7. Klik in de tabel (op de regel van verbinding C4) op het veld Bouten, klik daarna op het rechter zwarte pijltje in het veld Bouten.
8. Er verschijnt nu een kleine tabel met de boutrijen. Verwijder Pi3 ,maak Pi1 40 mm, Pi2 200mm. Klik bij de **Constructie-afbeelding** op het tabblad **Tekening C4**, we zien dat we nu twee boutrijen hebben.
9. Klik in de linker werkbalk op de knop **Berekening Uitvoeren**, en klik vervolgens op het tabblad **Ligger-Kolom Histogram**. Loop met de muiscursor de histogramstaven af, en bestudeer de waarden.
10. Sla het project op onder een andere naam: Kies in de menubalk voor **Bestand, Opslaan als**, en geef een andere naam in.

Oefening: Ligger-Kolom classificatie controleren

1. Open het project dat we opgeslagen hebben bij de vorige oefening.
2. Klik links in de werkbalk voor **Ligger-Kolom** verbinding.
3. Klik links in de werkbalk voor **Berekening Uitvoeren**.
4. Klik in de tabel op verbinding C2.
5. Klik op het tabblad **M Phi**. We zien nu een diagram die de relatie tussen Moment en hoekverdraaiing aangeeft. De rode lijn geeft de M Phi relatie weer van de verbinding. Het M Phi diagram geeft dus het niet lineaire veergedrag weer van de verbinding. Wanneer de veerwaarde van een verbinding zo is dat een relatief groot moment nodig is voor een kleine hoekverdraaiing, spreken we van een stijve verbinding, wanneer een relatief klein (tot geen) moment nodig is voor een grote hoekverdraaiing spreken we van een scharnier. Wanneer het Moment Hoekverdraaiings gedrag van een verbinding zich hier tussen bevindt (niet stijf en geen scharnier) spreken we van een flexibele verbinding. De norm geeft aan bij welke veerwaarde we van een stijve, flexibele of scharnierende verbinding spreken. In de M Phi diagram wordt de grens tussen stijf en flexibel weergegeven door een blauwe lijn. (gestippeld wanneer onze constructie ongeschoord is, ononderbroken wanneer onze constructie geschoord is). De grens tussen flexibel en scharnierend wordt weergegeven door een groen lijn. Voorts zien we drie horizontale zwarte lijnen die respectievelijk 2/3, 1 en 1.2 keer Het plastisch moment van de ligger aangeven.
6. Met het M Phi diagram kunnen we dus in een oogopslag het gedrag van onze verbinding zien, met betrekking tot zowel de rotatie stijfheid als de sterkte (t.o.v. de ligger) van de verbinding. Bestudeer voor zowel verbinding C2 als verbinding C4 de diagrammen, door in de tabel afwisselend op de betreffende verbinding te klikken. Merk bij verbinding C4 op dat de rode lijn 2/3 Mpl overschrijdt. Kijk ook in de tabel onder de kolom **NL Control** Vergelijk die samen met het M phi diagram voor zowel verbinding C2 als C4 ! We zien dat bij verbinding C2 geen nadere controle nodig is, in tegenstelling tot verbinding C4 welke wel op Art. A 3.37 gecontroleerd dient te worden.
7. Rechts van de kolom **NL Control** zien we de kolom **NL Calc**. Hier kunnen we met een vinkje aangeven of de staafaansluiting zoals we in die ingevoerd hebben bij **Constructie, Staafaansluiting** moet vervangen worden door het **M Phi diagram**. Wanneer de classificatie van een verbinding Stijf is, mag de staafaansluiting geschematiseerd zijn als momentvast, wanneer de classificatie van de verbinding Scharnierend is, mag de staafaansluiting geschematiseerd zijn als een scharnier. Bij de classificatie Flexibel, dient de staafaansluiting geschematiseerd zijn met de juiste veerwaarde. Zouden we de staafaansluiting dan toch als Momentvast hebben geschematiseerd, dan zal dit bij de mechanica uitkomsten geen reëel beeld geven, e.e.a. kan bijvoorbeeld voor de Kip Toetsing een te gunstig beeld geven!. Zoals we gezien hebben in het M Phi diagram is deze veerwaarde niet constant, het invoeren van een constante veerwaarde bij **Constructie, Staafaansluiting**, zal dan ook niet voldoende zijn. Bij **Constructie, Staafaansluiting, Speciaal** kunnen we een niet lineaire veer ingeven. Het programma zal aan de hand van de classificatie van de verbinding in de kolom NL Calc met een vinkje aangeven of de staafaansluiting in het mechanicaschema volgens het M Phi diagram moet zijn. Wanneer u deze niet lineaire optie bezit, kunt u het programma dit automatisch laten doen.
8. Sla het project op onder een andere naam. Bij de volgende oefening maken we gebruik van dit project.

Oefening: Ligger-Kolom classificatie aanpassen .

1. Open het project dat we opgeslagen hebben bij de vorige oefening. U kunt ook uit de map Samples het project mx6772_2.mxf laden. Dan kunt u stap 4 t/m 13 overslaan.
2. Klik links in de werkbalk voor **Ligger-Kolom** verbinding.
3. Klik links in de werkbalk voor **Berekening Uitvoeren**.
4. Klik in de tabel op verbinding C4.
5. Klik op het tabblad **M-Phi**. We zien nu een diagram die de relatie tussen Moment en hoekverdraaiing aangeeft. De rode lijn geeft de M-Phi relatie weer van de verbinding. Het M-Phi diagram geeft het niet lineaire veergedrag weer van de verbinding.
6. We gaan de verbinding nu wijzigen om de classificatie van de verbinding stijf te krijgen. Klik in het definitiescherm op de knop **Nieuw**.
7. Klik op **Voorstel**, kies Verbinding **C4**, klik op het rondje voor **Extensie** en klik op OK.
8. Klik nu op het tabblad **Tekening Cuser**, zodat we gelijk zien hoe ons ontwerp er uit gaat zien.
9. Klik in het definitiescherm in het vak **Kopplaat** op **a**, en vul hier 550 mm voorin. Vul voor a-flens 9 mm in en voor a-lijf 5 mm.
10. Klik nu in het vak **Verstijvingen** op Console (een vinkje verschijnt) en vul voor ac 150 mm in en voor bc 150 mm. Klik op Opdikplaat, en kies voor 2x.
11. Klik nu in het vak Bouten op Py, en vul hier 45 mm in, klik op Pi2, en verander deze in 200 mm. Klik op Buitenrijen nieuw (Po1), en vul hier 80 mm in.
12. Klik nu op het tabblad Constructie-afbeelding en ken het nieuwe ontwerp toe aan verbinding C4. Wanneer we alles goed hebben ingevuld, wordt C4 in blauw weergegeven.
13. Klik nu op de knop Berekening Uitvoeren.
14. Klik in de tabel op verbinding C4, en klik op het tabblad **M Phi**. We zien dat we nu een stijve verbinding hebben gemaakt. We zien ook dat de verbinding volledig sterk is.
15. Kijk in de tabel bij NL Calc. Bij verbinding C2 zien we een vinkje, bij verbinding C4 geen. Verbinding C2 is door het programma geclassificeerd als flexibel. In ons constructieschema mogen we deze staaftaansluiting dus niet schematiseren als een momentvaste verbinding. Verbinding C4 is door het programma geclassificeerd als een stijve verbinding. Onze aanname (momentvast) in het constructieschema was dus juist en mag gehandhaafd blijven.
16. Wanneer u de optie Niet Lineair rekenen voor verbindingen bezit kunt u het programma automatisch de invoer laten aanpassen, daar waar bij **NL Calc** een vinkje staat wordt bij **Constructie, Staaftaansluiting** het **M Phi diagram** van de betreffende verbinding ingevoerd (dus geen constante veerwaarde maar een diagram!).
17. (Bij optie Niet Lineair verende staaftaansluitingen) Klik op de een na bovenste knop (linksboven) **Berekening Uitvoeren**. Het constructieschema wordt nu automatisch aangepast, en een niet lineaire mechanica berekening volgt.

