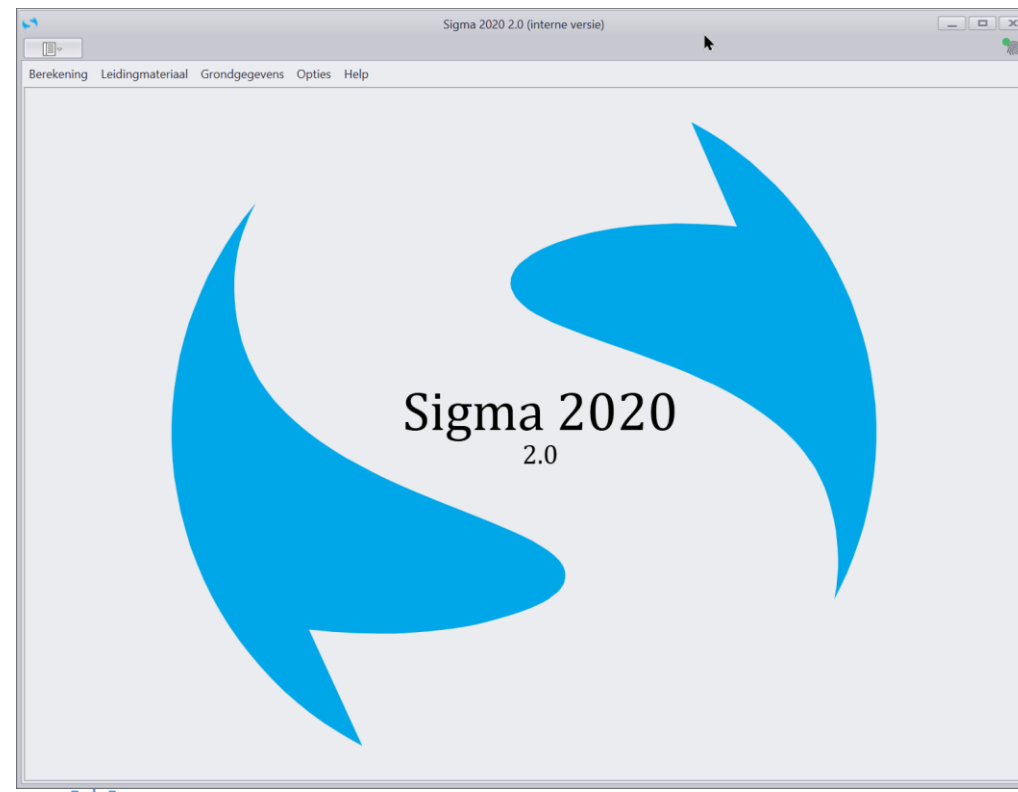


U krijgt een demonstratie voordat de Sigma oefeningen beginnen.

Hand-outs met aanvullende informatie en instructie zullen worden verstrekt.

De onderwerpen die we tijdens deze oefening zullen behandelen zijn:

- Navigatie in Sigma
- Berekeningen maken
- Werken met opties per berekeningsmethode

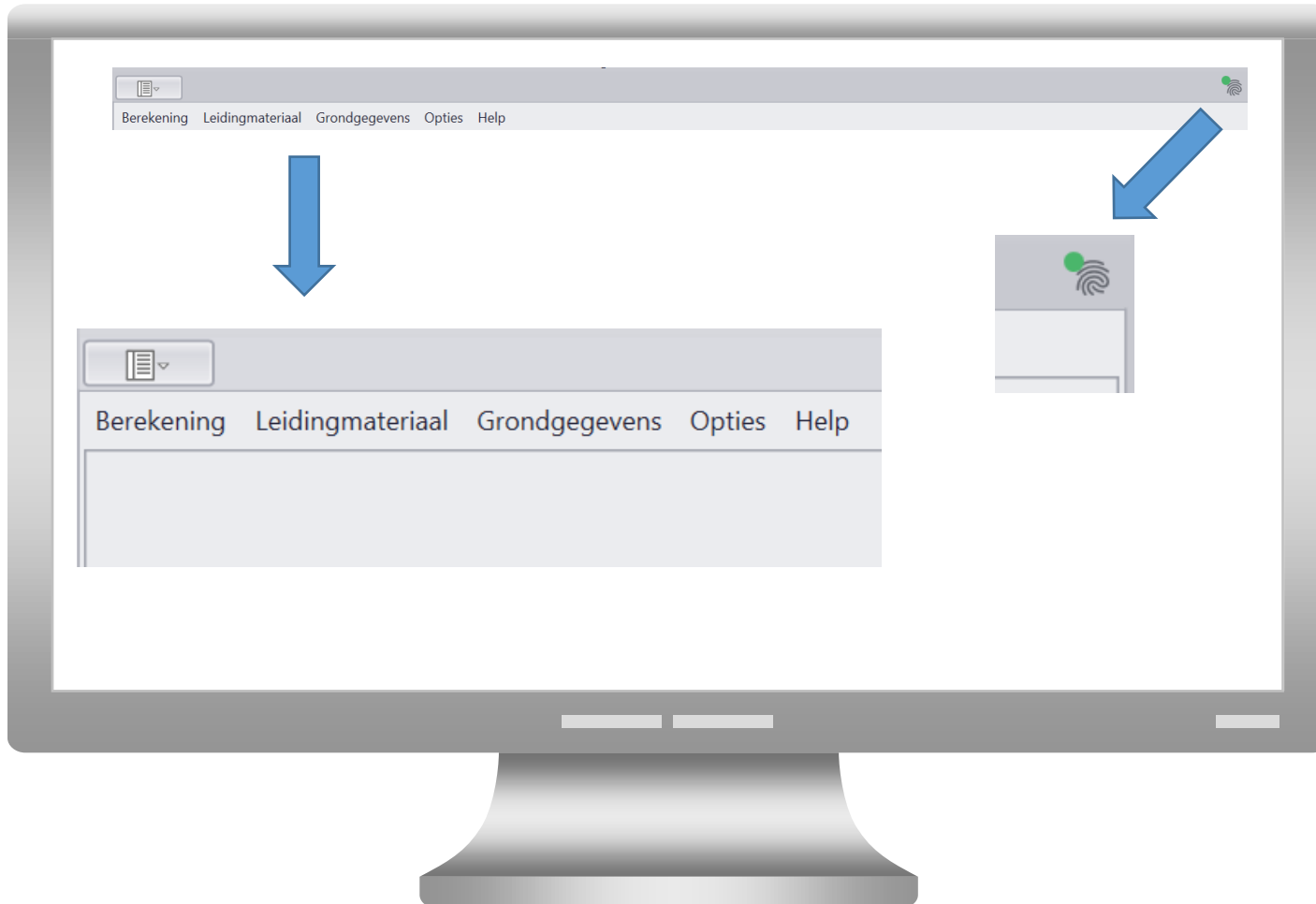




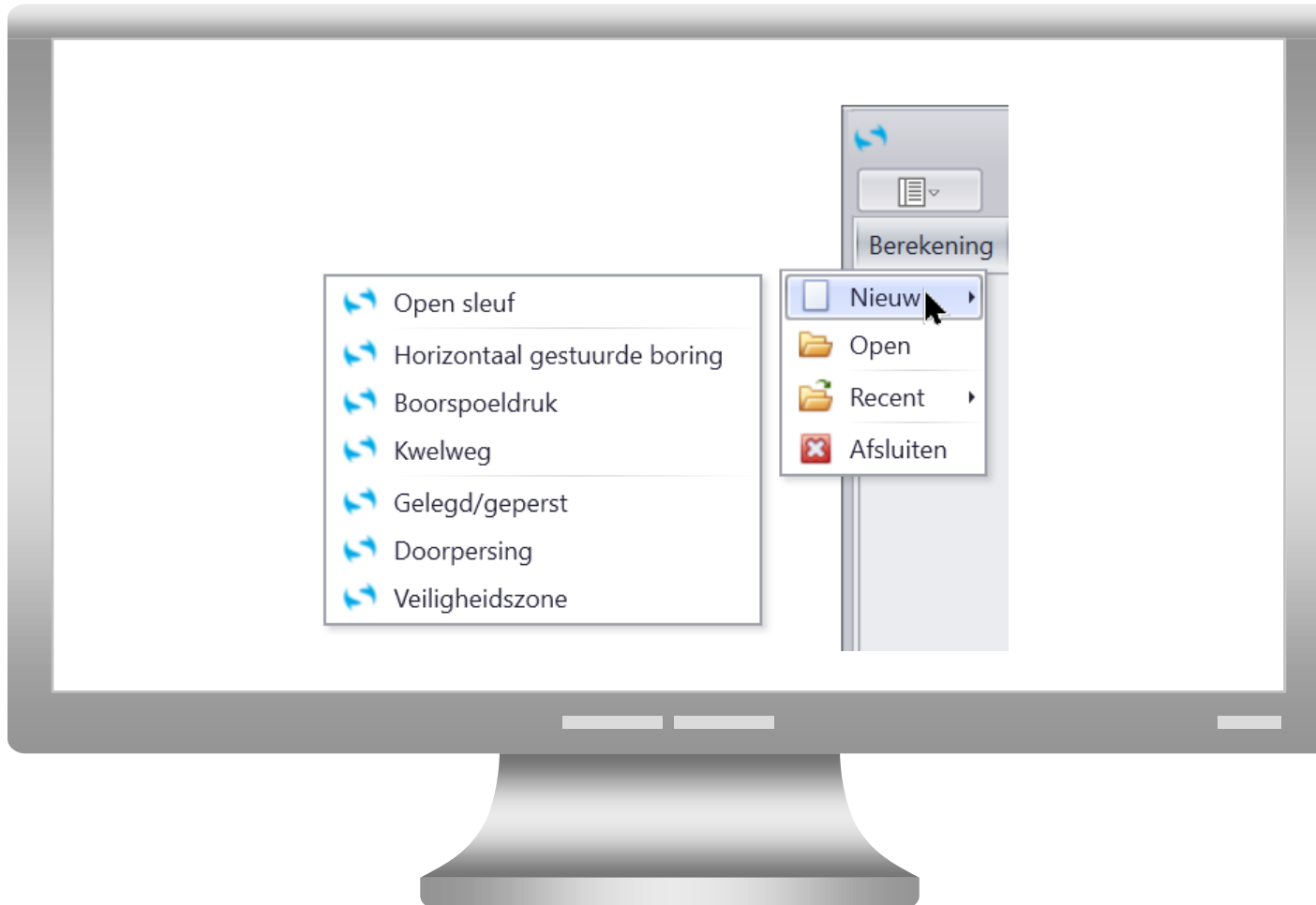
- 1 Open programma Sigma
- 2 Tijdens het openen ziet u de naam Sigma
- 3 Ook het versie nummer wordt getoond.

Het jaartal 2020 is gerelateerd aan de NEN 3650:2020 en de NEN 3651:2020. Deze zijn in maart 2020 gepubliceerd.

Met behulp van het versienummer tonen we de update van Sigma. Is sprake van een grote update dan wordt Sigma hernummerd naar bijvoorbeeld 3.0, is sprake van een kleine update dan verschijnt bijvoorbeeld 2.0.7.



- 1 Linkerzijde programma. Vijf keuzes:
 - Berekening
 - Leidingmateriaal
 - Grondgegevens
 - Opties
 - Help
- 2 Rechterzijde programma: vingerafdruk om programma te registreren.



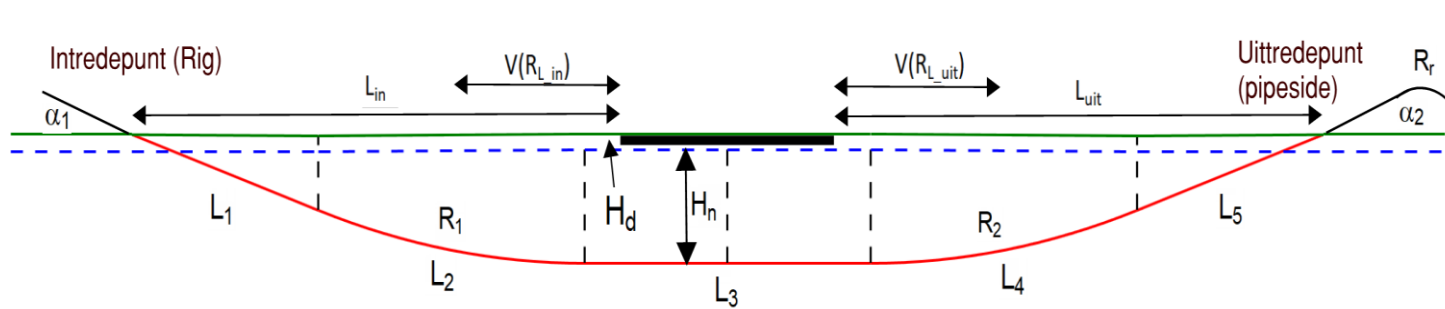
1 Klik op “Berekening”

