

**PLE-micro-CAD versie 3.07**

De nieuwe versie 3.07.06 van PLE-micro-CAD bevat veel aanpassingen en uitbreidingen van faciliteiten waardoor nieuwe toepassingen beschikbaar zijn gekomen.

De nieuwe modules betreffen:

- W-moduul : moduul waarin golf- en stroombelastingen op de leiding worden bepaald. Dit gebeurt in ontwerpfunctie 4.1.
- T1-moduul : moduul waarin belasten en toetsen van de spanningen geschiedt conform de Belgische wet (en ASME B31.8); geldt voor gasleidingen.
- T8-moduul : moduul waarin belasten en toetsen van de spanningen geschiedt conform ASME B31.8 (gasleidingen)
- O-moduul : in dit moduul kunnen tafel supports worden ingevoerd; d.w.z. dat de ondersteuning alleen werkt bij verticale bewegingen van de leiding omlaag, er worden dan een verticale reactie omhoog en horizontale wrijvingsreacties ontwikkeld. Beweging omhoog kan vrij plaatsvinden.
- V-moduul : hierin kan anisotroop materiaal worden gespecificeerd.
- Q-moduul : dit moduul bevat 2 faciliteiten:
  - de invloed van de bochthoek op het bochtgedrag
  - het niet-lineaire karakter van de (bocht)ovalisatie
- M-moduul : dit moduul gaat uit van niet-lineair elasto-plastisch materiaalgedrag, waarbij gekozen kan worden uit verscheidene spannings-rek diagrammen.

In de bestaande modules van versie 3.06 zijn de volgende wijzigingen en aanvullingen aangebracht.

SN008.0 *Algemene functies*

- Bij kopiëren van alle input tabellen (optie I op hoofdmenu) worden nu ook de op de andere database aanwezige grafische definitieschermen mee gekopieerd.
- Op het hoofdmenu is de functieknoop waarmee wordt aangegeven volgens welke code wordt gerekend, verhuisd van ontwerpfunctie 5 naar ontwerpfunctie 1 en biedt nu de volgende mogelijkheden:
  - GENERAL
  - NEN3650
  - ASME B31.8
  - BELGIAN LAW
 Deze knop wordt na uitvoeren van ontwerpfunctie 3.1 'gelocked', omdat in deze functie al code-afhankelijke toetsen worden uitgevoerd, i.c. minimum wanddikte checks.

SN008.1 *Tabelfuncties*

- Naast de MAXIMA en MINIMA functies bestaat er in de resultaat-tabellen nu ook een EXTREMA functie, waarmee de extreme waarden - ongeacht het teken - worden verkregen.
- In elke resultaat tabel die gebaseerd is op NODE of ELEM kan een selectie van elementgroepen gemaakt worden indien deze gespecificeerd zijn, bijvoorbeeld op staalkwaliteit (zie verder SN008.2). De overige numerieke tabelfuncties, zoals MAXIMA, etc. zijn dan van toepassing op alleen de geselecteerde elementgroep. Van de grafische functies geldt dit alleen voor S-GRAPH.



SN008.2 Functie 2: Samenstellen configuratie

- Het specificeren van aftakkingen geschiedt nu in deze functie; tabel CONNECT is verplaatst van functie 3.3 naar functie 2.
- Als nieuwe optie is specificatie van een bepaald type T-stuk volgens ASME B31.8 toegevoegd. In tabel CONNECT wordt dan verwezen naar de nieuwe tabel TEECONF, waar de configuratiegegevens van het T-stuk worden ingevoerd, en naar tabel TEESPEC in functie 3.1 waar het type en materiaal- en doorsnedegegevens van de T gespecificeerd moeten worden. De gegevens uit TEECONF komen in de resultaat tabel T-CDATA.
- In de nieuwe tabel GROUPS kunnen de leidingelementen in groepen verdeeld worden, b.v. elementen in het veld en elementen in de kruising bij een dijk kruising. Per elementgroep kunnen dan b.v. maxima en minima van resultaten bepaald worden en ook grafieken verkregen worden. De elementgroepen worden nog op verschillende wijzen weergegeven in de resultaat tabellen GRELEM en AVGRPS.