Betoncontrole NEN6720

In dit hoofdstuk gaan we de werking van de betontoetsing volgens de NEN 6720 behandelen. De werking van de betontoetsing wordt behandeld aan de hand van een project dat reeds is ingevoerd.

1. Open het project Mx6720_1.mxf in de map **Samples**. Dit project bevat de invoer van een constructie zoals afgebeeld in het Tekeningvenster.
2. Klik op het hoofdstuk **Mechanica berekening** in de werkbalk boven in het scherm.
3. Klik op het hoofdstuk **Betoncontrole** in de werkbalk boven in het scherm. Aan de linkerkant verschijnt de werkbalk met de opdrachten voor betontoetsing:
 - BetonWizard voor het genereren van een wapeningsontwerp
 - Basisgegevens voor het instellen van de uitgangspunten voor de betonberekening.
 - Beton doorsnede berekening, voor het beschouwen van de wapening per snede.
 - Afbouwen van de wapening, voor de ligging van de wapeningstaven.
 Wanneer we voor een van deze opdrachten kiezen, verschijnen een aantal vensters, rechtsboven de Constructie-afbeelding, linksboven een venster met het geselecteerde constructiedeel en onderin een tabel afhankelijk van de opdracht die we hebben gekozen.

Oefening: Handmatig instellen van de basisgegevens beton

De betontoetsing vindt plaats per constructiedeel. Een constructiedeel bestaat uit een of meerdere staven. We stellen eerst constructiedelen samen door voor elke staaf aan te geven tot welk constructiedeel zij behoort.

Constructiedelen met dezelfde basiseigenschappen (zoals profiel, milieuklasse staalkwaliteit etc.) kunnen we groeperen, we geven dus ook aan tot welke groep een constructiedeel hoort.



Klik op de knop beton geometrie. De tabel **Geometrie** verschijnt met vijf tabbladen: **Definitie**, **Algemeen**, **Dekking**, **Opleggingen** en **Algemeen**. We behandelen nu eerst deze tabbladen:

1. Klik op het tabblad **Definitie**
 Een **Constructiedeel** is een samenstelling van één of meerdere staven tot een constructief te onderscheiden deel. Staven kunnen worden samengevoegd tot constructiedelen door middel van het ingeven van een volgnummer voor het constructiedeel. Zie het tabblad **Definitie** waar staaf S1 en S2 zijn samengesteld tot Constructiedeel C1. De indeling in constructiedelen kan door de gebruiker worden gewijzigd. De software doet na het activeren van de betonmodule zelf een logisch voorstel tot indeling in constructiedelen.
 Een **Groep** is label waaraan diverse eigenschappen van het constructiedeel gekoppeld kunnen zijn. In de twee volgende tabbladen **Groepsgegevens** en **Dekking** worden deze eigenschappen benoemd. Als alle aanwezige constructiedelen dezelfde eigenschappen hebben, kan worden volstaan met één groep (G1) Er binnen een project één van de eigenschappen afwijkend moet zijn, kan worden volstaan met het benoemen van een nieuwe groep (G2) voor enkel de betreffende staaf. Per **Groep** definiëren we hier waardes met betrekking tot de dekking.
2. Klik op het tabblad **Groepsgegevens**
 In dit tabelvenster kunnen per groep eigenschappen worden ingegeven zoals
 Type constructiedeel: is het een Ligger, vloer, T-balk, strook, kolom of muur.

- Staalkwaliteit van de wapening
 - Fabricagewijze: in het werk gestort of prefab
 - Nominale korrelafmeting
 - Afmeting van de stort sleuf
 - Cementklasse
 - Relatieve vochtigheid
 - Tijdstip van ontkisten
 - Tijdstip T
 - Instelling of de kruipfactor uit deze gegevens berekend moet worden of handmatige ingave
3. Klik op het tabblad **Dekking**
In dit tabelvenster kunnen per groep eigenschappen worden ingegeven zoals:
- Reductie: bij prefab fabricagewijze kan voor reductie van de dekking worden gekozen.
 - Voor de bovenzijde, de onderzijde en voor de flank & kop kunnen milieuklasse, wel/niet nabewerkt, wel/niet controleerbaar worden ingesteld. De waarde Min is de minimale dekking volgens de norm vereist. De waarde dekking is waar de gebruiker daadwerkelijk mee wil rekenen. Indien deze waarde kleiner is dan de vereiste waarde volgens de norm, wordt deze rood weergegeven. Er kan wel mee worden gerekend.
4. Klik op het tabblad **Oplegging**
Voor elke oplegging en/of aansluitende staaf van een constructiedeel definiëren we de soort en afmeting, of het toevallig inklemmingsmoment Mti van toepassing is en of de (verschoven) momenten en dwarskrachten gerekend moeten worden van af de systeemmaat (h.o.h) of de dagkant van respectievelijk de oplegging of de aansluitende staaf.
Kies als type oplegging een Geïntegreerde oplegging met voer een oplegbreedte in van 0,6 meter. Klik vervolgens in de laatste kolom Mom en zie dat de momentenlijn afgetopt is. Klik in de één na laatste kolom Dwarskr. en zie dat de dwarskrachtenlijn eveneens afgetopt is.
5. Klik op het tabblad **Constructiedeel**
Per constructiedeel kunnen we tenslotte een omschrijving ingeven. Tevens kan voor het begin en het einde van het constructiedeel een extra lengte worden opgegeven. Deze extra lengte is de extra lengte tussen de systeemmaat en het werkelijke begin en einde van het constructiedeel. Meestal is dit een halve balkbreedte van een aansluitende balk. Deze waarde is noodzakelijk om een correcte detaillering en ligging van de wapening te kunnen bepalen. Geef in dit oefenvoorbeeld als extra lengte voor zowel het begin als het eind 0.20 meter in.