2 Kies welke berekening gemaakt moet worden.

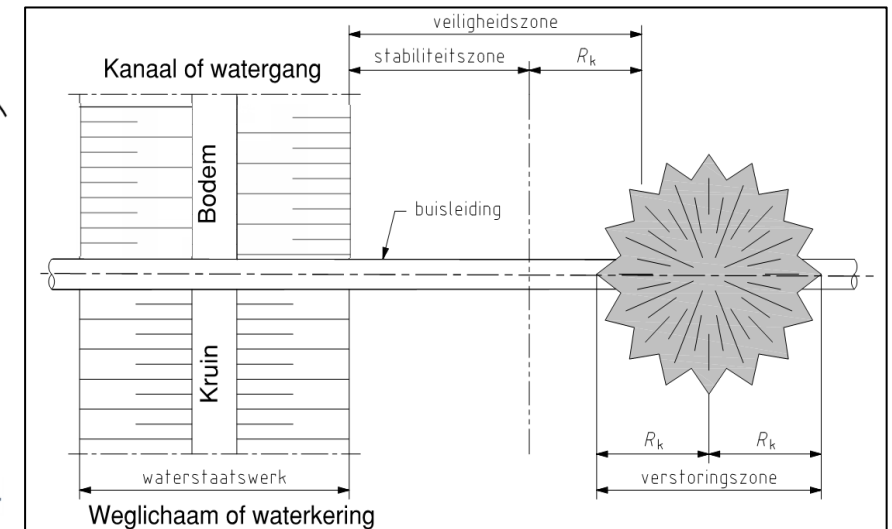
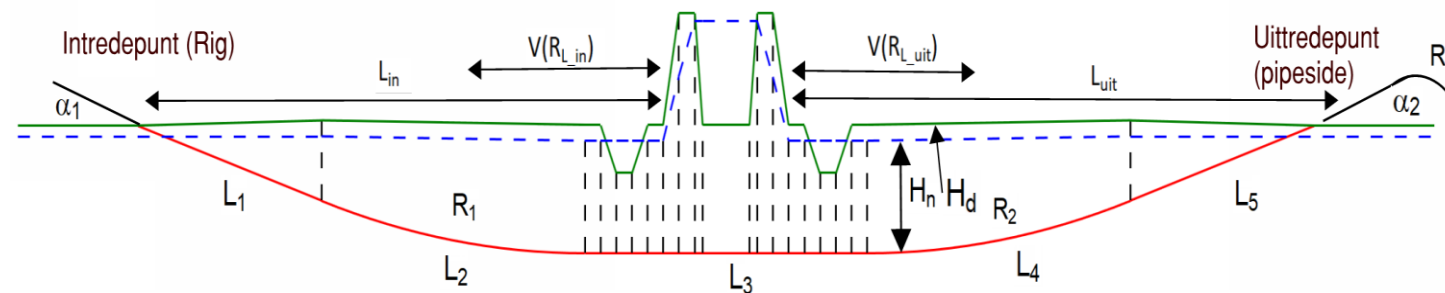
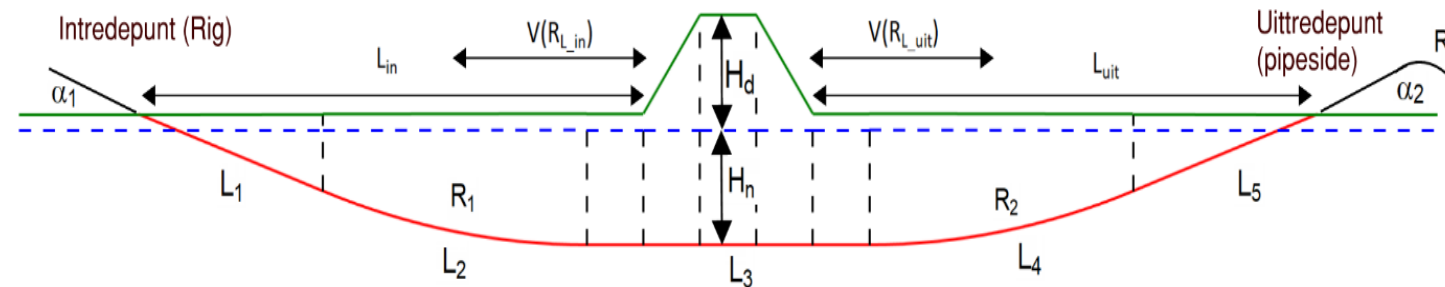
Zeven keuzes:

- Open sleuf
- Horizontaal gestuurde boring
- Boorspoeldruk
- Kwelweg
- Gelegd/geperst
- Doorpersing
- Veiligheidszone

3 Klik op “Veiligheidszone”



Waterstaatswerk verheeld met aangrenzend gebied



Waterstaatswerk niet verheeld met aangrenzend gebied: dus zichtbaar in het gebied

Verheelde situatie

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| Projectgegevens | |
| Naam van het project | Cursus Sigma 2020 |
| Projectonderdeel | Oefening 1: Vloeistofleiding |

Leiding- en materiaalgegevens	
Uitwendige middellijn [mm]	315,0_
Wanddikte [mm]	28,7_

Medium	
Medium	☒ Vloeistof ☐ Gas ☐ Drukloos
Ontwerpdruk [N/mm^2]	0,3_
Volumieke massa medium [kg/m^3]	1000,0_
Aanvullende pomp-/lekgegevens	☐ Ja ☒ Nee

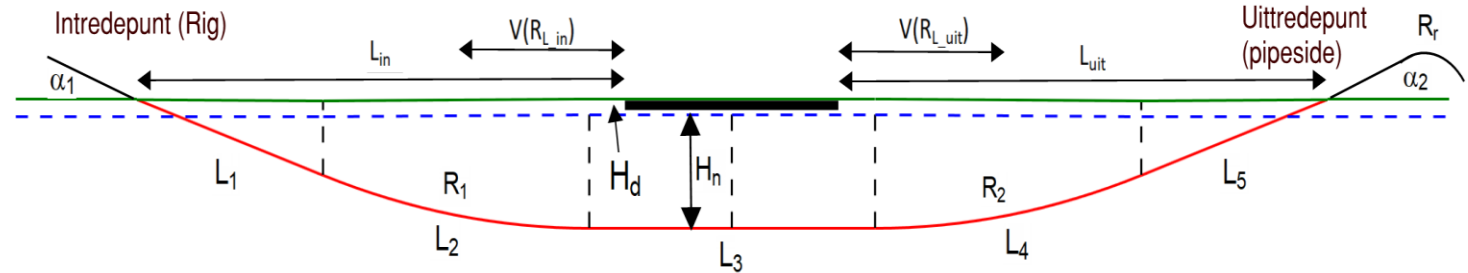
Grondmechanische gegevens	
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld [m]	1,0_

Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone	
Waterstaatswerk	☒ Verheeld ☐ Niet Verheeld

The diagram illustrates a pipe cross-section with various labeled dimensions and points:

 - Intredepunt (Rig)**: The starting point of the pipe section.
 - Uitredepunt (pipeside)**: The ending point of the pipe section.
 - Dimensions**:
 - L_{in} , L_{out} : Horizontal distances from the start/end points to the centerline.
 - L_1 , L_2 , L_3 , L_4 , L_5 : Vertical distances from the ground level to the top/bottom of the pipe at different points.
 - R_1 , R_2 : Radii of curvature at specific points.
 - H_d , H_{n1} : Vertical heights related to the pipe's position relative to the ground.
 - Angles**: α_1 and α_2 are indicated at the start and end points respectively.
 - Flow Direction**: Indicated by arrows labeled $V(R_{in})$ and $V(R_{out})$.

Verheeld waterstaatswerk



- Stap 1)** Vul de naam van het project in (bijv. Vernieuwen waterleiding Maasdijk in Dordrecht)
- Stap 2)** Vul de naam van het projectonderdeel in (bijv. Veiligheidszoneberekening waterleiding)
- Stap 3)** Vul de relevante gegevens in:
- De “Uitwendige middellijn” en de “Wanddikte” (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
 - De gronddekking van de leiding
 - Welk medium is van toepassing: in dit geval “Vloeistof”
 - De normaal heersende druk (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
 - Volumieke massa vloeistof (bij water is dit 1000 kg/m^3 , bij olie is dat vaak 800 kg/m^3)
 - Vink aan of sprake is van aanvullende pomp-/lekgegevens (in dit voorbeeld “Nee”)
 - Vink aan of het waterstaatswerk verheeld of niet verheeld is (in dit voorbeeld “Nee”)
- Stap 4)** Klik “Berekenen”

Oefening #1: Veiligheidszone vloeistofleiding

Resultaten

Berekening van de factor $H^3 \cdot D_l^5$

$$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$$

$$H = \frac{300.000}{1.000 \cdot 9,81} = 30,58 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_l^5 = 30,58^3 \cdot 0,26^5 = 32,44 \text{ m}^8$$

Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B

$$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{H^3 \cdot D_l^5}$$

$$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{30,58^3 \cdot 0,26^5} = 12,36 \text{ m}$$

Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L

Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 6,18 \text{ m}$

Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 12,36 \text{ m}$

Indien er sprake is van niet-trekvraste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 24,72 \text{ m}$

Berekening van de veiligheidszone

Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:

$$\text{Veiligheidszone} = 4 \cdot H_{\text{werk}} + R_B = 4 \cdot 0,00 + 12,36 = 12,36 \text{ m}$$

Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:

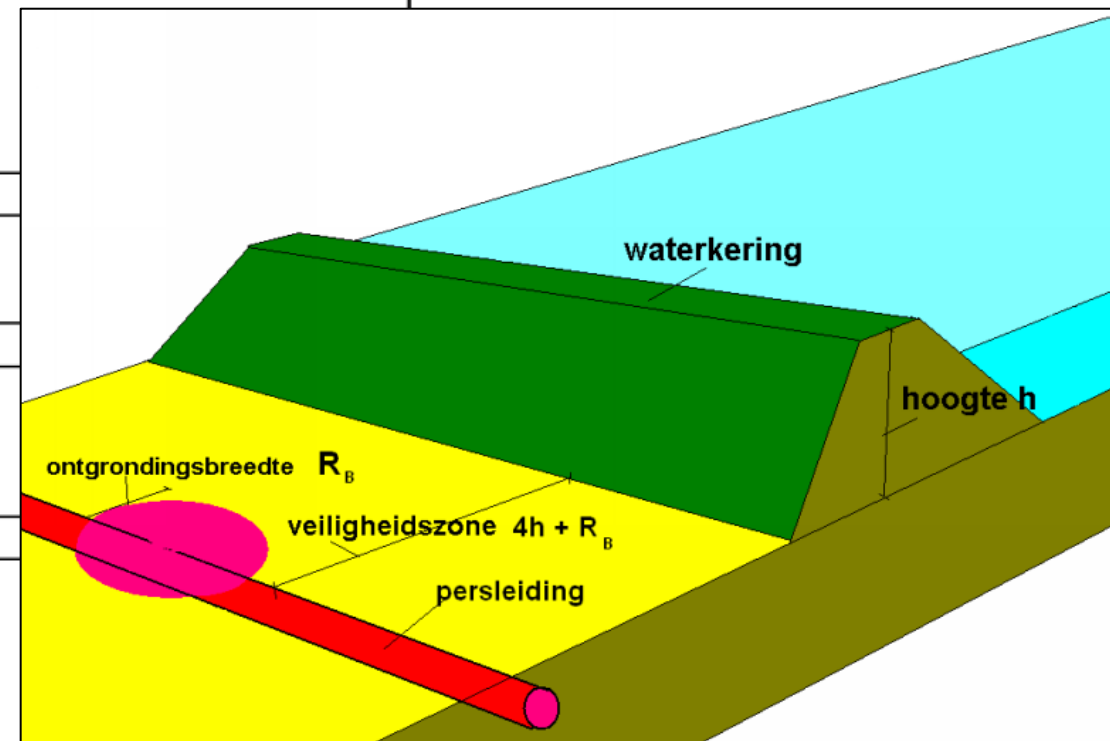
$$\text{Veiligheidszone} = 4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L1} = 4 \cdot 0,00 + 6,18 = 6,18 \text{ m}$$

$$\text{Veiligheidszone} = 4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L2} = 4 \cdot 0,00 + 12,36 = 12,36 \text{ m}$$

$$\text{Veiligheidszone} = 4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L3} = 4 \cdot 0,00 + 24,72 = 24,72 \text{ m}$$

Berekening van de diepte van de erosiekrater

$$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,315 + 1) = 1,58 \text{ m}$$



Indien de leiding in de veiligheidszone wordt gelegd moet deze voldoen aan de NEN 3650 / NEN 3651.

Veiligheidszone vloeistofleiding

Niet verheelde situatie

Projectgegevens

Naam van het project: Cursus Sigma 2020

Projectonderdeel: Oefening 2: Vloeistofleiding

Leiding- en materiaalgegevens

Uitwendige middellijn [mm]: 315,0_

Wanddikte [mm]: 28,7_

Medium

Medium: ☒ Vloeistof ☐ Gas ☐ Drukloos

Ontwerpdruk [N/mm²]: 0,3_

Volumieke massa medium [kg/m³]: 1000,0_

Aanvullende pomp-/lekgegevens: ☐ Ja ☒ Nee

Grondmechanische gegevens

Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld [m]: 1,0_

Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone

Waterstaatswerk: ☐ Verheeld ☒ Niet Verheeld

Hoogteverschil kruin-maaiveld [m]: 2,5_

☐ Aangepaste breedte stabiliteitszone [m]: 10,0_

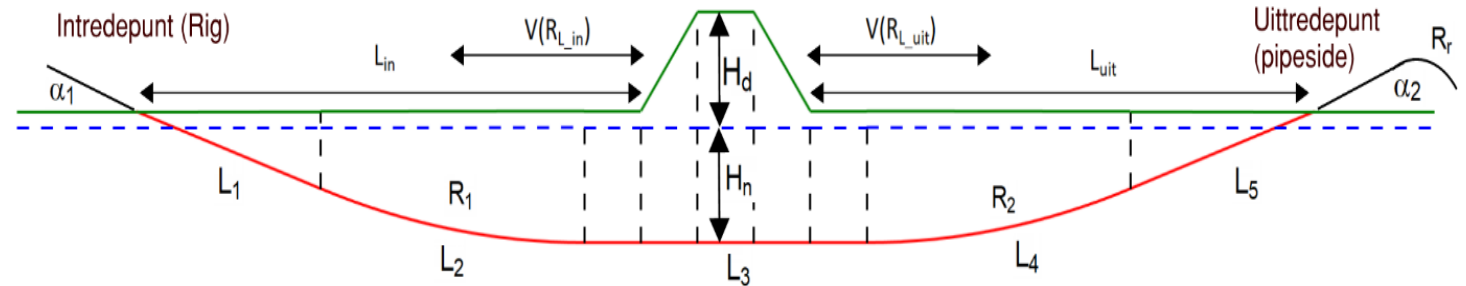
Diagram: A cross-section diagram of a pipe showing the safety zone. The diagram includes labels for the Intredepunt (Rig), Uitredepunt (pipeside), and various dimensions: L_1 , L_2 , L_3 , L_4 , L_5 , R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_5 , H_d , H_n , H_s , H_t , H_u , H_v , H_w , H_x , H_y , H_z , H_{a1} , H_{a2} , H_{a3} , H_{a4} , H_{a5} , H_{a6} , H_{a7} , H_{a8} , H_{a9} , H_{a10} , H_{a11} , H_{a12} , H_{a13} , H_{a14} , H_{a15} , H_{a16} , H_{a17} , H_{a18} , H_{a19} , H_{a20} , H_{a21} , H_{a22} , H_{a23} , H_{a24} , H_{a25} , H_{a26} , H_{a27} , H_{a28} , H_{a29} , H_{a30} , H_{a31} , H_{a32} , H_{a33} , H_{a34} , H_{a35} , H_{a36} , H_{a37} , H_{a38} , H_{a39} , H_{a40} , H_{a41} , H_{a42} , H_{a43} , H_{a44} , H_{a45} , H_{a46} , H_{a47} , H_{a48} , H_{a49} , H_{a50} , H_{a51} , H_{a52} , H_{a53} , H_{a54} , H_{a55} , H_{a56} , H_{a57} , H_{a58} , H_{a59} , H_{a60} , H_{a61} , H_{a62} , H_{a63} , H_{a64} , H_{a65} , H_{a66} , H_{a67} , H_{a68} , H_{a69} , H_{a70} , H_{a71} , H_{a72} , H_{a73} , H_{a74} , H_{a75} , H_{a76} , H_{a77} , H_{a78} , H_{a79} , H_{a80} , H_{a81} , H_{a82} , H_{a83} , H_{a84} , H_{a85} , H_{a86} , H_{a87} , H_{a88} , H_{a89} , H_{a90} , H_{a91} , H_{a92} , H_{a93} , H_{a94} , H_{a95} , H_{a96} , H_{a97} , H_{a98} , H_{a99} , H_{a100} .

- 1 Algemeen scherm Veiligheidszone
- 2 We zien vijf blokken met gegevens.
 - Projectgegevens
 - Leiding- en materiaalgegevens
 - Gegevens medium
 - Grondmechanische gegevens
 - Gegevens waterstaatswerk
- 3 Voer de gegevens in die op dit scherm staan. Let op dat er niet gevraagd wordt om het leidingmateriaal in te voeren. Alleen uitwendige middellijn en de wanddikte.