SN008.3 Functie 3.1: Samenstellen pijpgegevens model

- De naam van tabel MATS is gewijzigd in ISTROP (isotroop materiaal), waarbij 2 kolommen zijn toegevoegd in verband met eventueel plastisch materiaal gedrag.
- Een nieuwe tabel ANTROP is toegevoegd, waarin de eigenschappen van anisotroop materiaal kunnen worden gegeven. Alleen actief als het V-moduul aanwezig is.
- In tabel WALL kan nu ook een absolute fabricagetolerantie voor de wanddikte worden opgegeven.
- Indien volgens NEN3650 wordt gerekend worden de ingevoerde wanddikten getoetst op de minimum wanddikten zoals vermeld in tabel 5 van NEN3650.
- De nieuwe tabel TEESPEC is ontworpen om de materiaal- en doorsnede gegevens van T-stukken te specificeren. Alle verstrekte gegevens worden verzameld in resultaat tabel T-SDATA.
- Tabel DEADW is verplaatst van functie 4.2 naar deze functie, omdat de betreffende gegevens ook al in functie 4.1 nodig (kunnen) zijn. De gegenereerde waarden komen in tabel PIPEDIM te staan (maar blijven ook in tabel LOADATA!).

SN008.4 Functie 3.3: Samenstellen randvoorwaarden

- Tabel CONNECT is verplaatst naar functie 2.
- Tabel ELSPLR heet nu SUPLOC (Support Location)
- Nieuw is tabel TFSPRS (Table Friction Spring Specification) waarin niet-lineaire verticale veren met wrijving in het horizontale vlak ingevoerd kunnen worden. Alleen in moduul O.

SN008.5 Functie 4.1: Genereren van golf- en stroombelastingen

- Het bepalen van de belasting gebeurt door middel van de Morison formule, waarbij de hydrodynamische coëfficiënten  $C_d$ ,  $C_m$  en  $C_l$  gegeven moeten zijn. Verder zijn golf- en stroomgegevens nodig als invoer en staan verschillende golftheorieën ter beschikking. Invloed van nabije constructies, mariene aangroeiing, golfklappen en trillingen kan in rekening gebracht worden.



SN008.6 *Functie 4.2: Specificeren van pijpbelastingen*

- Tabel DEADW is verplaatst naar functie 3.1, maar de gegenereerde waarden blijven in tabel LOADATA staan.

SN008.7 *Functie 5: Berekening van het liggergedrag*

- Voor als zodanig gespecificeerde T-stukken worden spanningsconcentratiefactoren volgens appendix E van ASME B31.8 berekend en gerapporteerd in de nieuwe resultaat tabel TEEFAC. Bij de spannings-berekening worden deze factoren automatisch verdisconteerd.
- In de nieuwe tabel DISCOOR staan de globale coördinaten van de leidingknopen in de verplaatste situatie, dus een sommatie van de waarden in tabellen NODES en DISPLAC.
- In de nieuwe tabel W-LOAD komen de in functie 4.1 gegenereerde golf/ stroom belastingen te staan, vermenigvuldigd met de belastingfactor uit tabel LOCASE.
- Voor de verschillende berekeningsopties is een apart sub-scherm ontworpen dat verschijnt na aanklikken van de ADVANCD functiekноп. Er zijn keuze mogelijkheden voor de volgende items (afhankelijk van aanwezige modules):
  - phase : Initial/ Continue/ Hysteresis/ Predis
  - bend angle: Infinite/ Limited
  - geometry : Linear/ Non-linear
  - section : Non-ov/ Oval
  - material : Linear/ Non-linear
- In de nieuwe resultaat tabel DEFORM worden vervormingen van de doorsneden gerapporteerd indien de opties OVAL en/ of MAT NON-LIN actief zijn.
- De stijfheidsreductie en spanningsconcentratie factoren in het NEN3650 moduul zijn volledig in overeenstemming gebracht met de formulering in die code (bijlage C3).