Oefening: Toetsing betondoorsnede



1. Klik links op de knop **Beton doorsnede berekening**. Er verschijnt nu onder in het scherm een andere tabel waarin we voor de maatgevende doorsneden de wapening definiëren. We doen dit afzonderlijk voor de boven-, onder- en flankwapening en de beugels. De tabel heeft voor elk een apart tabblad.
2. Klik onderaan de constructie afbeelding op het tabblad **Constructiedeel**.
Klik onderaan de tabelvensters op het tabblad **Boven**.
In dit voorbeeld is slechts één maatgevende snede aan de bovenzijde (op 3.000 meter, boven het middensteunpunt). Klik in het veld **Basis** en open het venster. Blader naar beneden en kies voor 3R12. Deze lijst is enkel een suggestie van meest praktische wapening voor deze snede. U bent vrij een andere keus te maken die niet in de lijst staat. In dat geval typt u dat zelf in (bijvoorbeeld 4R20). Onder het kopje Controle ziet u enkele foutmeldingen. Beweeg de muiscursor naar de aanduidingen Fout en OK en houd de muis stil. Er verschijnt een tooltip met daarin aanvullende informatie ten aanzien van de melding. Indien Fout vermeld staat, wordt enkel hetgeen fout is toegelicht. Indien OK vermeld staat, worden alle uitgevoerde toetsingen toegelicht.
De gekozen basiswapening voldoet niet aan de eisen voor de benodigde hoeveelheid wapening en de controle op de scheurvorming. Zie ook de grafische weergave van de capaciteit van de gekozen wapening. Deze is niet toereikend. We gaan wapening bijleggen:
Klik in het veld **Bijleg** en open het venster. De lijst toont wapeningskeuzes die voldoen aan de eisen. Ook hier geldt dat u andere keuzes kunt typen. Kies uit de lijst voor 4R16. Zie dat de eisen As en Scheur nu ook OK worden vermeld. Bekijk de tooltip hiervan. Bekijk ook de visualisatie van de wapening.
3. Klik in het tabelvenster op het tabblad **Onder**
In dit voorbeeld zijn er twee maatgevende sneden aan de onderzijde van de balk (op 1.20 en 6.60 meter). Op dezelfde wijze kiezen we de wapening aan de onderzijde:
Klik in het eerste veld voor **Basis** en kies voor 3R12. Deze keuze wordt automatisch ingevuld voor de tweede snede. De gekozen wapening is voldoende voor de eerste snede. Niet voor de tweede snede waar we wapening gaan bijleggen:
Klik op het veld **Bijleg** en kies uit de lijst 2R20. Nu voldoen alle controles.
4. Klik in het tabelvenster op het tabblad **Flank**
Kies voor **Basis** 1R8. Dit volstaat voor dit voorbeeld. Bekijk ook weer de tooltips.
5. Klik in het tabelvenster op het tabblad **Beugels**
Kies voor **Basis** voor R8-250. Deze keuze wordt voor alle maatgevende dwarskracht sneden ingevuld. Deze wapening blijkt niet voldoende te zijn voor de sneden links en rechts van het midden steunpunt. (Zie zowel de grafische weergave als de vermeldingen Fout) We gaan beugels bijschieten in de basiskorf R8-250:
Klik in het veld **Totaal**. Kies uit de lijst voor R8-125. Deze beugels voldoen.
6. Vervolg de oefening met Afbouwen van de wapening.

Oefening: Ligging van de wapening bepalen.

Voor deze oefening gaan we project MX6720_2 openen. Dit is hetzelfde project als in vorige oefening, maar nu is de doorsnede wapening al ingevuld.

1. Open het project Mx6720_2.mxf in de map **Samples**. Dit project bevat de invoer van een constructie zoals afgebeeld in het Tekeningvenster.
2. Klik op het hoofdstuk **Mechanica berekening** in de werkbalk boven in het scherm.
3. Klik op het hoofdstuk **Betoncontrole** in de werkbalk boven in het scherm. Aan de linkerkant verschijnt de werkbalk met de opdrachten voor betontoetsing:

4. Klik links op de knop **Afbouwen van de wapening**. Klik nu in de constructie afbeelding op het tabblad **Constructiedeel** en zie de grafische weergave van de momenten-dekkingslijn van de wapening.
5. Beweeg met de muis in het tabelvenster naar de laatste kolom resultaat. Bekijk de tooltip bij de melding OK. Deze geeft de toetsingen op de detaillering van de haken en ombuigingen. Indien deze niet voldoen, kan de gebruiker manipuleren met de haaklengte en de ombuigstralen.
6. De wapening boven het midden steunpunt is in twee stappen afgebouwd. Ook dit kan gemanipuleerd worden: Selecteer 2R16b en 2R16c in de tabel door het grijze vlakje voor in de regel te selecteren (daar waar ook de zwarte driehoek staat) De regels worden nu zwart gemarkeerd. Klik vervolgens op de rechter muistoets. Kies voor **Combineer staafcombinaties**. De staven worden nu samengevoegd tot 4R16 met één merk.
7. Klik in het tabelvenster op het tabblad **Beugels**
Hier wordt de ligging van de beugels getoond. De langere verticale strepen is de basiskorf. De kortere strepen zijn de bijgestoken beugels.
8. Ook de beugels kunnen worden gemanipuleerd. Klik op de rechter muistoets en bekijk de mogelijkheden tot manipuleren.

Oefening: Ontwerpwizard beton

In voorgaande oefeningen hebben we alle instellingen en wapeningskeuzes stap voor stap doorlopen in de verschillende tabelvensters. Met de **ontwerpwizard beton** worden al deze schermen voor u met een druk op de knop gevuld. Dit bespaart handelingen en tijd.

Voor deze oefening gaan we project MX6720_3 openen. Dit is een project voor 2D raamwerken, bestaande uit meerdere losse balken. De wizard werkt op dezelfde manier voor Balkroosters en Doorgaande Liggers.

1. Open het project Mx6720_3.mxf in de map **Samples**.
2. Kies voor **Beton** en daarna voor de Betonwizard.
De eerste keer als u in dit scherm komt, is deze leeg. Als u een volgende keer de wizard start, staan de laatste gebruikte instellingen nog steeds ingevuld.
3. De wizard bestaat uit drie stappen:
stap 1: invoeren van de algemene uitgangspunten voor de berekening.
stap 2: basisgegevens voor de doorsnede berekening
stap 3: gegevens ten behoeve van het afbouwen van de wapening
Deze stappen gaan we achtereenvolgens doorlopen. Elke stap wordt afgesloten met de opdracht **Volgende** in de wizard.
4. Stap 1: Vink aan de linkerkant de opties voor de doorsnedenberekening en het afbouwen aan.
Kies voor staal is FeB500HK, nominale korrel is 31.5 mm, stortsluif is 50 mm, type oplegging is ronde paal, afmeting oplegging is 0.3 meter, cementklasse is 42.5, relatieve vochtigheid is 60%, ouderdom Tc is 28 dagen, tijd T is 9999 (oneindig).
Kies vervolgens milieu is 2 voor boven, onder en flank & kop, vink aan dat onder oncontroleerbaar is. Dit scherm vult alle onderliggende schermen. Blader door de tabbladen Definitie, Groepsgegevens, Dekking, Oplegging en Constructiedeel.
Kies voor het afronden van stap 1 door op volgende te klikken.
5. Stap 2: Voer een basiswapening in:
Boven 3R12, onder ook 3R12, flank 1R8 en beugels R8-300.
Kies voor het afronden van stap 2 door op volgende te klikken.
6. Stap 3: Voer in voor combineer staafcombinatie 1000 mm, combineer staven tot één lengte is 1000 mm, vink gebruik handelslengte aan, en voer voor beide maximale verlenging van de wapening ook 1000 mm in (2x). Kies daarna op voltooiën.
7. Kies opnieuw voor het hoofdstuk **Beton** en ga daarna naar het **Afbouwen van de wapening**. Selecteer een ligger en klik op het tabblad **Constructiedeel**. Zie de voorstellen die de wizard gedaan heeft.
8. Klik tot slot op het derde tabblad **Beton histogram** en beweeg met de muis naar een histogram. In de tooltip wordt nu de hoeveelheid wapening, beton en de kg/m³ wapening vermeld. Rechtsboven staan de gegevens voor het gehele project vermeld.