Oefening #2: Veiligheidszone vloeistofleiding

stap voor stap

Niet verheeld waterstaatswerk



- Stap 1)** Vul de naam van het project in (bijv. Vernieuwen waterleiding Maasdijk in Dordrecht)
- Stap 2)** Vul de naam van het projectonderdeel in (bijv. Veiligheidszoneberekening waterleiding)
- Stap 3)** Vul de relevante gegevens in:
- De “Uitwendige middellijn” en de “Wanddikte” (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
 - De gronddekking van de leiding
 - Welk medium is van toepassing: in dit geval “Vloeistof”
 - De normaal heersende druk (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
 - Volumieke massa vloeistof (bij water is dit 1000 kg/m³, bij olie is dat vaak 800 kg/m³)
 - Vink aan of sprake is van aanvullende pomp-/lekgegevens (in dit voorbeeld “Nee”)
 - Vink aan of het waterstaatswerk verheeld of niet verheeld is (in dit voorbeeld “Ja”)
- Standaard is het hoogteverschil kruin-maaiveld 2,5 m
- Stap 4)** Klik “Berekenen”

Oefening #2: Veiligheidszone vloeistofleiding

Resultaten

Berekening van de factor $H^3 \cdot D_i^5$

$$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$$

$$H = \frac{300.000}{1.000 \cdot 9,81} = 30,58 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_i^5 = 30,58^3 \cdot 0,26^5 = 32,44 \text{ m}^8$$

Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B

$$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{H^3 \cdot D_i^5}$$

$$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{30,58^3 \cdot 0,26^5} = 12,36 \text{ m}$$

Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L

Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 6,18 \text{ m}$

Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 12,36 \text{ m}$

Indien er sprake is van niet-trekvraste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 24,72 \text{ m}$

Berekening van de veiligheidszone

Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:

$$\text{Veiligheidszone} = 4 \cdot H_{\text{werk}} + R_B = 4 \cdot 2,50 + 12,36 = 22,36 \text{ m}$$

Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:

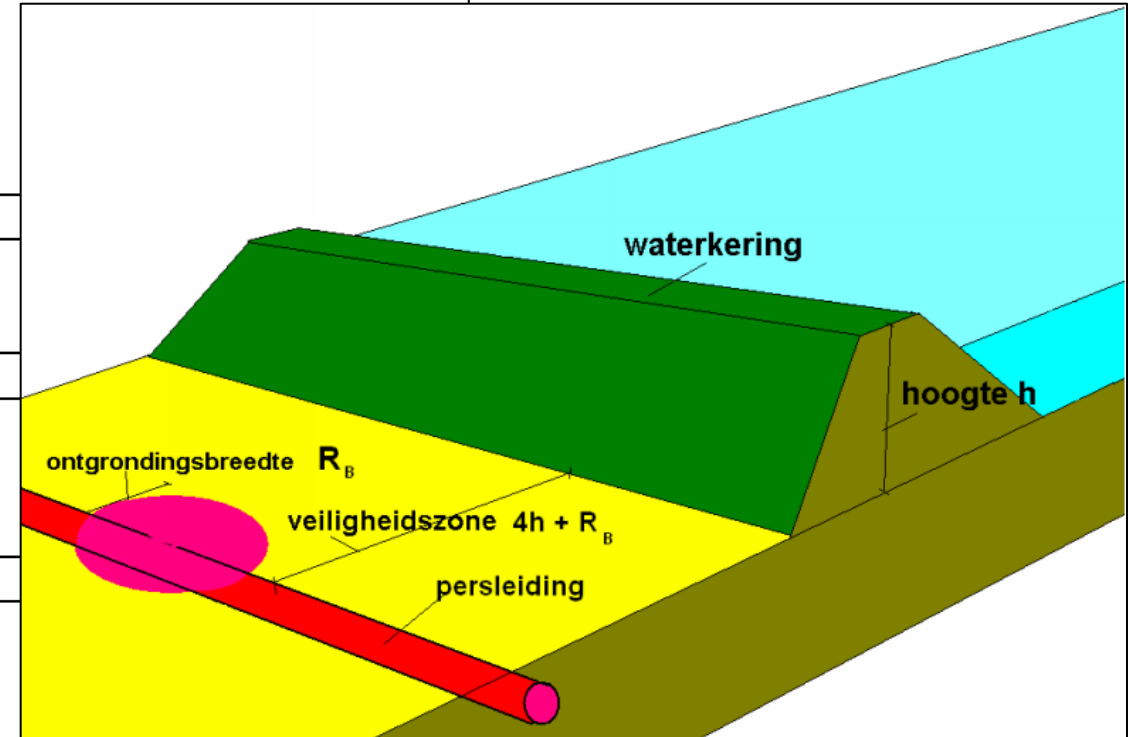
$$\text{Veiligheidszone} = 4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L1} = 4 \cdot 2,50 + 6,18 = 16,18 \text{ m}$$

$$\text{Veiligheidszone} = 4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L2} = 4 \cdot 2,50 + 12,36 = 22,36 \text{ m}$$

$$\text{Veiligheidszone} = 4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L3} = 4 \cdot 2,50 + 24,72 = 34,72 \text{ m}$$

Berekening van de diepte van de erosiekrater

$$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,315 + 1) = 1,58 \text{ m}$$



Indien de leiding in de veiligheidszone wordt gelegd moet deze voldoen aan de NEN 3650 / NEN 3651.

Veiligheidszone vloeistofleiding

Pompgegevens

Projectgegevens

Naam van het project: Cursus Sigma 2020

Projectonderdeel: Oefening 3: Vloeistofleiding met pompgegevens

Leiding- en materiaalgegevens

Uitwendige middellijn [mm]: 315,0_

Wanddikte [mm]: 28,7_

Medium

Medium: ☒ Vloeistof ☐ Gas ☐ Drukloos

Ontwerpdruk [N/mm²]: 0,3_

Volumieke massa medium [kg/m³]: 1000,0_

Aanvullende pomp-/lekgegevens ☒ Ja ☐ Nee

Maximaal debiet [m³/uur]: 35,0_

Maximale opvoerhoogte [mvk]: 30,0_

Grondmechanische gegevens

Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld [m]: 1,0_

Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone

Waterstaatswerk: ☐ Verheeld ☒ Niet Verheeld

Hoogteverschil kruin-maaiveld [m]: 2,5_

☐ Aangepaste breedte stabiliteitszone [m]: 10,0_

Diagram: A schematic diagram of a pipe section showing the safety zone calculation. It includes labels for the inlet point (Intredepunt (Rig)), outlet point (Uitredepunt (pipeside)), and various dimensions: L_1 , L_2 , L_3 , L_4 , L_5 , R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_5 , H_1 , H_2 , H_3 , H_4 , H_5 , $V(R_{1, in})$, $V(R_{1, out})$, $V(R_{2, in})$, $V(R_{2, out})$, $V(R_{3, in})$, $V(R_{3, out})$, $V(R_{4, in})$, $V(R_{4, out})$, $V(R_{5, in})$, $V(R_{5, out})$.

1 Algemeen scherm Veiligheidszone

2 We zien vijf blokken met gegevens.

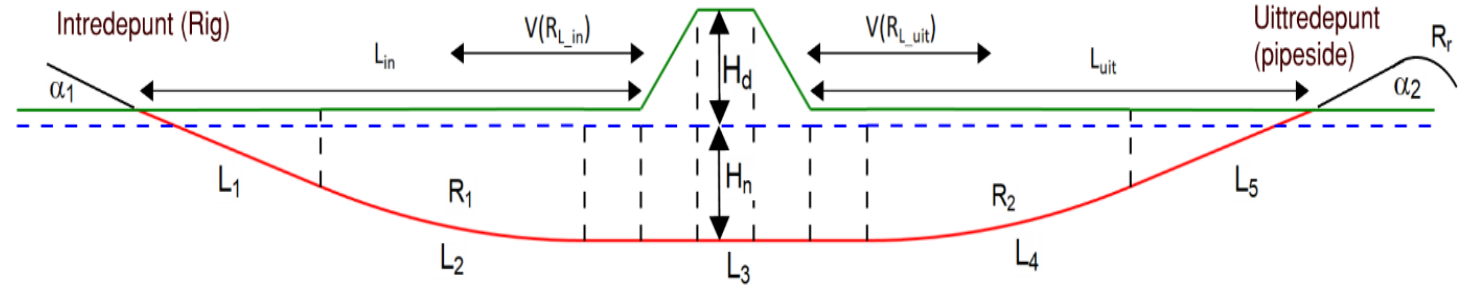
- Projectgegevens
- Leiding- en materiaalgegevens
- Gegevens medium
- **Pompgegevens**
- Grondmechanische gegevens
- Gegevens waterstaatswerk

3 Voer de gegevens in die op dit scherm staan. Let op dat er niet gevraagd wordt om het leidingmateriaal in te voeren. Alleen uitwendige middellijn en de wanddikte.

Oefening #3: Vloeistofleiding met pompgegevens

stap voor stap

Niet verheeld waterstaatswerk



Stap 1) Vul de naam van het project in (bijv. Vernieuwen waterleiding Maasdijk in Dordrecht)

Stap 2) Vul de naam van het projectonderdeel in (bijv. Veiligheidszoneberekening waterleiding)

Stap 3) Vul de relevante gegevens in:

- De “Uitwendige middellijn” en de “Wanddikte” (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
- De gronddekking van de leiding
- Welk medium is van toepassing: in dit geval “Vloeistof”
- De normaal heersende druk (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
- Volumieke massa vloeistof (bij water is dit 1000 kg/m^3 , bij olie is dat vaak 800 kg/m^3)
- Vink “Aanvullende pomp-/lekgegevens” aan. **Vul $35 \text{ m}^3/\text{uur}$ en 30 mvk (meters vloeistof kolom) in**
- Vink aan of het waterstaatswerk verheeld of niet verheeld is (in dit voorbeeld “Ja”)
Standaard is het hoogteverschil kruin-maaiveld $2,5 \text{ m}$

Stap 4) Klik “Berekenen”

Oefening #3: Veiligheidszone vloeistofleiding

Resultaten

Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B

$$Q = Q_m = 35,00/3.600 = 0,0097 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h = H_m = 30,00 \text{ mvk}$$

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,0097 \cdot 30,00 = 2.861,25 \text{ W}$$

$$\mu = 0,0002 \cdot h^2 - 0,02 \cdot h + 1 = 0,0002 \cdot 30,00^2 - 0,02 \cdot 30,00 + 1 = 0,58$$

$$R_B = 7,8 \cdot D_i \cdot \left(\frac{P}{\rho \cdot g^{1,5} \cdot \mu \cdot D_i^{3,5}} \right)^{0,243}$$

$$R_B = 7,8 \cdot 0,2576 \cdot \left(\frac{2.861,25}{1000 \cdot 9,81^{1,5} \cdot 0,58 \cdot 0,2576^{3,5}} \right)^{0,243} = 4,08 \text{ m}$$

Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L

Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 2,04 \text{ m}$

Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 4,08 \text{ m}$

Indien er sprake is van niet-trekvraste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 8,17 \text{ m}$

Berekening van de veiligheidszone

Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:

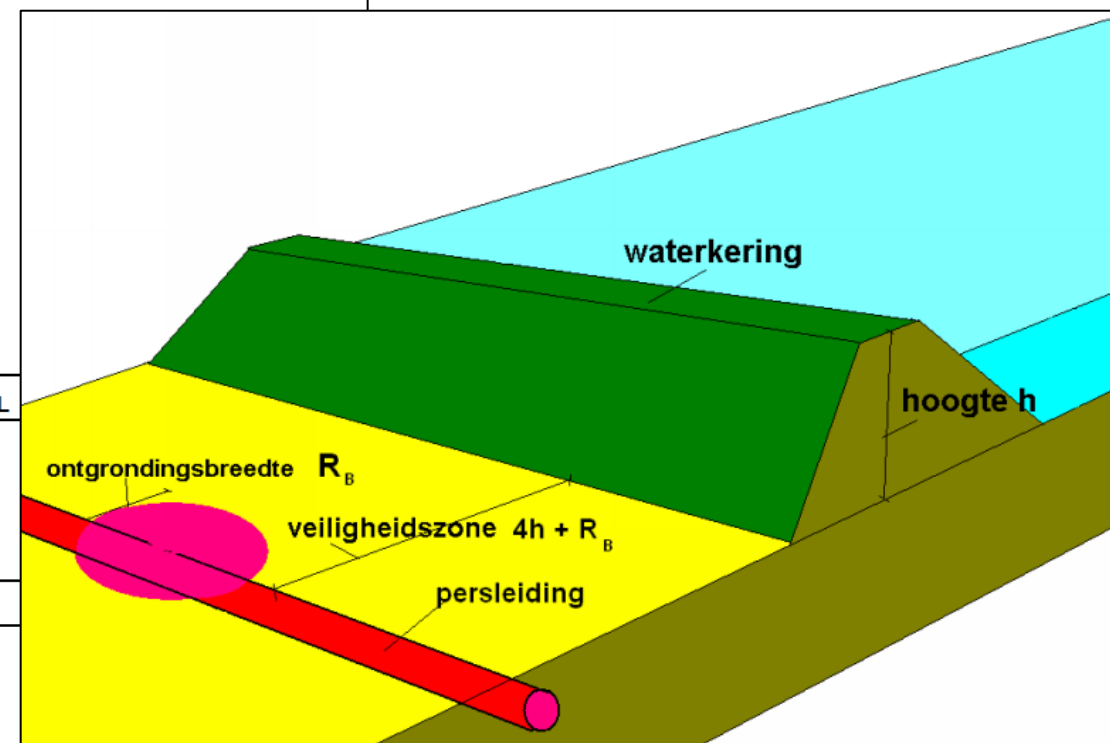
$$\text{Veiligheidszone} = 4 \cdot H_{\text{werk}} + R_B = 4 \cdot 2,50 + 4,08 = 14,08 \text{ m}$$

Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:

$$\text{Veiligheidszone} = 4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L1} = 4 \cdot 2,50 + 2,04 = 12,04 \text{ m}$$

$$\text{Veiligheidszone} = 4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L2} = 4 \cdot 2,50 + 4,08 = 14,08 \text{ m}$$

$$\text{Veiligheidszone} = 4 \cdot H_{\text{werk}} + R_{L3} = 4 \cdot 2,50 + 8,17 = 18,17 \text{ m}$$



Indien de leiding in de veiligheidszone wordt gelegd moet deze voldoen aan de NEN 3650 / NEN 3651.