SN008.8 *Functie 6.1: Samenstellen doorsnedegegevensmodel*

- De nieuwe tabel SOILSUP geeft de mogelijkheid om horizontale steundruk ook echt als grondruk in te voeren. Dit is dus een alternatief voor of aanvulling op tabel LAMBDA. De gegenereerde steundruk per element wordt in tabel CROSDAT gerapporteerd.
- Door middel van een functiekноп ADDCROS kan het 'ADDCROS' mechanisme uitgeschakeld worden, zodat tabel ADDCROS altijd leeg blijft.
- De wijze van redistribueren is veranderd en in overeenstemming gebracht met de gewijzigde behandeling van niet-horizontaal of verticaal gerichte grondreacties. Zie hiervoor Functie 6.2 t/m 6.5.
- De tabellen W-REDIS en T-REDIS hebben een andere lay-out gekregen, in overeenstemming met de nieuwe tabel B-REDIS.
- Indien de opties OVAL en/ of MAT NON-LIN gekozen zijn (en daarmee de REDIS knop op ON gelocked is) wordt de ovalisatie van de doorsneden over de bocht(en) geredistribueerd en de resultaten worden ook gemeld in tabel B-REDIS.
- **Indien bij SLACK elementen (b.v. leiding in boorgat of mantelbuis) SOILNB, TOPLOAD, LAMBDA en/ of SOILSUP is gespecificeerd, volgt een waarschuwing. De betreffende grond-/ verkeersdrukken worden wel op de elementen gezet. Vooral in combinatie met ADDCROSS kan dit grote additionele momenten opleveren. Meestal zal dit een foute modellering van de werkelijke situatie betekenen.**



SN008.9 *Functie 6.2 t/m 6.5: Spanning- en deformatieberekeningen*

- De in SWEIGH gegeven weegfactoren worden gegenereerd naar de elementen en weergegeven in de nieuwe resultaat tabel CSWEIGH.
- Tot nu toe werd de onder een willekeurige hoek op de leidingdoorsnede staande grondreactie ontbonden in een horizontale en een verticale component, welke als belasting op de 'ring' werden gezet. Zie hoofdstuk 6.7 van het Theoretisch Manual en de Codes die de methode Spangler toepassen.

Bij nadere beschouwing echter werkt de horizontale component als een horizontale steundruk uit, omdat deze de ovalisatie ten gevolge van de verticale component tegenwerkt. In de nieuwe 3.07 versie is dit gecorrigeerd.

De grondreactie wordt niet meer ontbonden en ovalisatie erdoor vindt plaats in de richting van de reactie. Eventueel ingevoerde steundruk via tabellen LAMBDA en/ of SOILSUP blijft horizontaal op de doorsnede staan en de (gecombineerde) waarde staat als kolom SUP-TOTAL in tabel CSLOAD.

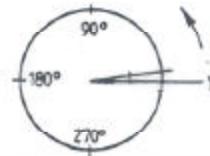
De ondersteunings/ belasting hoek wordt als volgt:

Bij een reactie hoek  $225^\circ \leq \varphi_{LAT} \leq 315^\circ$  :  $\beta = \text{SUPANG}$

Bij een reactie hoek  $135^\circ < \varphi_{LAT} < 225^\circ$  of

$315^\circ < \varphi_{LAT} < 45^\circ$  :  $\beta = 120^\circ$

Bij een reactie hoek  $45^\circ \leq \varphi_{LAT} \leq 135^\circ$  :  $\beta = 180^\circ$



Door deze gewijzigde benadering treden andere wandbuigspanningen (SFORA, SFIRA, etc) op in de betreffende doorsneden, waarbij de grootste verschillen zich voordoen in elementen met een onder  $45^\circ$  staande grondreactie.

Wanneer nu met programmaversie 3.07 een oude design database wordt aangeroepen, komt de vraag: CONVERT DESIGN TO LATEST VERSION (3.07) ? en de melding: conversion will SET-BACK function 6. De (oude) berekende spanningsresultaten passen immers niet meer bij het nieuwe programma. Ook bij kopiëren van de gehele oude database in een lege nieuwe met versie 3.07 wordt de oude database geconverteerd en functie 6 teruggezet.