Oefening: Betonkolommen

MatrixFrame beschikt over een optie om betonkolommen en -wanden te berekenen volgens de Ec-methode. De werking van deze module wordt uiteengezet aan de hand van een voorbeeldproject

1. Open het project Mx6720_4.mxf in de map **Samples**.
2. (oefening wordt later ge-update)

Houtcontrole NEN6760

Oefening: houtcontrole

Deze oefening is separaat beschikbaar.

Module vorm- en funderingstekening

Dit is een algemene module als uitbreiding op MatrixFrame voor het genereren van een vorm- en/of palenplan op basis van de geometrie. De tekeningen worden opgeslagen als DXF, waarna ze in een DXF- ondersteunend tekenprogramma kunnen worden opgehaald.

Oefening: Funderingsplan



1. Open het project Mx_fund.mxf in de map Samples. Dit project bevat de invoer van een balkrooster zoals afgebeeld in het Tekeningvenster.
2. Kies voor **Beton** en daarna voor de **Funderingsplan**.
Aan de rechterzijde staat nu vormtekening met daarin aangegeven de locaties van de opleggingen en de maatvoering van de balken.
3. Kies nu voor Rechthoekig in het vakje **vorm** in het gedeelte Paaldefinitie.
4. Geef een waarde op voor de hoogte en de breedte van de paal in meters, bijvoorbeeld 0,29.
5. Kies bij symbool een passend symbool en ken deze toe door een van de markeerde locaties in de Constructieafbeelding aan te klikken. Het gekozen symbool verschijnt nu ter plaatse de geselecteerde locatie. Ken op deze wijze nog 4 palen toe.
6. Verander nu breedte in 0,5 en selecteer een ander symbool en pas deze toe op de overige locaties.

Maatvoering toevoegen

7. Kies nu voor **Genereer maatlijnen** de maatvoering van de palen wordt nu automatisch toegevoegd.
8. Verwijder de maatvoering met de knop **Verwijder maatlijnen** . We gaan nu handmatig maatvoering toevoegen met de knoppen .
9. Kies voor **Maatvoering evenwijdig aan de x-as** en klik eenmaal op paal 1 en eenmaal op paal 2. Plaats nu de maatvoeringslijn door nog eenmaal te klikken. Zo kan maatvoering evenwijdig aan de x-, y-as en parallel worden toegevoegd.
10. Voor het genereren van de tekeningen, zie **Oefening: Genereren DXF tekeningen**.

Geavanceerde rekenopties

MatrixFrame beschikt over een uitgebreide reeks geavanceerde rekenopties. Hieronder vindt u oefenvoorbeelden die de werking van deze opties behandelen.

Module Elastische ondersteuning.

De Elastische ondersteuning is een uitbreidingsmodule van MatrixFrame. Middels deze optie kan een staaf over de volle lengte verend worden ondersteund. Dit wordt overwegend toegepast bij constructiedelen die door grond ondersteund worden.

Oefening: Elastische Ondersteuning definiëren.



1. Kies voor **Nieuw** en ga naar **Invoer geometrie**. Voer een horizontale staaf in met een lengte van 6 meter. Dit stelt nu een funderingstrook voor.
2. Kies vervolgens **Profielgrootheden** en kies voor Rechthoek. Vul in een hoogte (h) van 0.2 en een breedte (b) van 1.5 meter. Kies voor Materiaal B25 en ken deze profielgrootheden toe door de staaf met de muis te aan te klikken
3. Ga nu naar **Elastische Ondersteuning**. Bij een beddingconstante van 5000 geven we nu een veerwaarde (Cz) in van 7500 ($5000 \text{ maal } 1.5 = 7500$). Ken deze toe aan de staaf door deze aan te klikken. U ziet de Elastische Ondersteuning in het Tekeningvenster getekend worden en in de Tabelvensters zijn de gegevens eveneens vermeld.
4. Binnen 2D Raamwerken dient tevens de horizontale stabiliteit van de constructie te worden gewaarborgd. In dit voorbeeld 'vergeten' we nu even een verticale rol aan te brengen. We komen hier op terug bij de berekening (punt 6).
5. Ga vervolgens naar **Lasten** en daarna de **Lastdefinitie**. Breng in BG1 een staaflast van 50 kN aan op 2 meter afstand. Breng in BG2 een staaflast van 40 kN op 5 meter aan. Maak vervolgens enkele willekeurige belastingscombinaties aan.
6. Kies vervolgens voor **Mechanica berekening**, **Lineair Elastische berekening** en **Start berekening**. Het programma detecteert dat we niet voor de horizontale stabiliteit hebben gezorgd (zie punt 4), en komt met een voorstel dit alsnog te doen. Bekijk bij de rekenresultaten van de Fundamentele Belastingscombinaties zowel de resultaten per combinatie als de omhullende.
7. Ga tot slot naar **Rapport Instellingen** en kies uit de lijst **Beschikbare onderwerpen** voor **(FC) Tegendruk**. Kies vervolgens voor Afdrukvoorbeeld en zie de tegendruk weergegeven per 0.5 meter.

Module Elastische ondersteuning geavanceerd.

De module elastische ondersteuning heeft een aantal geavanceerde mogelijkheden: rekenen met veerwaarden gerelateerd aan de funderingsbreedte (beddingconstanten), methode Pasternak en trek eliminatie.