Veiligheidszone gasleiding

Verheelde situatie

The screenshot shows a software interface for 'Veiligheidszone gasleiding' (Safety zone gas pipeline) on a computer monitor. The interface is divided into several sections, each with a blue header and a white body containing input fields and radio buttons. The sections are: 1. 'Projectgegevens' (Project data) with fields for 'Naam van het project' (Project name) and 'Projectonderdeel' (Project part). 2. 'Leiding- en materiaalgegevens' (Pipeline and material data) with fields for 'Uitwendige middellijn [mm]' (Outer diameter [mm]) and 'Wanddikte [mm]' (Wall thickness [mm]). 3. 'Medium' (Medium) with radio buttons for 'Vloeistof' (Liquid), 'Gas' (selected), and 'Drukloos' (Vacuum). 4. 'Grondmechanische gegevens' (Geotechnical data) with a dropdown for 'Grondsoort' (Soil type) and fields for 'Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld [m]' (Cover of the pipeline relative to ground level [m]) and 'Vochtgehalte [%]' (Moisture content [%]). 5. 'Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone' (Data waterworks in relation to safety zone calculation) with radio buttons for 'Verheeld' (Hidden) (selected) and 'Niet Verheeld' (Not hidden). 6. 'Ontwerpdruk [N/mm²]' (Design pressure [N/mm²]). 7. 'Volumieke massa medium [kg/m³]' (Volumetric mass of medium [kg/m³]). 8. 'Expansie constante [-]' (Expansion constant [-]). 9. 'Aanvullende pomp-/lekgegevens' (Additional pump/leak data) with radio buttons for 'Ja' (Yes) and 'Nee' (No).

Projectgegevens

Naam van het project: Cursus Sigma 2020

Projectonderdeel: Oefening 4: Gasleiding

Leiding- en materiaalgegevens

Uitwendige middellijn [mm]: 315,0

Wanddikte [mm]: 28,7

Medium

Medium: ☐ Vloeistof ☒ Gas ☐ Drukloos

Ontwerpdruk [N/mm²]: 0,3

Volumieke massa medium [kg/m³]: 0,833

Expansie constante [-]: 1,33

Aanvullende pomp-/lekgegevens: ☐ Ja ☒ Nee

Grondmechanische gegevens

Grondsoort: Klei

Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld [m]: 1,0

Vochtgehalte [%]: 5,0

Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone

Waterstaatswerk: ☒ Verheeld ☐ Niet Verheeld

- 1 Algemeen scherm Veiligheidszone
- 2 We zien vijf blokken met gegevens.
 - Projectgegevens
 - Leiding- en materiaalgegevens
 - Gegevens medium
 - Grondmechanische gegevens
 - Gegevens waterstaatswerk
- 3 Voer de gegevens in die op dit scherm staan. Let op dat er niet gevraagd wordt om het leidingmateriaal in te voeren. Alleen uitwendige middellijn en de wanddikte.

Stap 2) Vul de naam van het projectonderdeel in (bijv. Veiligheidszoneberekening gasleiding)

- De “Uitwendige middellijn” en de “Wanddikte” (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
- De grondsoort, de gronddekking van de leiding en de vochtigheid van de grond
- Welk medium is van toepassing: in dit geval “Gas”
- De normaal heersende druk (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
- Volumieke massa medium (bij gas is dit $0,833 \text{ kg/m}^3$) en expansie constante (standaard is dit 1,33)
- Vink aan of sprake is van aanvullende pomp-/lekgegevens (bij gas altijd “Nee”)
- Vink aan of het waterstaatswerk verheeld of niet verheeld is (in dit voorbeeld “Nee”)

- 16 -

Oefening #4: Veiligheidszone gasleiding

Resultaten

Berekening van de halve breedte van de erosiekrater G_B

$$\rho_0 = \rho_{omg} \cdot \frac{p_0}{10.000} = 0,833 \cdot \frac{30000,0}{10.000} = 2,50 \text{ kg/m}^3$$

$$u^* = \sqrt{\frac{2 \cdot \kappa}{\kappa + 1} \cdot \frac{p_0}{\rho_0}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,33}{1,33 + 1} \cdot \frac{30000,0}{2,50}} = 117,07 \text{ m/s}$$

$$p^* = p_0 \cdot \left(\frac{2}{\kappa + 1} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa - 1}} = 3,0 \cdot \left(\frac{2}{1,33 + 1} \right)^{\frac{1,33}{1,33 - 1}} = 16210,92 \text{ kg/m}^2 = 1,62 \text{ bar}$$

$$\rho^* = \rho_0 \cdot \left(\frac{p^*}{p_0} \right)^{\frac{1}{\kappa}} = 2,50 \cdot \left(\frac{16210,92}{30000,0 + 1} \right)^{\frac{1}{1,33}} = 1,57 \text{ kg/m}^3$$

$$Q^* = \rho^* \cdot u^* \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot D_i^2 = 1,57 \cdot 117,07 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 0,26^2 = 9,60 \text{ kg/s}$$

$$I = Q^* \cdot u^* + (p^* - p_{omg}) \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot D_i^2 = 9,60 \cdot 117,07 + 62109,21 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 0,26^2 = 4.360,64 \text{ N}$$

$$w = 5,00 \% \rightarrow R(w) = 0,025$$

$$D_k = 40 \cdot R(w) \cdot D_0 + H = 40 \cdot 0,025 \cdot 0,32 + 1,00 = 1,32 \text{ m}$$

$$G_B = R(w) \cdot \left\{ \frac{g}{D_k^2} \cdot \left(\frac{I}{\rho_{omg} \cdot g} \right)^3 \cdot t^2 \right\}^{0,125} = 0,025 \cdot \left\{ \frac{9,81}{1,32^2} \cdot \left(\frac{4.360,64}{0,83 \cdot 9,81} \right)^3 \cdot 7.200^2 \right\}^{0,125} = 3,01 \text{ m}$$

Bij hogedrukleidingen (druk groter of gelijk aan 1 MPa (10 bar)) zijn deze berekeningen indicatief.

Berekening van de halve lengte van de erosiekrater G_L

$$G_L = G_B / 4 = 3,01 / 4 = 0,75 \text{ m}$$

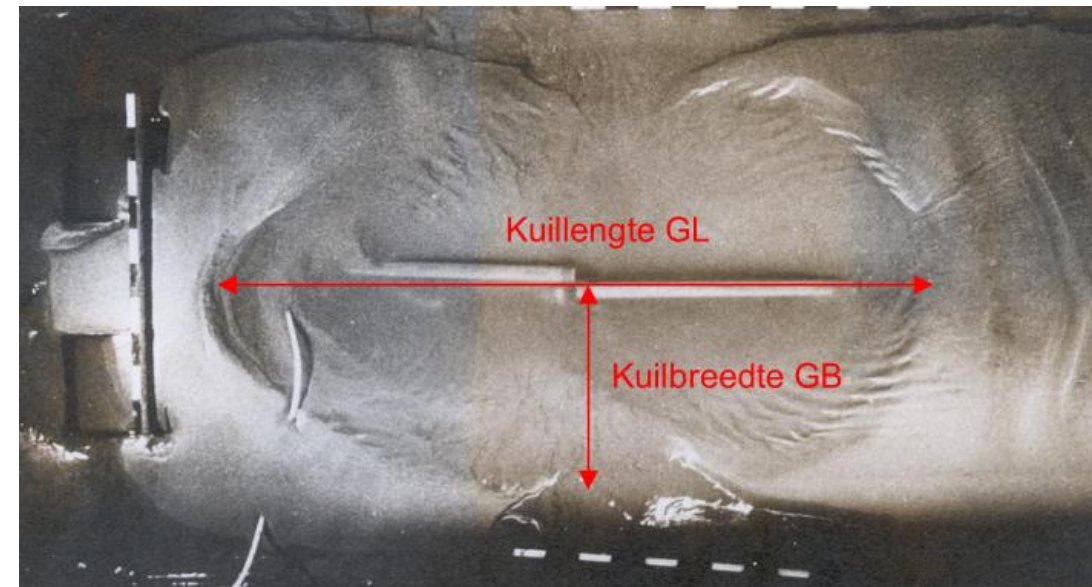
Berekening van de veiligheidszone

Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:

$$\text{Veiligheidszone} = G_B = 3,01 \text{ m}$$

Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:

$$\text{Veiligheidszone} = G_L = 0,75 \text{ m}$$

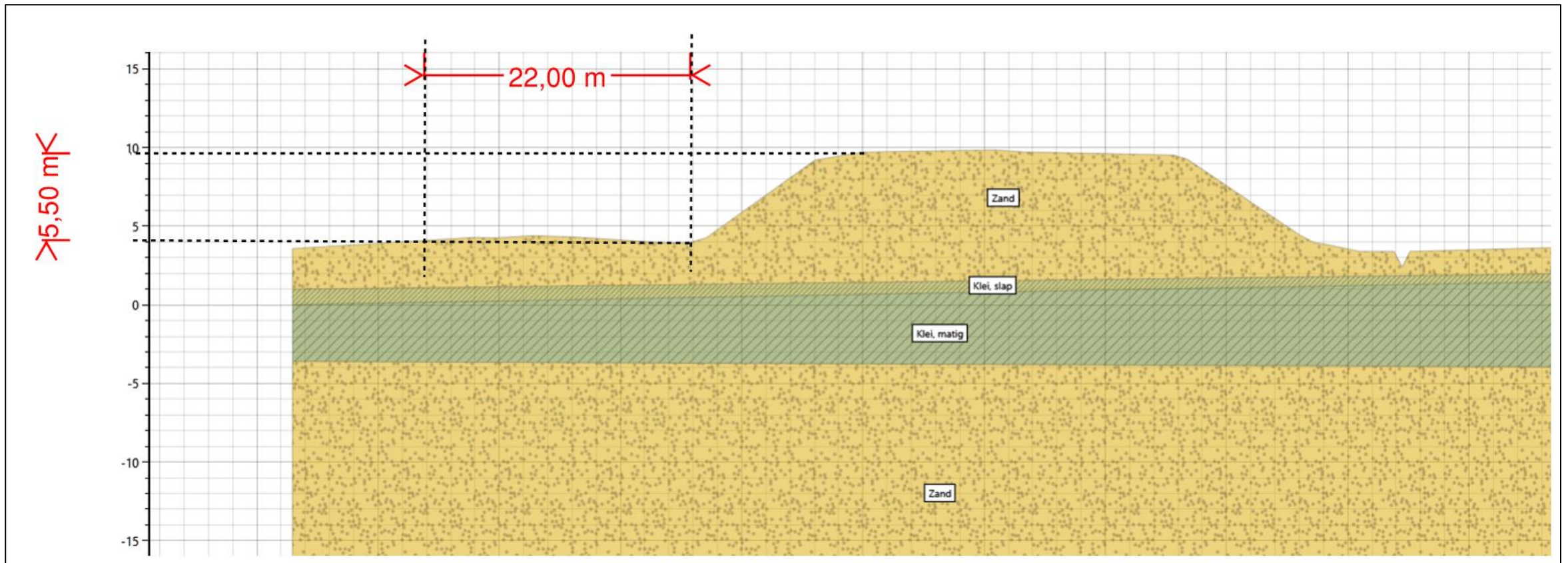


Metten vorm krater gasleiding (Waterloopkundig laboratorium)

Indien de leiding in de veiligheidszone wordt gelegd moet deze voldoen aan de NEN 3650 / NEN 3651.

Veiligheidszone

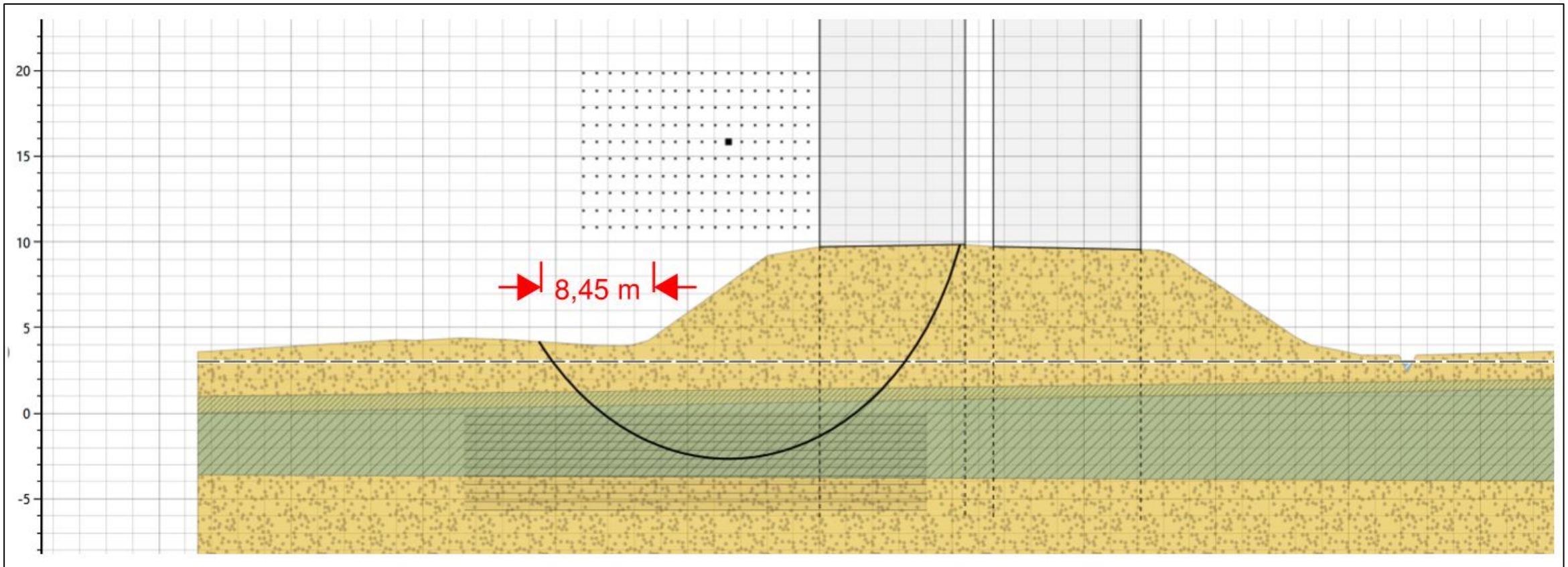
Conservatieve stabiliteitszone 4 x Hw



Voorbeeld: een weglichaam bestaat uit zandgrond, daaronder bevindt zich een slappe klei laag.
De stabiliteitszone is een zone die je kunt berekenen op basis van 4 x hoogteverschil kruin-maaiveld.
In dit geval is dit dus $4 \times 5,5 \text{ m} = 22 \text{ m}$.

Veiligheidszone

Berekende stabiliteitszone



Met behulp van een stabiliteitsberekening kun je het glijkvlak bepalen. In dit geval eindigt dit op 8,45 m uit de teen van het weglichaam, ofwel een verschil van $22\text{ m} - 8,45\text{ m} = 13,55\text{ m}$. De afstand van 8,45 m kan worden ingevoerd in het programma Sigma. Zo wordt een kleinere veiligheidszone berekend.