- Tabellen RDPLMAX en RDISPLC zijn qua inhoud inzichtelijker gemaakt.
- Uit de bestaande spanningstabellen zijn de plastische componenten verwijderd (opgenomen in aparte tabellen).
- Indien het elasto-plastisch moduul gebruikt wordt, worden ook volledig verschillende spannings- en rek resultaat tabellen gevuld.
- Op het functiescherm is na het uitvoeren een RESTART knop aanwezig ( op de plaats van de RESET en STOP knop). Hiermee kunnen elementen aan de resultaat tabellen toegevoegd worden. Deze knop neemt dus de huidige functie van de SETBACK (DF6.1 en 6.2) over. Deze SETBACK functies hebben nu dezelfde uitwerking als bij de overige ontwerpfuncties, nl. het ledigen van de resultaat tabellen.
- In het NEN3650 moduul zijn 4 extra tabellen opgenomen, nl. TSTRMAX, MSTRMAX, TSTRESS en MSTRESS in verband met de check op wisselend vloeien. Uit deze tabellen kunnen de waarden voor de vloeielips gehaald worden.
- Bijgevoegd is een beschrijving van de TRESCA-spanning zoals die in PLE-micro-CAD gedefinieerd is. Gebleken is dat er met betrekking hiertoe verkeerde interpretaties door gebruikers gebezigd zijn.



$$\begin{aligned} \text{SIGI1} &= (\text{SXIT} + \text{SFIT})/2 + \sqrt{((\text{SXIT} - \text{SFIT})^2/4 + \text{TZUT}^2)} \\ \text{SIGI2} &= (\text{SXIT} + \text{SFIT})/2 - \sqrt{((\text{SXIT} - \text{SFIT})^2/4 + \text{TZUT}^2)} \\ \text{TAUIMAX} &= \sqrt{((\text{SXIT} - \text{SFIT})^2/4 + \text{TZUT}^2)} \\ \text{SIGO1} &= (\text{SXOT} + \text{SFOT})/2 + \sqrt{((\text{SXOT} - \text{SFOT})^2/4 + \text{TZUT}^2)} \\ \text{SIGO2} &= (\text{SXOT} + \text{SFOT})/2 - \sqrt{((\text{SXOT} - \text{SFOT})^2/4 + \text{TZUT}^2)} \\ \text{TAUOMAX} &= \sqrt{((\text{SXOT} - \text{SFOT})^2/4 + \text{TZUT}^2)} \end{aligned}$$

The principal stresses are reported in the result table **MSTRESS** and the extreme values are reported in the result table **MSTRMAX**.

#### 6.14 SHEAR STRESS ACCORDING TO TRESCA

The various stresses acting in a point of the cross-section are combined into a shear stress according to the Tresca yield criterion.

The plane stress principal stresses are SIG.1 and SIG.2. The third principal stress in a direction perpendicular to the pipe wall (SIG.3) is assumed to be zero.

The Tresca stress is defined as the absolute value of half the difference between the largest and smallest principal stress:

$$\text{TRESCA} = 0.5 * (\text{SIG.1} - \text{SIG.2}) \quad \text{if the signs of SIG.1 and SIG.2 are different}$$

$$\text{TRESCA} = 0.5 * (\text{SIG.1} - \text{SIG.3}) = 0.5 * \text{SIG.1} \quad \text{if SIG.1 and SIG.2 have a positive sign}$$

$$\text{TRESCA} = 0.5 * (\text{SIG.3} - \text{SIG.2}) = -0.5 * \text{SIG.2} \quad \text{if SIG.1 and SIG.2 have a negative sign}$$

For the inner wall location the principal stresses are named SIGI1, SIGI2 and SIGI3, for the outer wall location SIGO1, SIGO2 and SIGO3.

The maximum Tresca stress over the wall thickness is reported in result table **CSTRESS** and the extreme value over the whole circumference of the cross-section in result table **CSTRMAX**.