Oefening: Elastische Ondersteuning met trekeliminatie



1. Ga met de ingevoerde constructie van de vorige oefening verder bij punt 3.
Of kies voor **Nieuw** en ga naar **Invoer geometrie**. Voer een horizontale staaf in met een lengte van 6 meter. Dit stelt nu een funderingstrook voor.
2. Kies vervolgens **Profielgrootheden** en kies voor Rechthoek. Vul in een hoogte (h) van 0.2 en een breedte (b) van 1.5 meter. Kies voor Materiaal B25 en ken deze profielgrootheden toe door de staaf met de muis te aan te klikken
3. Ga nu naar **Elastische Ondersteuning**. Geef nu bij Cz een beddingconstante van 5000 in. Klik op Geavanceerd, en kies bij funderingsbreedte voor **profiel**, de veerwaarde waar het programma mee rekent zal nu automatisch bepaald worden aan de hand van de ingevoerde beddingconstante en de profielbreedte. Vink ook het vakje **Trek eliminatie** aan. Ken deze toe aan de staaf door deze aan te klikken. U ziet de Elastische Ondersteuning in het Tekeningvenster getekend worden en in de Tabelvensters zijn de gegevens eveneens vermeld.
4. Ga vervolgens naar **Lasten** en daarna de **Lastdefinitie**. Breng in BG1 een staaflast van 50 kN aan op 2 meter afstand. Breng in BG2 een staaflast van 40 kN op 5 meter aan. Maak vervolgens enkele willekeurige belastingscombinaties aan.

5. Kies vervolgens voor **Geavanceerde berekening** en **Start berekening**. Bekijk bij de rekenresultaten van de Fundamentele Belastingscombinaties zowel de resultaten per combinatie als de omhullende.
6. Ga tot slot naar **Rapport Instellingen** en kies uit de lijst **Beschikbare onderwerpen** voor **(FC) Tegendruk**. Kies vervolgens voor Afdrukvoorbeeld en zie de tegendruk weergegeven per 0.5 meter.

Optie Trek- en drukstaven

De optie trek- en drukstaven voorziet in de mogelijkheid om staven toe te passen die enkel drukkrachten, enkel trekkrachten of geen van beide kan opnemen. Een veel toegepaste situatie waarbij deze optie wordt toegepast zijn windverbanden die zo slank zijn dat ze wel trekkrachten maar geen drukkrachten kunnen opnemen.

Oefening: Toepassen van trekstaven.

1. Kies voor **Nieuw** om een nieuw project in te voeren.
2. Sluit de **Projectgegevens** door op OK te klikken.
3. Ga naar **Geometrie - Invoer Geometrie** en voer een rechthoekig portaal in bestaande uit twee verticale kolommen en een horizontale ligger.
4. Voeg een stabiliteitverband toe door kruisvormig twee staven toe te voegen.
5. Ga naar **Opleggingen** en voorzie de kolomvoeten van een scharnierende oplegging.
6. Ga naar **Profielgrootheden** en ken de eigenschappen van een IPE300 toe aan de twee kolommen en de ligger.
7. Kies een hoekstaal uit de bibliotheek en klik op de knop **Geavanceerd**. Er verschijnen extra opties voor profieleigenschappen. Zie dat standaard de optie trek en druk aan staan. Schakel nu de optie druk uit. Deze staaf kan nu enkel nog trekkrachten opnemen.
8. Klik vervolgens op de twee staven die het stabiliteitverband vormen. In het bijschrift wordt (+) vermeld hetgeen de trekstaaf symboliseert. Merk ook op dat beide staven automatisch scharnieren aan de uiteinden hebben gekregen.
9. Selecteer het tabblad **Geavanceerd** in de Tabelvenster Profielen. Blader naar rechts en zie in de tabel ook de optie druk uit staan.
10. Ga naar **Lastdefinitie** en breng een horizontale knooplast van 40 kN linksboven aan.
11. Ga naar **Belastingscombinaties** en maak een Fundamentele Combinatie aan.
12. Ga naar **Geavanceerde berekening** en zie dat de optie Geavanceerde berekening reeds geselecteerd is. Zie ook dat MatrixFrame gedetecteerd heeft dat u trekelementen heeft ingevoerd. U ziet dat het vinkje automatisch aan is gezet. Dit wordt door MatrixFrame vastgesteld op basis van de invoer van profielgegevens.
13. Kies voor **start berekening** en een niet-lineaire berekening wordt gestart waarbij per belastingscombinatie wordt bepaald of een trekstaaf drukkrachten krijgt. Indien dit het geval is, wordt de staaf tijdelijk uitgeschakeld, enkel voor die belastingscombinatie.
14. Ga naar de **Resultaten - Staafkrachten** en selecteer de normaalkrachten. Zie zowel in het Tekeningvenster als in het Tabelvenster dat er geen rekenresultaten zijn voor de verbandstaaf die van linksboven naar rechtsonder loopt omdat deze is verwijderd. Selecteer de momenten en schakel van de omhullende naar FC I. U ziet nu zowel de 1^e orde krachten (als het hoekstaal wel de drukkracht had opgenomen) en de 2^e orde krachten (nu het hoekstaal is verwijderd)
15. Ga terug naar de **Geavanceerde berekening**. Zodra een trekelement is gedetecteerd, kunt u daarnaast kiezen voor F-Euler als grenswaarde. De staaf wordt pas verwijderd als de Eulerse knikkracht is overschreden. Voor bepaling van deze knikkracht wordt uitgegaan van een kniklengte welke gelijk is aan de systeemplengte hetgeen een juist uitgangspunt is vanwege de scharnieren aan de staafuiteinden.

Oefening: Toepassen van Geometrisch Niet-lineaire berekening (GNL).

Deze oefening kunt u ook doen indien u niet beschikt over deze uitbreidingsmodule. Indien u de dongle (hardwarelock) van uw computer verwijderd en MatrixFrame opnieuw opstart, beschikt u over een Demoversie met een capaciteit van 4 staven.

1. Kies voor **Nieuw** om een nieuw project in te voeren.
2. Sluit de **Projectgegevens** door op OK te klikken.
3. Ga naar **Geometrie - Invoer Geometrie** en voer een rechthoekig portaal in met een hoogte van 4 meter en een overspanning van 6 meter, bestaande uit twee verticale kolommen en een horizontale ligger.
4. Ga naar **Opleggingen** en voorzie de kolomvoeten van een scharnierende oplegging.
5. Ga naar **Profielgrootheden** en ken de eigenschappen van een HE200A toe aan de twee kolommen en ken de eigenschappen van een IPE300 toe aan de ligger.
6. Ga naar **Lasten - Lastdefinitie** en voer in BGI een verticale last van 200 kN in op de knopen linksboven en rechtsboven. Voer tevens een horizontale last van 50 kN in op de knoop linksboven. Indien de lasten buiten het beeldscherm worden getekend, kunt u met de opdracht **Schaal instellingen** de schaal van belasting naar bijvoorbeeld 10% zetten.
7. Ga naar **Belastingscombinaties** en maak een Fundamentele Combinatie met een factor van 1.00 aan.
8. Ga naar **Mechanica berekening** en zie dat de Lineair Elastische Berekening geselecteerd is. Wijzig dit in Geavanceerde berekening en zet het vinkje voor GNL aan.
9. Kies voor start berekening en de geometrisch niet-lineaire berekening wordt gestart voor alle belastingscombinaties.
10. Ga naar de **Resultaten - Staafkrachten** en schakel vervolgens van de omhullende naar FC I. De gestippelde momentenlijn behoort bij de eerste stap van het (tot op dat moment) lineaire rekenproces. Dit zijn de 1^e orde resultaten. Vervolgens ziet u met een getrokken lijn de momenten die zijn ontstaan ten gevolge 2^e orde effecten zoals scheefstand van de constructie. Dit zijn de 2^e orde resultaten. Zie ook dat de dwarskrachten, de normaalkrachten en de vervormingen op soortgelijke wijze worden gepresenteerd.
11. Kies in het Tekeningvenster voor **Weergave instellingen** en schakel de 1^e orde resultaten uit. U ziet enkel nog de 2^e orde rekenresultaten. Indien u kiest voor de omhullende dan worden altijd enkel de 2^e orde resultaten weergegeven.
13. Ga tot slot naar **Rapport Instellingen**, kies voor het hoofdstuk 2^e orde en selecteer uit de lijst **Beschikbare onderwerpen** de 2^e orde staafkrachten. Kies vervolgens voor Afdrukvoorbeeld om het resultaat te zien.