Veiligheidszone

Berekende stabiliteitszone

Projectgegevens

Naam van het project: Cursus Sigma 2020

Projectonderdeel: Oefening 5: Vloeistofleiding met gebruik van stabiliteitszone

Leiding- en materiaalgegevens

Uitwendige middellijn [mm]: 315,0

Wanddikte [mm]: 28,7

Medium

Medium: ☒ Vloeistof ☐ Gas ☐ Drukloos

Ontwerpdruk [N/mm^2]: 0,3

Volumieke massa medium [kg/m^3]: 1000,0

Aanvullende pomp-/lekgegevens: ☐ Ja ☒ Nee

Grondmechanische gegevens

Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld [m]: 1,0

Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone

Waterstaatswerk: ☐ Verheeld ☒ Niet Verheeld

Hoogteverschil kruin-maaiveld [m]: 5,5

☒ Aangepaste breedte stabiliteitszone [m]: 8,45

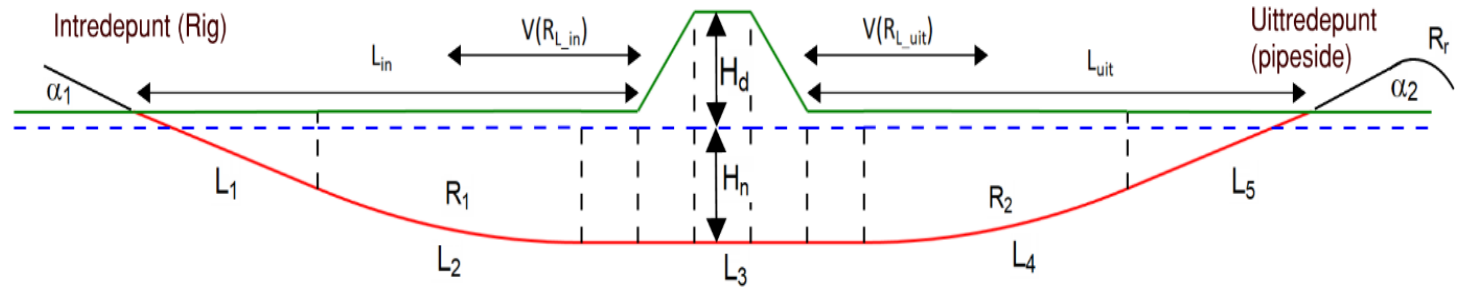
Diagram: Intredepunt (Rig) α_1 L_1 L_2 L_3 L_4 L_5 α_2 R_1 R_2 R_3 R_4 R_5 R_6 R_7 R_8 R_9 R_{10} R_{11} R_{12} R_{13} R_{14} R_{15} R_{16} R_{17} R_{18} R_{19} R_{20} R_{21} R_{22} R_{23} R_{24} R_{25} R_{26} R_{27} R_{28} R_{29} R_{30} R_{31} R_{32} R_{33} R_{34} R_{35} R_{36} R_{37} R_{38} R_{39} R_{40} R_{41} R_{42} R_{43} R_{44} R_{45} R_{46} R_{47} R_{48} R_{49} R_{50} R_{51} R_{52} R_{53} R_{54} R_{55} R_{56} R_{57} R_{58} R_{59} R_{60} R_{61} R_{62} R_{63} R_{64} R_{65} R_{66} R_{67} R_{68} R_{69} R_{70} R_{71} R_{72} R_{73} R_{74} R_{75} R_{76} R_{77} R_{78} R_{79} R_{80} R_{81} R_{82} R_{83} R_{84} R_{85} R_{86} R_{87} R_{88} R_{89} R_{90} R_{91} R_{92} R_{93} R_{94} R_{95} R_{96} R_{97} R_{98} R_{99} R_{100} R_{101} R_{102} R_{103} R_{104} R_{105} R_{106} R_{107} R_{108} R_{109} R_{110} R_{111} R_{112} R_{113} R_{114} R_{115} R_{116} R_{117} R_{118} R_{119} R_{120} R_{121} R_{122} R_{123} R_{124} R_{125} R_{126} R_{127} R_{128} R_{129} R_{130} R_{131} R_{132} R_{133} R_{134} R_{135} R_{136} R_{137} R_{138} R_{139} R_{140} R_{141} R_{142} R_{143} R_{144} R_{145} R_{146} R_{147} R_{148} R_{149} R_{150} R_{151} R_{152} R_{153} R_{154} R_{155} R_{156} R_{157} R_{158} R_{159} R_{160} R_{161} R_{162} R_{163} R_{164} R_{165} R_{166} R_{167} R_{168} R_{169} R_{170} R_{171} R_{172} R_{173} R_{174} R_{175} R_{176} R_{177} R_{178} R_{179} R_{180} R_{181} R_{182} R_{183} R_{184} R_{185} R_{186} R_{187} R_{188} R_{189} R_{190} R_{191} R_{192} R_{193} R_{194} R_{195} R_{196} R_{197} R_{198} R_{199} R_{200} R_{201} R_{202} R_{203} R_{204} R_{205} R_{206} R_{207} R_{208} R_{209} R_{210} R_{211} R_{212} R_{213} R_{214} R_{215} R_{216} R_{217} R_{218} R_{219} R_{220} R_{221} R_{222} R_{223} R_{224} R_{225} R_{226} R_{227} R_{228} R_{229} R_{230} R_{231} R_{232} R_{233} R_{234} R_{235} R_{236} R_{237} R_{238} R_{239} R_{240} R_{241} R_{242} R_{243} R_{244} R_{245} R_{246} R_{247} R_{248} R_{249} R_{250} R_{251} R_{252} R_{253} R_{254} R_{255} R_{256} R_{257} R_{258} R_{259} R_{260} R_{261} R_{262} R_{263} R_{264} R_{265} R_{266} R_{267} R_{268} R_{269} R_{270} R_{271} R_{272} R_{273} R_{274} R_{275} R_{276} R_{277} R_{278} R_{279} R_{280} R_{281} R_{282} R_{283} R_{284} R_{285} R_{286} R_{287} R_{288} R_{289} R_{290} R_{291} R_{292} R_{293} R_{294} R_{295} R_{296} R_{297} R_{298} R_{299} R_{300} R_{301} R_{302} R_{303} R_{304} R_{305} R_{306} R_{307} R_{308} R_{309} R_{310} R_{311} R_{312} R_{313} R_{314} R_{315} R_{316} R_{317} R_{318} R_{319} R_{320} R_{321} R_{322} R_{323} R_{324} R_{325} R_{326} R_{327} R_{328} R_{329} R_{330} R_{331} R_{332} R_{333} R_{334} R_{335} R_{336} R_{337} R_{338} R_{339} R_{340} R_{341} R_{342} R_{343} R_{344} R_{345} R_{346} R_{347} R_{348} R_{349} R_{350} R_{351} R_{352} R_{353} R_{354} R_{355} R_{356} R_{357} R_{358} R_{359} R_{360} R_{361} R_{362} R_{363} R_{364} R_{365} R_{366} R_{367} R_{368} R_{369} R_{370} R_{371} R_{372} R_{373} R_{374} R_{375} R_{376} R_{377} R_{378} R_{379} R_{380} R_{381} R_{382} R_{383} R_{384} R_{385} R_{386} R_{387} R_{388} R_{389} R_{390} R_{391} R_{392} R_{393} R_{394} R_{395} R_{396} R_{397} R_{398} R_{399} R_{400} R_{401} R_{402} R_{403} R_{404} R_{405} R_{406} R_{407} R_{408} R_{409} R_{410} R_{411} R_{412} R_{413} R_{414} R_{415} R_{416} R_{417} R_{418} R_{419} R_{420} R_{421} R_{422} R_{423} R_{424} R_{425} R_{426} R_{427} R_{428} R_{429} R_{430} R_{431} R_{432} R_{433} R_{434} R_{435} R_{436} R_{437} R_{438} R_{439} R_{440} R_{441} R_{442} R_{443} R_{444} R_{445} R_{446} R_{447} R_{448} R_{449} R_{450} R_{451} R_{452} R_{453} R_{454} R_{455} R_{456} R_{457} R_{458} R_{459} R_{460} R_{461} R_{462} R_{463} R_{464} R_{465} R_{466} R_{467} R_{468} R_{469} R_{470} R_{471} R_{472} R_{473} R_{474} R_{475} R_{476} R_{477} R_{478} R_{479} R_{480} R_{481} R_{482} R_{483} R_{484} R_{485} R_{486} R_{487} R_{488} R_{489} R_{490} R_{491} R_{492} R_{493} R_{494} R_{495} R_{496} R_{497} R_{498} R_{499} R_{500} R_{501} R_{502} R_{503} R_{504} R_{505} R_{506} R_{507} R_{508} R_{509} R_{510} R_{511} R_{512} R_{513} R_{514} R_{515} R_{516} R_{517} R_{518} R_{519} R_{520} R_{521} R_{522} R_{523} R_{524} R_{525} R_{526} R_{527} R_{528} R_{529} R_{530} R_{531} R_{532} R_{533} R_{534} R_{535} R_{536} R_{537} R_{538} R_{539} R_{540} R_{541} R_{542} R_{543} R_{544} R_{545} R_{546} R_{547} R_{548} R_{549} R_{550} R_{551} R_{552} R_{553} R_{554} R_{555} R_{556} R_{557} R_{558} R_{559} R_{560} R_{561} R_{562} R_{563} R_{564} R_{565} R_{566} R_{567} R_{568} R_{569} R_{570} R_{571} R_{572} R_{573} R_{574} R_{575} R_{576} R_{577} R_{578} R_{579} R_{580} R_{581} R_{582} R_{583} R_{584} R_{585} R_{586} R_{587} R_{588} R_{589} R_{590} R_{591} R_{592} R_{593} R_{594} R_{595} R_{596} R_{597} R_{598} R_{599} R_{600} R_{601} R_{602} R_{603} R_{604} R_{605} R_{606} R_{607} R_{608} R_{609} R_{610} R_{611} R_{612} R_{613} R_{614} R_{615} R_{616} R_{617} R_{618} R_{619} R_{620} R_{621} R_{622} R_{623} R_{624} R_{625} R_{626} R_{627} R_{628} R_{629} R_{630} R_{631} R_{632} R_{633} R_{634} R_{635} R_{636} R_{637} R_{638} R_{639} R_{640} R_{641} R_{642} R_{643} R_{644} R_{645} R_{646} R_{647} R_{648} R_{649} R_{650} R_{651} R_{652} R_{653} R_{654} R_{655} R_{656} R_{657} R_{658} R_{659} R_{660} R_{661} R_{662} R_{663} R_{664} R_{665} R_{666} R_{667} R_{668} R_{669} R_{670} R_{671} R_{672} R_{673} R_{674} R_{675} R_{676} R_{677} R_{678} R_{679} R_{680} R_{681} R_{682} R_{683} R_{684} R_{685} R_{686} R_{687} R_{688} R_{689} R_{690} R_{691} R_{692} R_{693} R_{694} R_{695} R_{696} R_{697} R_{698} R_{699} R_{700} R_{701} R_{702} R_{703} R_{704} R_{705} R_{706} R_{707} R_{708} R_{709} R_{710} R_{711} R_{712} R_{713} R_{714} R_{715} R_{716} R_{717} R_{718} R_{719} R_{720} R_{721} R_{722} R_{723} R_{724} R_{725} R_{726} R_{727} R_{728} R_{729} R_{730} R_{731} R_{732} R_{733} R_{734} R_{735} R_{736} R_{737} R_{738} R_{739} R_{740} R_{741} R_{742} R_{743} R_{744} R_{745} R_{746} R_{747} R_{748} R_{749} R_{750} R_{751} R_{752} R_{753} R_{754} R_{755} R_{756} R_{757} R_{758} R_{759} R_{760} R_{761} R_{762} R_{763} R_{764} R_{765} R_{766} R_{767} R_{768} R_{769} R_{770} R_{771} R_{772} R_{773} R_{774} R_{775} R_{776} R_{777} R_{778} R_{779} R_{780} R_{781} R_{782} R_{783} R_{784} R_{785} R_{786} R_{787} R_{788} R_{789} R_{790} R_{791} R_{792} R_{793} R_{794} R_{795} R_{796} R_{797} R_{798} R_{799} R_{800} R_{801} R_{802} R_{803} R_{804} R_{805} R_{806} R_{807} R_{808} R_{809} R_{810} R_{811} R_{812} R_{813} R_{814} R_{815} R_{816} R_{817} R_{818} R_{819} R_{820} R_{821} R_{822} R_{823} R_{824} R_{825} R_{826} R_{827} R_{828} R_{829} R_{830} R_{831} R_{832} R_{833} R_{834} R_{835} R_{836} R_{837} R_{838} R_{839} R_{840} R_{841} R_{842} R_{843} R_{844} R_{845} R_{846} R_{847} R_{848} R_{849} R_{850} R_{851} R_{852} R_{853} R_{854} R_{855} R_{856} R_{857} R_{858} R_{859} R_{860} R_{861} R_{862} R_{863} R_{864} R_{865} R_{866} R_{867} R_{868} R_{869} R_{870} R_{871} R_{872} R_{873} R_{874} R_{875} R_{876} R_{877} R_{878} R_{879} R_{880} R_{881} R_{882} R_{883} R_{884} R_{885} R_{886} R_{887} R_{888} R_{889} R_{890} R_{891} R_{892} R_{893} R_{894} R_{895} R_{896} R_{897} R_{898} R_{899} R_{900} R_{901} R_{902} R_{903} R_{904} R_{905} R_{906} R_{907} R_{908} R_{909} R_{910} R_{911} R_{912} R_{913} R_{914} R_{915} R_{916} R_{917} R_{918} R_{919} R_{920} R_{921} R_{922} R_{923} R_{924} R_{925} R_{926} R_{927} R_{928} R_{929} R_{930} R_{931} R_{932} R_{933} R_{934} R_{935} R_{936} R_{937} R_{938} R_{939} R_{940} R_{941} R_{942} R_{943} R_{944} R_{945} R_{946} R_{947} R_{948} R_{949} R_{950} R_{951} R_{952} R_{953} R_{954} R_{955} R_{956} R_{957} R_{958} R_{959} R_{960} R_{961} R_{962} R_{963} R_{964} R_{965} R_{966} R_{967} R_{968} R_{969} R_{970} R_{971} R_{972} R_{973} R_{974} R_{975} R_{976} R_{977} R_{978} R_{979} R_{980} R_{981} R_{982} R_{983} R_{984} R_{985} R_{986} R_{987} R_{988} R_{989} R_{990} R_{991} R_{992} R_{993} R_{994} R_{995} R_{996} R_{997} R_{998} R_{999} R_{1000}

- 1 Algemeen scherm Veiligheidszone
- 2 We zien vijf blokken met gegevens.
 - Projectgegevens
 - Leiding- en materiaalgegevens
 - Gegevens medium
 - Grondmechanische gegevens
 - **Gegevens waterstaatswerk**
- 3 Voer de gegevens in die op dit scherm staan. We gaan uit van een stabiliteitszone van 8,45 m breed