Oefening: Toepassen van kabels.

Deze oefening kunt u ook doen indien u niet beschikt over deze uitbreidingsmodule. Start hiervoor op via het startmenu en kies voor Demoversie Matrixframe 2D-raamwerken. U beschikt dan over een demoversie met een capaciteit van 4 staven.

1. Kies voor **Nieuw** om een nieuw project in te voeren.
2. Sluit de **Projectgegevens** door op OK te klikken.
3. Ga naar **Geometrie - Invoer Geometrie** en voer een horizontale staaf in met een lengte van 8 meter.
4. Ga naar **Opleggingen** en breng op de linker knoop een scharnierende oplegging aan, en breng op de rechter knoop een horizontale rol oplegging aan.
6. Ga naar **Profielgrootheden** en blader naar beneden naar de bibliotheek met kabels. Kies voor het toepassen van 7x7 + kern + 6 mm. U ziet de bijbehorende materiaalkwaliteit ingevuld en de optie kabelelement is geactiveerd. U kunt ook kiezen voor een massieve ronde staaf (kies voor Geparameteriseerd-Cirkel) en via de knop geavanceerd kunt u het kabelelement activeren. Klik vervolgens op de staaf om de profieieigenschappen toe te kennen.
7. Ga naar **Lasten - Lastdefinitie** en breng in het midden van de kabel (op 4 meter) een staaflast aan van 5 kN in richting Z', breng op de rechterknoop een horizontale last aan naar rechts van 15 kN.
8. Ga naar **Belastingscombinaties** en maak een Fundamentele Combinatie met factor van 1.00 aan.
9. Ga naar **Geavanceerde berekening** en zie dat MatrixFrame gedetecteerd heeft dat u kabelelementen heeft ingevoerd. U ziet dat het vinkje automatisch aan is gezet. Dit wordt automatisch door MatrixFrame vastgesteld op basis van uw profiel invoer. Tevens wordt bij toepassing van kabels automatisch het vinkje van de GNL-berekening aangezet.
10. Kies voor start berekening en de niet-lineaire kabelberekening wordt gestart. Een kabel kan geen dwarskrachten en geen buigende momenten opnemen. De iteratieve berekening blijft doorgaan tot de vervormingen en het interne krachterspel overeenkomen met het werkelijke gedrag van een kabel.
11. Ga naar de **Resultaten - Staafkrachten** en schakel vervolgens van de omhullende naar FCI. Klik met de muis op de staaf in het tekeningvenster. Aan de linkerzijde verschijnen de doorbuiging, de normaalkrachten, de dwarskrachten en de momentenlijnen. U ziet de dwarskrachten en momenten gestippelde weergegeven inclusief de waarden die behoren bij de eerste stap van het (tot op dat moment) lineaire rekenproces. Dit zijn de 1^e orde resultaten. Vervolgens ziet u dat de dwarskrachten en momenten vrijwel nul zijn. Dit zijn de 2^e orde resultaten na afloop van de niet lineaire iteratieve berekening van het kabelelement.
12. Kies in het Tekeningvenster voor **Weergave instellingen** en schakel de 1^e orde resultaten uit. In de staafresultaten ziet u nu enkel nog normaalkrachten en doorbuigingen weergegeven en geen dwarskrachten en momenten, hetgeen kenmerkend is voor het gedrag van kabels.
13. Ga naar **Oplegreacties** en zie dat er sprake is van twee verticale oplegreacties van 2,50 kN en twee horizontale oplegreacties. De resultante van de deze twee oplegreacties is gelijk aan de normaalkracht in de kabel die ten gevolge van de 2^e orde doorbuiging niet meer horizontaal verloopt.
14. Ga tot slot naar **Rapport Instellingen**, kies voor het hoofdstuk 2^e orde en selecteer uit de lijst **Beschikbare onderwerpen** de 2^e orde extreme vervormingen. Kies vervolgens voor Afdrukvoorbeeld en zie de resultaten weergegeven.

Oefening: Niet Lineair verende staafaansluitingen.

Met de module Niet Lineaire Staafaansluitingen, kunt u een Moment-Vervormings diagram met een niet-lineair verloop invoeren voor de Yr-richting van staafaansluitingen.

Voor deze oefening gaan we project MX_NL_StfAansluiting openen.

1. Open het project MX_NL_StfAansluiting in de map **Samples**. Dit project bevat de invoer van een constructie zoals afgebeeld in het Tekeningvenster.
2. Klik op het hoofdstuk **Geometrie** in de werkbalk boven in het scherm.
3. Klik links op de knop **Staafaansluiting**, het normale Staafaansluitingsscherm verschijnt. In de Constructieafbeelding zien we een portaal met twee kolommen en een ligger, waarvan de linker liggereind verend is aangesloten op de linker kolom. In de tabel Staafaansluitingen (linksonder) zien we bij aansluiting A2 in de kolom M geen veerwaarde staan maar het woord **Diagram A2**.
4. Klik in de tabel Staafaansluiting linksonder op de regel van aansluiting A2, klik daarna op het tabblad **Diagram A2**, we zien nu een tabel met de kolommen My en Phi, My is het moment My in kNm, Phi is de daarbij behorende hoekverdraaiing in Radialen. Rechts van de tabel zien we de grafische weergave (diagram).
5. We gaan nu zelf een Niet Lineaire Staafaansluiting invoeren. Klik in de tabel op de regel met het sterretje (=symbool voor nieuwe regel toevoegen)
6. Klik in het Venster **Definitie Staafaansluitingen** (linksboven) op het symbool voor verende aansluiting. De radiobuttons zijn nu als volgt ingevuld: N=vast, V=vast, My = Veer.
7. Vul geen veerwaarde in maar klik op **Speciaal**.
8. Vul nu de lege regel (met het sterretje) in: My=10, Phi=0.01. Er verschijnt nu een nieuwe lege regel (met sterretje).
9. Vul de nieuwe lege regel in: My=20, Phi=0.015.
10. Vul de nieuwe lege regel in: My=100, Phi=0.02
11. Vul de tabel verder naar eigen inzicht. Tijdens het invullen zien we rechts gelijk de diagram.
12. Wanneer we klaar zijn met invullen, kennen we deze oplegging toe aan de constructie door in de Constructieafbeelding op de rechterkant van de ligger te klikken.
13. We zien nu zowel in de tabel bij Aansluiting A2 in de kolom M **Diagram A2** staan, en bij Aansluiting A3 **Diagram A3**. Klik in de tabel in de kolom **M** op de verschillende diagrammen, en zie in het definitievenster gelijk de weergave hiervan.