Oefening #5: Veiligheidszone vloeistofleiding

stap voor stap

Niet verheeld waterstaatswerk

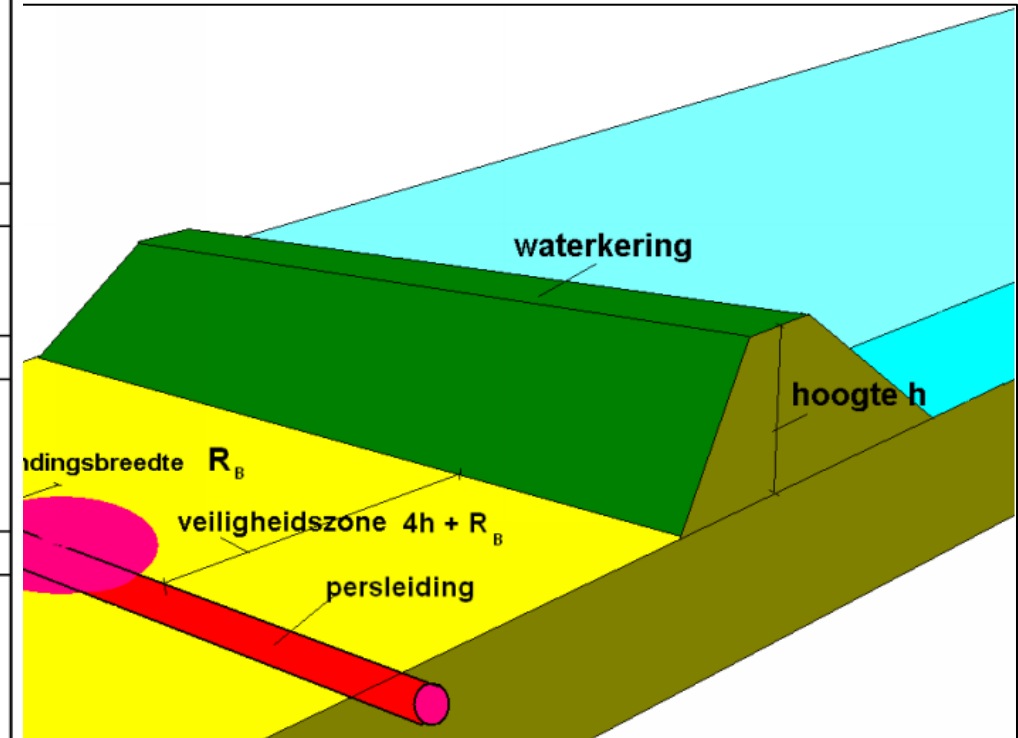


- Stap 1)** Vul de naam van het project in (bijv. Vernieuwen waterleiding Maasdijk in Dordrecht)
- Stap 2)** Vul de naam van het projectonderdeel in (bijv. Veiligheidszoneberekening waterleiding)
- Stap 3)** Vul de relevante gegevens in:
- De “Uitwendige middellijn” en de “Wanddikte” (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
 - De gronddekking van de leiding
 - Welk medium is van toepassing: in dit geval “Vloeistof”
 - De normaal heersende druk (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
 - Volumieke massa vloeistof (bij water is dit 1000 kg/m^3 , bij olie is dat vaak 800 kg/m^3)
 - Vink aan of sprake is van aanvullende pomp-/lekgegevens (in dit voorbeeld “Nee”)
 - Vink aan of het waterstaatswerk verheeld of niet verheeld is (in dit voorbeeld “Nee”)
 - Vink aan “Aangepaste breedte stabiliteitszone”. Vul in 8,45 m
- Stap 4)** Klik “Berekenen”

Oefening #5: Veiligheidszone vloeistofleiding

Resultaten

Berekening van de factor $H^3 \cdot D_l^5$
$H = \frac{p_d}{\rho \cdot g}$ $H = \frac{300.000}{1.000 \cdot 9,81} = 30,58 \text{ m} \rightarrow H^3 \cdot D_l^5 = 30,58^3 \cdot 0,26^5 = 32,44 \text{ m}^8$
Berekening van de halve breedte van de erosiekrater R_B
$R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{H^3 \cdot D_l^5}$ $R_B = 8 \cdot \sqrt[8]{30,58^3 \cdot 0,26^5} = 12,36 \text{ m}$
Berekening van de halve lengte van de erosiekrater R_L
Indien er sprake is van een klein gat: $R_{L1} = 0,5 \cdot R_B = 6,18 \text{ m}$ Indien er sprake is van een groot gat: $R_{L2} = R_B = 12,36 \text{ m}$ Indien er sprake is van niet-trekvraste verbindingen: $R_{L3} = 2 \cdot R_B = 24,72 \text{ m}$
Berekening van de veiligheidszone
<i>Indien er sprake is van een evenwijdige ligging met een waterkering:</i> Veiligheidszone = Breedte stabiliteitszone + $R_B = 8,45 + 12,36 = 20,81 \text{ m}$
<i>Indien er sprake is van een kruising met een waterkering:</i> Veiligheidszone = Breedte stabiliteitszone + $R_{L1} = 8,45 + 6,18 = 14,63 \text{ m}$ Veiligheidszone = Breedte stabiliteitszone + $R_{L2} = 8,45 + 12,36 = 20,81 \text{ m}$ Veiligheidszone = Breedte stabiliteitszone + $R_{L3} = 8,45 + 24,72 = 33,17 \text{ m}$
Berekening van de diepte van de erosiekrater
$D_K = 1,2 \cdot (D_0 + H) = 1,2 \cdot (0,315 + 1) = 1,58 \text{ m}$



Indien de leiding in de veiligheidszone wordt gelegd moet deze voldoen aan de NEN 3650 / NEN 3651.

Met behulp van Sigma kunnen de spanningen in leidingen worden bepaald ten gevolge van inwendige druk, grond- en verkeer, zettingen en temperatuursverschil.

Inwendige druk

- Normaal heersende druk
- Eventueel ook drukloos uitrekenen

Grondbelasting

- Welke grondsoort is ter plaatse aanwezig
- Invloed grondwater meenemen

Verkeersbelasting

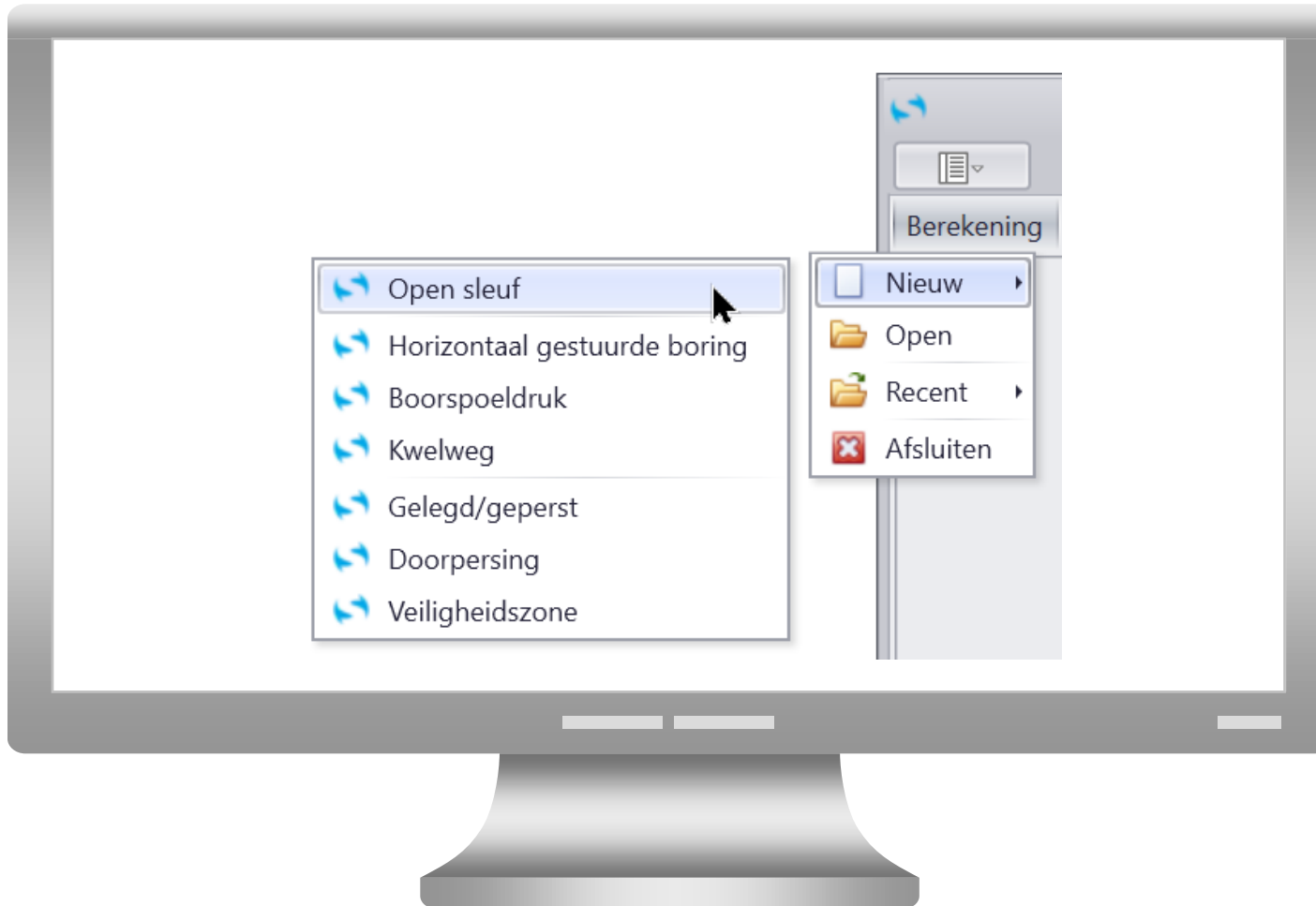
- Onderscheid in stroomwegen en niet-stroomwegen
- Invloed wegdek kan worden meegenomen

Zettingen

- Uitvoeringszakkingsverschil
- Zettingsverschil

Temperatuurs- verschil

- Verschil in temperatuur medium/grond (10°)
- Variatie in temperatuursopbouw



- 1 Klik op “Berekening”
- 2 Kies welke berekening gemaakt moet worden.

Zeven keuzes:

- Open sleuf
- Horizontaal gestuurde boring
- Boorspoeldruk
- Kwelweg
- Gelegd/geperst
- Doorpersing
- Veiligheidszone

- 3 Klik op “Open sleuf”

Inwendige druk

The screenshot shows the Sigma 2020 software interface with the following sections and values:

- Projectgegevens:**
 - Naam van het project: Cursus Sigma 2020
 - Projectonderdeel: Oefening 6: Onderzoek naar invloed inwendige druk
- Leiding- en materiaalgegevens (Box 1):**
 - Materiaal: PE
 - Kwaliteit: PE 100
 - Uitwendige middellijn [mm]: 200,0
 - Wanddikte [mm]: 18,2
 - Dikte bekleding [mm]: 0,0
 - Bocht in constructie: ☒ Nee, ☐ Glad, ☐ Mijter
- Verkeersbelasting:**
 - Verkeersbelasting: Grafiek I
 - Ontlastende invloed t.g.v. wegdek: ☒ Geen ontlastende invloed, ☐ Tweelagen structuur, ☐ Drielagen structuur
- Importantiefactor:**
 - Importantiefactor: ☐ 1.0, ☐ 0.95, ☐ 0.90, ☒ 0.85, ☐ 0.80, ☐ 0.75
- Aanleggegevens:**
 - Ligging: ☐ Kruisling met een waterstaatswerk, ☒ Evenwijdig aan een waterstaatswerk, ☐ Zinkerconstructie
 - Uitvoeringszakkingverschil [mm]: 15,0
 - Zettingsverschil [mm]: 25,0
 - Klinkpercentage [-]: 0,1
 - Marstonfactor [-]: 0,3
- Opleghoeken:**
 - Horizontale steundruk: ☐ Ja, ☒ Nee
 - Belastinghoek [°]: 180
 - Ondersteuningshoek [°]: 70
- Medium (Box 2):**
 - Medium: ☒ Vloeistof, ☐ Gas, ☐ Drukloos
 - Ontwerpdruk [N/mm²]: 0,3
 - Volumieke massa medium [kg/m³]: 1000,0
 - Temperatuurverschil [°C]: 10,0
 - Aanvullende pomp-/lekgegevens: ☐ Ja, ☒ Nee
- Grondmechanische gegevens:**
 - Grondwater: ☒ Ja, ☐ Nee
 - Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld [m]: 1,25
 - G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]: 0,8
 - Grondsoort: Klei
 - Volumiek gewicht droge grond [kN/m³]: 17,0
 - Volumiek gewicht natte grond [kN/m³]: 17,0
 - Inwendige wrijvingshoek grond [°]: 17,5
 - Effectieve cohesie [kN/m²]: 10,0
 - Ongedraineerde schuifsterkte [kN/m²]: 50,0
 - E-modulus ondergrond [MN/m²]: 2,0
 - Minimale verticale beddingconstante [N/mm²]: 0,004
 - Gemiddelde verticale beddingconstante [N/mm²]: 0,006
 - Grondmechanisch onderzoek uitgevoerd: ☐ Ja, ☒ Nee
- Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone:**
 - Waterstaatswerk: ☒ Verheeld, ☐ Niet Verheeld

- 1 We starten met een PE leiding
- 2 Inwendige druk is 0,3 N/mm² (3 ato)
Overige gegevens bij 2 zijn niet nodig

Inwendige druk

The screenshot shows a computer monitor displaying the Sigma 2020 software interface. The interface is divided into three main sections: Projectgegevens, Leiding- en materiaalgegevens, and Medium.

Projectgegevens

- Naam van het project: Cursus Sigma 2020
- Projectonderdeel: Oefening 6: Onderzoek naar invloed inwendige druk

Leiding- en materiaalgegevens

- Materiaal: PE
- Kwaliteit: PE 100
- Uitwendige middellijn [mm]: 200,0
- Wanddikte [mm]: 18,2
- Dikte bekleding [mm]: 0,0
- Bocht in constructie: ☒ Nee ☐ Glad ☐ Mijter

Medium

- Medium: ☒ Vloeistof ☐ Gas ☐ Drukloos
- Ontwerpdruk [N/mm²]: 0,3
- Volumieke massa medium [kg/m³]: 1000,0
- Temperatuurverschil [°C]: 10,0
- Aanvullende pomp-/lekgegevens: ☐ Ja ☒ Nee

- 1 Klik op “Berekening”
- 2 Kies welke berekening gemaakt moet worden.

Zeven keuzes:

- Open sleuf
- Horizontaal gestuurde boring
- Boorspoeldruk
- Kwelweg
- Gelegd/geperst
- Doorpersing
- Veiligheidszone

- 3 Klik op “Open sleuf”

Inwendige druk

Oefening #6: Spanning t.g.v inwendige druk bij PE

stap voor stap

- Stap 1)** Vul de naam van het project in (bijv. Vernieuwen waterleiding Maasdijk in Dordrecht)
- Stap 2)** Vul de naam van het projectonderdeel in (bijv. Veiligheidszoneberekening waterleiding)
- Stap 3)** Vul de relevante gegevens in:
- Kies materieel PE (staat in Sigma standaard vermeld)
 - Vul de “Uitwendige middellijn” en de “Wanddikte” in (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
 - Vul de normaal heersende druk in (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
- Stap 4)** Klik “Berekenen”

Inwendige druk

Oefening #6: Spanningen t.g.v. inwendige druk bij kunststof Resultaten

1. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 163,60	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 181,80	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 200,00	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 100,00	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 81,80	mm

Let op: Volgens de NEN 3650 moeten de optredende spanningen t.g.v. inwendige druk getoetst worden aan de toelaatbare spanning.

4. Berekening van de spanningen σ_p en σ_{pl} t.g.v. inwendige druk

$$D_g/d_n = 181,80/18,20 = 9,99 \rightarrow D_g/d_n \leq 20 \rightarrow \text{Dikwandige leiding}$$

$$\sigma_p = \frac{r_e^2 + r_i^2}{r_e^2 - r_i^2} \cdot p_d$$

$$\sigma_p = \frac{100,00^2 + 81,80^2}{100,00^2 - 81,80^2} \cdot 0,3 = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y1} = \sigma_p = 1,51 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pl} = \nu \cdot \sigma_p = 0,4 \cdot 1,51 = 0,61 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Toelaatbare spanning} = \bar{\sigma}_t \cdot S = 8,00 \cdot 1,00 = 8,00 \text{ N/mm}^2$$

Inwendige druk

The screenshot shows a software interface for pipe design calculations. The interface is divided into several sections:

- Leiding- en materiaalgegevens**: Material (Staal), Quality (NEN-EN ISO 318), Outer diameter (219,1), Wall thickness (4,5), Minimum wall thickness (4,5), Thickness of cladding (0,0), Bore in construction (Nee), and Traffic load (Grafiek I).
- Verkeersbelasting**: Traffic load (Grafiek I), and options for no load, two-layer structure, or three-layer structure.
- Important factor**: Options for crossing with a water main, even with a water main, or zinc construction.
- Aanleggegevens**: Location (Evenwijdig aan een waterstaatswerk), Output sagging difference (15,0), Settlement difference (25,0), Link percentage (0,1), and Marston factor (0,3).
- Opleghoeken**: Horizontal stress (Nee), Load angle (180), and Support angle (70).
- Medium**: Medium (Vloeistof), Design pressure (0,3), Volumetric mass medium (1000,0), Temperature difference (10,0), and Additional pump/leakage data (Nee).
- Grondmechanische gegevens**: Groundwater (Nee), Cover of the pipe to the ground surface (1,25), G.W.S. to the ground surface (0,8), Ground type (Klei), Volumetric weight of dry ground (17,0), Volumetric weight of wet ground (17,0), Internal friction angle of ground (17,5), Effective cohesion (10,0), Undrained shear strength (50,0), E-modulus of ground (2,0), Minimum vertical bedding constant (0,004), Average vertical bedding constant (0,006), and Ground mechanical investigation performed (Nee).
- Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone**: Water main (Verheeld).

1

We kiezen nu voor staal

2

Inwendige druk is 0,3 N/mm² (3 ato)
Overige gegevens bij 2 zijn niet nodig

Inwendige druk

The screenshot shows the Sigma 2020 software interface with three main sections:

- Projectgegevens**
 - Naam van het project: Cursus Sigma 2020
 - Projectonderdeel: Oefening 7: Onderzoek naar invloed inwendige druk Staal
- Leiding- en materiaalgegevens**
 - Materiaal: Staal
 - Kwaliteit: NEN-EN ISO 3183
 - Uitwendige middellijn [mm]: 219,1
 - Wanddikte [mm]: 4,5
- Medium**
 - Medium: ☒ Vloeistof ☐ Gas ☐ Drukloos
 - Ontwerpdruk [N/mm²]: 0,3
 - Volumieke massa medium [kg/m³]: 1000,0
 - Temperatuurverschil [°C]: 10,0
 - Aanvullende pomp-/lekgegevens: ☐ Ja ☒ Nee

1

Klik op “Berekening”

2

Kies welke berekening gemaakt moet worden.

Zeven keuzes:

- Open sleuf
- Horizontaal gestuurde boring
- Boorspoeldruk
- Kwelweg
- Gelegd/geperst
- Doorpersing
- Veiligheidszone

3

Klik op “Open sleuf”

Inwendige druk

Oefening #7: Spanning t.g.v inwendige druk bij Staal

stap voor stap

- Stap 1)** Vul de naam van het project in (bijv. Vernieuwen waterleiding Maasdijk in Dordrecht)
- Stap 2)** Vul de naam van het projectonderdeel in (bijv. Veiligheidszoneberekening waterleiding)
- Stap 3)** Vul de relevante gegevens in:
- Kies materieel Staal (via Pull downmenu)
 - Selecteer staalkwaliteit (via Pull downmenu)
 - Vul de “Uitwendige middellijn” en de “Wanddikte” in (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
 - Vul de normaal heersende druk in (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
- Stap 4)** Klik “Berekenen”

Inwendige druk

Oefening #7: Spanningen t.g.v. inwendige druk bij Staal

Resultaten

1. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 210,10	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 214,60	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 219,10	mm
Uitwendige straal	$r_e = D_e / 2$	= 109,55	mm
Inwendige straal	$r_i = D_i / 2$	= 105,05	mm

Let op: Volgens de NEN 3650 moeten de optredende spanningen t.g.v. inwendige druk getoetst worden aan de toelaatbare spanning.

4. Berekening van de spanningen σ_p en σ_{pl} t.g.v. inwendige druk

$$D_g/d = 214,60/4,50 = 47,69 \rightarrow D_g/d > 20 \rightarrow \text{Dunwandige leiding}$$

$$\sigma_p = \frac{p_d \cdot D_g}{2 \cdot d}$$

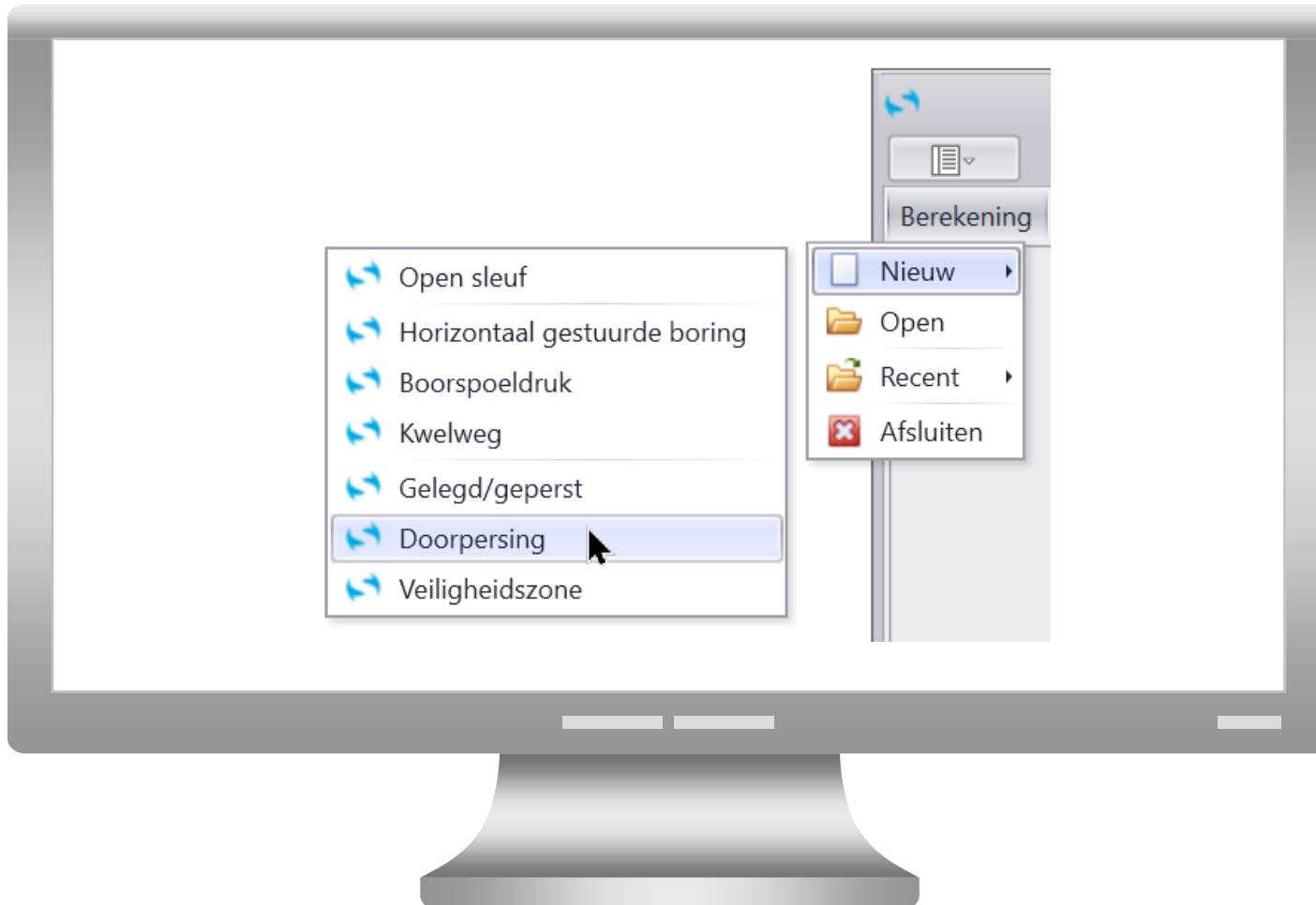
$$\sigma_p = \frac{0,3 \cdot 214,6}{2 \cdot 4,5} = 7,15 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y1} = \sigma_p = 7,15 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pl} = \nu \cdot \sigma_p = 0,3 \cdot 7,15 = 2,15 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Toelaatbare spanning: } 0,72 \cdot R_e \cdot S = 0,72 \cdot 1,00 \cdot 245,00 = \mathbf{176,40 \text{ N/mm}^2}$$

Inwendige druk



- 1 Klik op “Berekening”
- 2 Kies welke berekening gemaakt moet worden.

Zeven keuzes:

- Open sleuf
- Horizontaal gestuurde boring
- Boorspoeldruk
- Kwelweg
- Gelegd/geperst
- Doorpersing
- Veiligheidszone

- 3 Klik op “Doorpersing”

Grondbelasting

The screenshot shows the Sigma 2020 software interface with the following sections and inputs:

- Projectgegevens**
 - Naam van het project: Cursus Sigma 2020
 - Projectonderdeel: Oefening 8: Onderzoek naar invloed grondbelasting
- Leiding- en materiaalgegevens** (Section 1)
 - Materiaal: Staal
 - Kwaliteit: NEN-EN ISO 318
 - Uitwendige middellijn [mm]: 406,4
 - Wanddikte [mm]: 5,0
 - ☐ Rekenen met minimale wanddikte
 - Minimale wanddikte [mm]: 5,0
 - Dikte bekleding [mm]: 0,0
- Verkeersbelasting**
 - Verkeersbelasting: Grafiek I
 - Ontlastende invloed t.g.v. wegdek:
 - ☒ Geen ontlastende invloed
 - ☐ Tweelagen structuur
 - ☐ Drielagen structuur
- Importantiefactor**
 - Importantiefactor: 1.0
- Opleghoeken**
 - Horizontale steundruk: ☐ Ja ☒ Nee
 - Horizontale steundrukhoek [°]: 120
 - Belastinghoek [°]: 180
 - Ondersteuningshoek [°]: 120
- Medium**
 - Medium: ☒ Vloeistof ☐ Gas ☐ Drukloos
 - Ontwerpdruk [N/mm²]: 0,3
 - Volumieke massa medium [kg/m³]: 1000,0
 - Temperatuurverschil [°C]: 10,0
 - Aanvullende pomp-/lekgegevens: ☐ Ja ☒ Nee
- Grondmechanische gegevens** (Section 2)
 - Grondwater: ☐ Ja ☒ Nee
 - Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld [m]: 1,25
 - Grondsoort: Zand
 - Volumiek gewicht droge grond [kN/m³]: 18,0
 - Inwendige wrijvingshoek grond [°]: 32,5
 - Grondmechanisch onderzoek uitgevoerd: ☐ Ja ☒ Nee
- Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone**
 - Waterstaatswerk: ☒ Verheeld ☐ Niet Verheeld

- 1 We starten met een stalen leiding Ø 406,4 mm
- 2 We moeten de dekking van de leiding invoeren (maaiveld – kruin van de leiding)

Grondsoort, gewicht grond en inwendige wrijvingshoek grond zijn ook nodig.

Grondbelasting

- Stap 1)** Vul de naam van het project in (bijv. Vernieuwen waterleiding Maasdijk in Dordrecht)
- Stap 2)** Vul de naam van het projectonderdeel in (bijv. Veiligheidszoneberekening waterleiding)
- Stap 3)** Vul de relevante gegevens in:
- Kies materieel Staal (via Pull downmenu)
 - Selecteer staalkwaliteit (via Pull downmenu)
 - Vul de “Uitwendige middellijn” en de “Wanddikte” in (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
 - Selecteer “Nee” bij de vraag over grondwater
 - Vul de dekking van de leiding in (hoogte maaiveld - kruin buis)
 - Selecteer “Zand” in Pull downmenu (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
 - Vul het volumiek gewicht van de grond in (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
 - Geeft op wat de inwendige wrijvingshoek van de grond is (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
- Stap 4)** Klik “Berekenen”

Grondbelasting

Oefening #8: Grondbelasting zonder grondwater

Invoer

Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D_e	= 406,40	mm
Wanddikte	d_n	= 5	mm

1. Eigenschappen van de leiding			
Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 396,40	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 401,40	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 406,40	mm

Aanleggegevens			
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld	H	= 1,25	m

Grondmechanische gegevens			
Grondsoort		= Zand	
Volumiek gewicht droge grond	γ_d	= 18	kN/m ³
Inwendige wrijvingshoek grond	φ	= 32,5	°

Grondbelasting

Oefening #8: Grondbelasting zonder grondwater

Resultaten

1. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 396,40	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 401,40	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 406,40	mm

Wanneer de leiding voorzien is van een uitwendige bekleding dan is D_o gelijk aan de uitwendige middellijn + 2 x dikte uitwendige bekleding.

6. Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

$$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d$$

$$q_n = 1,1 \cdot 18 \cdot 1,25 = 24,75 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_n = q_n \cdot D_o$$

$$Q_n = 24,75 \cdot 10^{-3} \cdot 406,4 = 10,06 \text{ N/mm}^1$$

q_n = partiële factor (standaard 1,1) x gewicht grond x de dekking.