Oefening: Niet Lineair verende Opleggingen.

Met de module Niet Lineair verende opleggingen, kan een Reactie-Vervormingdiagram met een niet-lineair verloop invoeren voor de Z-richting van een oplegging.

Voor deze oefening gaan we project MX_NL_Oplegging openen.

1. Open het project MX_NL_Oplegging in de map **Samples**. Dit project bevat de invoer van een constructie zoals afgebeeld in het Tekeningvenster.
2. Klik op het hoofdstuk **Geometrie** in de werkbalk boven in het scherm.
3. Klik links op de knop **Opleggingen**, het normale opleggingscherm verschijnt. In de Constructieafbeelding zien we een portaal met twee opleggingen, waarvan de linker verend in de Z-richting is. Rechts onder in het venster **Opleggingen** is de tabel met opleggegevens. We zien nu in de kolom Z geen getal als veerwaarde maar het woord **Diagram**. Dit betekent dat het Reactie-Vervormings gedrag van de oplegging niet volgens een lineaire veerwaarde verloopt, maar volgens een diagram.
4. Klik in de tabel Opleggingen rechtsonder op het tabblad **Diagram**, we zien nu een tabel met de kolommen Rz en Uz, Rz is de reactiekracht in Z-richting in kN, Uz is de daarbij behorende verplaatsing in Z-richting in meters. Rechts van de tabel zien we de grafische weergave (diagram).
5. We gaan nu zelf een Niet Lineaire Oplegging invoeren.
6. Klik in het Venster **Definitie Opleggingen** (linksboven) op het symbool voor verticale rol oplegging. De radiobuttons zijn nu als volgt ingevuld: X=Vast, Z=Vrij, Yr=Vrij. Verander Z=Vrij in Z=Veer door op de betreffende radiobutton te klikken.
7. Vul geen veerwaarde in maar klik op **Speciaal**.
8. Vul de lege regel (met het sterretje) in: Rz=10, Uz=0.01. Er verschijnt nu een nieuwe lege regel (met sterretje).
9. Vul de nieuwe lege regel in: Rz=20, Uz=0.015.
10. Vul de nieuwe lege regel in: Rz=100, Uz=0.02
11. Vul de tabel verder naar eigen inzicht. Tijdens het invullen zien we rechts gelijk de diagram.
12. Wanneer we klaar zijn met invullen, kennen we deze oplegging toe aan de constructie door in de Constructieafbeelding rechts op knop K4 te klikken.

Oefening: Fysisch Niet Lineaire berekening voor betonconstructies (FNL)

Met de module FNL beton worden geometrisch niet lineaire effecten (GNL) en fysisch niet lineaire effecten (FNL) in beschouwing genomen. Deze rekenwijze wordt veelal 2^e orde beton genoemd.

Voor deze oefening gaan we project Mx_FNL_beton_1.mxf openen.

1. Kies voor **Geometrie - Invoer geometrie** en zie dat het een portaal van 4 meter hoog en 6 meter overspanning betreft.
2. Kies voor **Geometrie - Profieigenschappen** en zie dat de kolommen zijn uitgevoerd als een rechthoekige doorsnede van 300 x 300 mm en de ligger als een rechthoekige doorsnede van 300 x 600 mm.
3. Kies voor **Geometrie - FNL wapening** en zie dat er nog geen wapening ingevoerd is. In deze oefening gaan we dat doen: Kies voor staal FeB500HK, beugeldiameter 8 mm, plaats is boven/onder, C-bov is 30 mm, C-ond is eveneens 30 mm. Vul bij boven 3R16 in en bij onder ook 3R16.
- Klik vervolgens de kolommen aan. De gekozen wapening wordt nu in het tabelvenster ingevuld.
4. Wijzig de invoer van het definitievenster door op de tweede regel van de onderwapening 2R16 bij te leggen. Deze bijlegwapening ligt niet over de volle lengte van de ligger. Wijzig de beginafstand X-b in 1.00 meter en de eindafstand X-e in 5.00 meter. Klik daarna de ligger aan. Ook deze wapening wordt nu in het tabelvenster getoond. De invoer van de wapening voor de FNL berekening is nu compleet.
5. Kies voor **Geavanceerde berekening** en zie dat de vinkjes voor GNL, FNL wapening en FNL analyse reeds aangezet zijn. Indien gewenst kunt u nog een kruipfactor opgeven. Klik hierna op start berekening.
6. Kies voor **Resultaten** en daarna voor **FNL resultaten**
In het tabelvenster wordt per staaf en per combinatie de rekenresultaten van de FNL berekening getoond. Standaard wordt de ligger in 20 delen berekend. In de kolom positie worden deze sneden getoond. Klik met de muis op positie is 0.000 meter. Doorloop de tabel naar beneden met de pijltjestoets. Zie dat de grafiek linksboven per snede wijzigt.
7. Doorloop de tabel langs alle drie de staven en ga op zoek naar rode waarden. De constructie is niet bezwaken. Deze sneden hebben waarden die niet toelaatbaar zijn. Als de constructie bezwaken zou zijn, was de melding instabiliteit tijdens de berekening verschenen. Zie ook dat het spanningsfiguur linksboven aangeeft waar deze rode waarde optreedt.
8. Ga nogmaals naar **Geavanceerde berekening**. Kies onder het scherm voor het tabblad **Analyse opties**. Hierin ziet u de instellingen die voor de geavanceerde rekenopties ingesteld kunnen worden. Wijzig dit indien u de effecten nader wilt onderzoeken.
9. Ga terug naar het vorige tabblad door op **Uitgangspunten berekening** te klikken. We gaan nu kiezen voor de optie capaciteitsberekening om te onderzoeken hoever de belasting opgevoerd kan worden totdat de constructie daadwerkelijk bezwijkt. Zet het vinkje **Capaciteitsberekening** aan en kies voor **Start berekening**. In ons voorbeeld wordt gemeld dat de constructie bezwijkt als de belasting tot een factor van 1.375 is toegenomen. (niet te verwarren met belastingscombinatie factoren)
10. Kies nogmaals voor **Resultaten** en daarna voor **FNL resultaten**
De zwarte cirkels geven aan waar de constructie bezwaken is. In ons voorbeeld in de rechter kolom aan de bovenzijde.

Oefening: Fysisch Niet Lineaire berekening voor staalconstructies (FNL)

Met de module FNL staal worden geometrisch niet lineaire effecten (GNL) en fysisch niet lineaire effecten (FNL) in beschouwing genomen. Op plaatsen waar de elastische capaciteit overschreden wordt, ontstaan vloeischarnieren. Op het moment dat er teveel scharnieren ontstaan, bezwijkt de constructie. Deze rekenwijze wordt veelal 2^e orde staal genoemd.

Voor deze oefening gaan we project Mx_FNL_staal_1.mxf openen.