Grondbelasting

The screenshot shows the Sigma 2020 software interface with the following sections and data:

- Projectgegevens**
 - Naam van het project: Cursus Sigma 2020
 - Projectonderdeel: Oefening 9: Onderzoek naar invloed grondbelasting (met grondwater)
- Leiding- en materiaalgegevens**
 - Materiaal: Staal
 - Kwaliteit: NEN-EN ISO 3182
 - Uitwendige middellijn [mm]: 406,4
 - Wanddikte: 5,0
 - ☐ Rekenen met minimale wanddikte
 - Minimale wanddikte [mm]: 5,0
 - Dikte bekleding [mm]: 0,0
- Verkeersbelasting**
 - Verkeersbelasting: Grafiek I
 - Ontlastende invloed t.g.v. wegdek:
 - ☒ Geen ontlastende invloed
 - ☐ Tweelagen structuur
 - ☐ Drielagen structuur
- Importatiefactor**
 - ☒ 1.0 ☐ 0.95 ☐ 0.90 ☐ 0.85 ☐ 0.80 ☐ 0.75
- Opleghoeken**
 - Horizontale steundruk: ☐ Ja ☒ Nee
 - Horizontale steundrukhoek [°]: 120
 - Belastinghoek [°]: 180
 - Ondersteuningshoek [°]: 120
- Medium**
 - Medium: ☒ Vloeistof ☐ Gas ☐ Drukloos
 - Ontwerpdruk [N/mm²]: 0,3
 - Volumieke massa medium [kg/m³]: 1000,0
 - Temperatuurverschil [°C]: 10,0
 - Aanvullende pomp-/lekgegevens: ☐ Ja ☒ Nee
- Grondmechanische gegevens**
 - Grondwater: ☒ Ja ☐ Nee
 - Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld [m]: 1,25
 - G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]: 0,8
 - Grondsoort: Zand
 - Volumiek gewicht droge grond [kN/m³]: 18,0
 - Volumiek gewicht natte grond [kN/m³]: 20,0
 - Inwendige wrijvingshoek grond [°]: 32,5
 - Grondmechanisch onderzoek uitgevoerd: ☒ Ja ☐ Nee
 - Partiële factor: 1,1
- Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone**
 - Waterstaatswerk: ☒ Verheeld ☐ Niet Verheeld

- 1 We starten met een stalen leiding Ø 406,4 mm
- 2 We moeten de dekking van de leiding invoeren (maaiveld – kruin van de leiding)

Grondsoort, gewicht grond (zowel droog als nat) en inwendige wrijvingshoek grond zijn ook nodig.

Grondbelasting

- Stap 1)** Vul de naam van het project in (bijv. Vernieuwen waterleiding Maasdijk in Dordrecht)
- Stap 2)** Vul de naam van het projectonderdeel in (bijv. Veiligheidszoneberekening waterleiding)
- Stap 3)** Vul de relevante gegevens in:
- Kies materieel Staal (via Pull downmenu)
 - Selecteer staalkwaliteit (via Pull downmenu)
 - Vul de “Uitwendige middellijn” en de “Wanddikte” in (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
 - Selecteer “Ja” bij de vraag over grondwater
 - Vul de dekking van de leiding in (hoogte maaiveld - kruin buis)
 - Vul in wat de grondwaterstand is ten opzichte van het maaiveld
 - Selecteer “Zand” in Pull downmenu (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
 - Vul het volumiek gewicht van de grond in (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
 - Vul de inwendige wrijvingshoek van de grond in (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
- Stap 4)** Klik “Berekenen”

Grondbelasting

Oefening #9: Grondbelasting indien er grondwater is

Invoer

Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D_e	= 406,40	mm
Wanddikte	d_n	= 5	mm

1. Eigenschappen van de leiding			
Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 396,40	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 401,40	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 406,40	mm

Aanleggegevens			
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld	H	= 1,25	m
Gronddekking boven de grondwaterstand	H_d	= 0,8	m
Gronddekking onder de grondwaterstand	H_n	= 0,45	m
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°

Grondbelasting

Oefening #9: Grondbelasting met grondwater

Resultaten

1. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 396,40	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 401,40	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 406,40	mm

Wanneer de leiding voorzien is van een uitwendige bekleding dan is D_o gelijk aan de uitwendige middellijn + 2 x dikte uitwendige bekleding.

6. Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

$$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$q_n = 1,1 \cdot 18 \cdot 0,8 + 1,1 \cdot 20 \cdot 0,45 - 10 \cdot 0,45 = 21,24 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_n = q_n \cdot D_o$$

$$Q_n = 21,24 \cdot 10^{-3} \cdot 406,4 = 8,63 \text{ N/mm}^1$$

q_n = partiële factor (standaard 1,1) x
(gewicht droge grond – gewicht natte grond)
x de dekking.

Q_n zonder grondwater was 10,06 N/mm¹
dus hoger dan nu berekend is.

Grondbelasting

The screenshot displays the Sigma 2020 software interface with the following sections and values:

- Projectgegevens**
 - Naam van het project: Cursus Sigma 2020
 - Projectonderdeel: Oefening 9: Onderzoek naar invloed grondbelasting (met grondwater)
- Leiding- en materiaalgegevens**
 - Materiaal: Staal
 - Kwaliteit: NEN-EN ISO 3182
 - Uitwendige middellijn [mm]: 406,4
 - Wanddikte: 5,0
 - ☒ Rekenen met minimale wanddikte
 - Minimale wanddikte [mm]: 5,0
 - Dikte bekleding [mm]: 0,0
- Verkeersbelasting**
 - Verkeersbelasting: Grafiek I
 - Ontlastende invloed t.g.v. wegdek:
 - ☒ Geen ontlastende invloed
 - ☐ Tweelagen structuur
 - ☐ Drielagen structuur
- Importatiefactor**
 - Importatiefactor: 1.0
- Opleghoeken**
 - Horizontale steundruk: ☐ Ja ☒ Nee
 - Horizontale steundrukhoek [°]: 120
 - Belastinghoek [°]: 180
 - Ondersteuningshoek [°]: 120
- Medium**
 - Medium: ☒ Vloeistof ☐ Gas ☐ Drukloos
 - Ontwerpdruk [N/mm²]: 0,3
 - Volumieke massa medium [kg/m³]: 1000,0
 - Temperatuurverschil [°C]: 10,0
 - Aanvullende pomp-/lekgegevens: ☐ Ja ☒ Nee
- Grondmechanische gegevens**
 - Grondwater: ☒ Ja ☐ Nee
 - Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld [m]: 1,25
 - G.W.S. t.o.v. maaiveld [m]: 0,8
 - Grondsoort: Zand
 - Volumiek gewicht droge grond [kN/m³]: 18,0
 - Volumiek gewicht natte grond [kN/m³]: 20,0
 - Inwendige wrijvingshoek grond [°]: 32,5
 - Grondmechanisch onderzoek uitgevoerd: ☒ Ja ☐ Nee
 - Partiële factor: 1,1
- Gegevens waterstaatswerk i.v.m. berekening veiligheidszone**
 - Waterstaatswerk: ☒ Verheeld ☐ Niet Verheeld

Sinds Sigma 2020 2.0 is het mogelijk om de grondparameters in te lezen via een sondering. Dit was al mogelijk bij horizontaal gestuurde Boringen, maar het is nu mogelijk bij alle aanlegtechnieken.

- 1 We rekenen met dezelfde stalen leiding $\varnothing 406,4$ mm
- 2 We moeten de dekking van de leiding invoeren (maaiveld – kruin van de leiding). Grondsoort, gewicht grond (zowel droog als nat) en inwendige wrijvingshoek grond zijn ook nodig. Daarvoor gebruiken we een sondering.

Grondbelasting

Oefening #10: Grondbelasting met gebruik van sondering stap voor stap

Stap 1) Vul de naam van het project in (bijv. Vernieuwen waterleiding Maasdijk in Dordrecht)

Stap 2) Vul de naam van het projectonderdeel in (bijv. Veiligheidszoneberekening waterleiding)

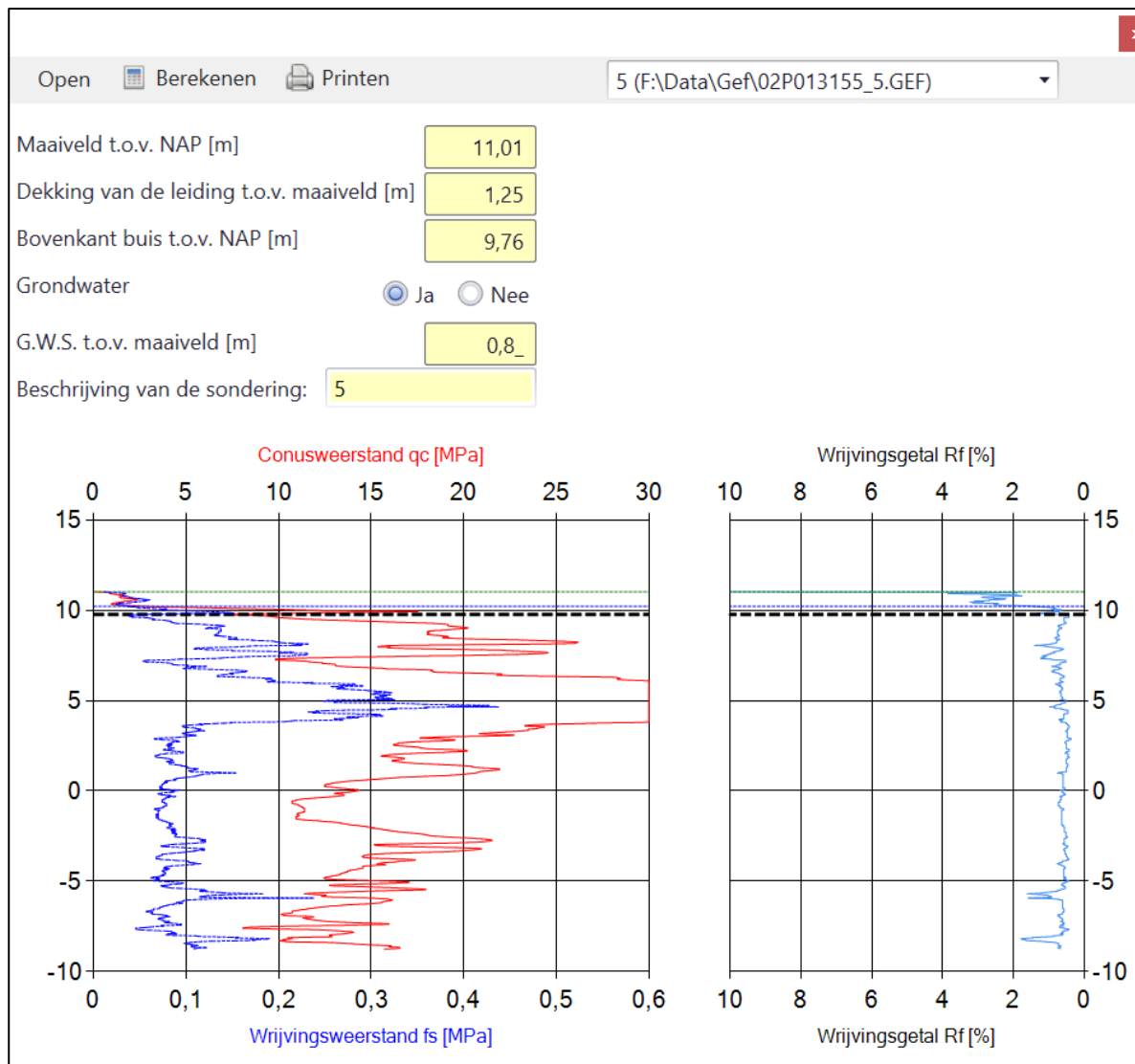
Stap 3) Vul de relevante gegevens in:

- Kies materieel Staal (via Pull downmenu)
- Selecteer staalkwaliteit (via Pull downmenu)
- Vul de “Uitwendige middellijn” en de “Wanddikte” in (gebruik indien nodig de rechtermuisknop)
- Selecteer “Ja” bij de vraag over grondwater
- Vul de dekking van de leiding in (hoogte maaiveld - kruin buis)
- Vul in wat de grondwaterstand is ten opzichte van het maaiveld
- Selecteer “Sondering” in Pull downmenu (gebruik de rechtermuisknop)
- Open de sondering (dit is een GEF-bestand)
- Klik op “Berekenen” in scherm Sondeergegevens
- Sluit scherm Sondeergegevens

Stap 4) Klik “Berekenen”

Grondbelasting

Oefening #10: Grondbelasting met gebruik van sondering



Grondmechanische gegevens

Grondwater ☒ Ja ☐ Nee

Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld [m] 1,25

G.W.S. t.o.v. maaiveld [m] 0,8_

Grondsoort Zand

Volumiek gewicht d ☒ Tabel grondgegevens 17,74

Volumiek gewicht n ☒ Sondering 20,48

Inwendige wrijving ☒ Vul grondgegevens in 35,0_

Grondmechanisch onderzoek uitgevoerd ☒ Ja ☐ Nee

Partiële factor 1,1_

De diepteligging van de leiding is aangegeven in de sondering. De grondparameters worden bepaald op basis van het wrijvingsgetal.

Grondbelasting

Oefening #10: Grondbelasting met gebruik van sondering

Leidinggegevens			
Uitwendige middellijn	D_e	= 406,40	mm
Wanddikte	d_n	= 5	mm

Aanleggegevens			
Dekking van de leiding t.o.v. maaiveld	H	= 1,25	m
Gronddekking boven de grondwaterstand	H_d	= 0,8	m
Gronddekking onder de grondwaterstand	H_n	= 0,45	m
Belastinghoek	α	= 180	°
Ondersteuningshoek	β	= 120	°

Grondmechanische gegevens			
Grondsoort		= Zand	
Volumiek gewicht droge grond	γ_d	= 17,74	kN/m ³
Volumiek gewicht natte grond	γ_n	= 20,48	kN/m ³
Volumiek gewicht water	γ_w	= 10	kN/m ³
Inwendige wrijvingshoek grond	φ	= 35	°
Niet rekenen met horizontale steundruk			
Grondmechanisch onderzoek uitgevoerd	γ	= 1,1	
Beschrijving van de sondering	5		

Grondbelasting

Oefening #10: Grondbelasting met sondering

Resultaten

1. Eigenschappen van de leiding

Inwendige middellijn	$D_i = D_e - 2 \cdot d_n$	= 396,40	mm
Gemiddelde middellijn	$D_g = (D_e + D_i)/2$	= 401,40	mm
Uitwendige middellijn+bekleding	$D_o = D_e + 2 \cdot e$	= 406,40	mm

Wanneer de leiding voorzien is van een uitwendige bekleding dan is D_o gelijk aan de uitwendige middellijn + 2 x dikte uitwendige bekleding.

6. Berekening van de neutrale grondbelasting Q_n

$$q_n = \gamma \cdot \gamma_d \cdot H_d + \gamma \cdot \gamma_n \cdot H_n - \gamma_w \cdot H_w$$

$$q_n = 1,1 \cdot 17,74 \cdot 0,8 + 1,1 \cdot 20,48 \cdot 0,45 - 10 \cdot 0,45 = 21,25 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_n = q_n \cdot D_o$$

$$Q_n = 21,25 \cdot 10^{-3} \cdot 406,4 = 8,64 \text{ N/mm}^1$$

q_n = partiële factor (standaard 1,1) x
(gewicht droge grond – gewicht natte grond)
x de dekking.

$$Q_n \text{ zonder grondwater} = 10,06 \text{ N/mm}^1$$

$$Q_n \text{ met grondwater} = 8,63 \text{ N/mm}^1$$

Grondbelasting