1. Kies voor **Geometrie - Invoer geometrie** en zie dat het een portaal van 4 meter hoog en 6 meter overspanning betreft.
2. Kies voor **Geometrie - Profieigenschappen** en zie dat zowel de kolommen als de ligger uitgevoerd is als een IPE300.
3. Kies voor **Geavanceerde berekening** en zie dat de vinkjes voor GNL en FNL analyse en Capaciteitsberekening reeds aangezet zijn. Klik hierna op start berekening.

4. Kies voor **Resultaten** en daarna voor **FNL resultaten**
In het tabelvenster wordt per staaf en per combinatie de rekenresultaten van de FNL berekening getoond. Standaard wordt de ligger in 20 delen berekend. In de kolom positie worden deze sneden getoond. Klik met de muis op positie is 0.000 meter. Doorloop de tabel naar beneden met de pijltjestoets. Zie dat de grafiek linksboven per snede wijzigt.
5. Doorloop de tabel langs alle drie de staven en ga op zoek naar rode waarden. Zie ook dat het spanningsfiguur linksboven aangeeft waar deze rode waarde optreedt.
6. Kies nogmaals voor **Resultaten** en daarna voor **FNL resultaten**
De zwarte cirkels geven aan waar de constructie bezwaken is. In ons voorbeeld in het midden van de ligger onder de puntlast en rechtsboven in de hoek.

Oefening: Invoeren geometrie met macro's

MatrixFrame beschikt over diverse macro's om de invoer van de geometrie te vereenvoudigen en te versnellen. Macro's kunnen worden onderverdeeld in:

- a) Staaffuncties
 - b) Standaard structuren
 - c) Zelf te programmeren macro's (onderdeel van de MatrixFrame developers toolkit)
- De opties a) en b) zijn standaard in MatrixFrame aanwezig. Optie c) is een uitbreidingsmodule.

1. Kies voor een nieuw project.
2. Teken kolom met een hoogte van 4 meter.
3. Kies voor **selecteer knoop** en wijs de bovenste knoop aan. Deze is nu rood.
4. Kies voor het menu **Construeer**, daarna voor **Staaffunctie** en dan voor **Staaf Rel.**
5. De invoegpositie van de staaf is reeds ingevuld. De coördinaten van de geselecteerde knoop zijn in het dialoog ingevuld.
6. Vul voor **dX** de waarde 2 in en voor **dZ** de waarde -1.
7. Klik op OK en zie dat ten opzichte van de geselecteerde knoop de staaf wordt toegevoegd.
8. Klik nog enkele malen op de knop OK en zie dat de functie doorgaat. Klik op Cancel om de macro af te breken.
9. Doe deze oefening ook met de overige staaffuncties en de standaard structuren.
10. Let op het gedrag van het vinkje **Verwijder constructie**. Als deze optie aanstaat, wordt de oude constructie gewist en vervangen door de nieuwe. Als deze optie uit staat, wordt de nieuwe constructie aan het bestaande model toegevoegd.

Index

-B-

Balkroosters	56
Basisgegevens beton	73
Belastingscombinaties 2D Raamwerken	30
Belastingscombinaties 3D Raamwerken	54
Belastingsgevallen	26
Betoncontrole NEN6720	73
betondoorsnede; toetsing	75
Betonkolommen	77
Brandwerendheid	63

-C-

Combinatiegenerator	32
---------------------	----

-D-

Definitievenster	11
Doorgaande liggers	60
Doorgaande liggers met Veranderlijke belasting	61
DXF tekeningen genereren	48

-E-

Elastische Ondersteuning	78
Elastische Ondersteuning met trekeliminatie	79
Excentriciteiten	25

-F-

Funderingsplan	78
Fv;tot, Instellingen voor berekening van	64
Fysisch Niet Lineaire berekening betonconstructies	84
Fysisch Niet Lineaire berekening voor staalconstructies	85

-G-

Geavanceerde berekening balkrooster	59
Genereren DXF tekeningen	48
Geavanceerde rekenopties	78
Geometrisch Niet-lineaire berekening (GNL)	81
Gewichtsberekening	33/39
Globaal assenstelsel en 3D weergave	51

-H-

Histogram	65
Houtcontrole NEN6760	10
Hoofdstukken en opdrachten kiezen	

-I-

Inhoudsopgave	4
Invoeren van knopen en staven in 3D, gridfunctie	96
Invoeren van knopen en staven in 3D via de tabellen	50

-K-

Kabels	81
Kiptoetsing	62
Kniklengte	63
Knoopkrachten.	42
Knopen en staven numeriek wijzigen	15
Knopen en staven verwijderen	16
Kolom voetplaat ontwerpen	67
Kop en voetteksten	42

-L-

Lagenbeheer, Instellingen voor aan- en uitschakelen	19
Lasten en Belastingscombinaties 2D	26
Lasten en belastingsgevallen 3D	53
Lastengenerator NEN 6702	37
Ligger-Kolom classificatie	71
Ligger-Kolom verbinding	69
Ligging van de wapening	76
Lineair Elastische Mechanica berekening uitvoeren	42
Lokaal assenstelsel	51

-M-

Macrogenerator	85
Mechanica resultaten 3D	55
Mobiele belastingen	32
Momenten optimaliseren	61
Motordrive	47
Multi userinterface	20
Multimedia Running Demo's	3

-N-

Niet Lineair verende Opleggingen	83
Niet Lineair verende staafaansluitingen	82

-O-

Ontwerpwizard beton	76
Opleggingen 3D	53
Opleggingen 2D	26
Opleggingreactie optimaliseren	62
Oplegreacties	43

-P-

Palenplan	78
Profielgrootheden 2D	23
Profielgrootheden 3D	52
Projectgegevens invoeren	10

-R-

Raamwerken 2D	12
Raamwerken 3D	49
Rapportgenerator	44
Rapporten samenstellen	44
Rapportopties	44
Rekenblad (handmatig)	33
Rekenblad (met bibliotheken)	36
Rekenopties; geavanceerd	78
Resultaten staaltoetsing	64

-S-

Schermindeling	11
Selecteren van staven en knopen	14
Selectieset	21
Spanningen volgens Hubert-Hencky	43
Staafaansluitingen 3D	52
Staafaansluitingen 2D	24
Staafterkrachten	43
Staalcontrole NEN6770/71	62
Staaloptimalisatie	66
Staalverbindingen NEN6772	66
Standaard rapporten	46
Staven	12
Stramienen 2D	12
Stramienen en maatvoering in 3D	50

-T-

Tabelvensters	11
Tekeningen in rapport opnemen	45
Tekeningvenster	11
Templates	20
Trekstaven	80

-U-

Uitvoer naar tekstverwerker	47
-----------------------------	----

-V-

Vervormingen Lineair elastisch	43
Vervormingen controle	64
Vorm- en funderingstekening	77

-W-

Wapening in bovenaanzicht	48
Wapening in zij aanzicht	48
Wateraccumulatie	33
Weergave-instellingen	18

-Z-

Zoeken van staven of knopen	22
Zoomen	22

(Einde gebruikershandleiding)