

*Uitleg over Sigma met gebruik van computerprogramma*

<b>A. Veiligheidszones</b>	
A1	Algemene uitleg over uitgangspunten veiligheidszones
A2	<b>Stabiliteitszone</b>
A2.1	Ontstaansgeschiedenis stabiliteitszone
A2.2	Verheelde of niet verheelde situatie
A2.3	Stabiliteitszone op basis van vuistregel $4 \times H_w$
A2.4	Stabiliteitszone op basis van glijvlakberekeningen
A3	<b>Ontgrondingskraters/Erosiekraters</b>
A3.1	Berekening ontgrondingskrater/erosiekrater vloeistofleiding
A3.2	Vereenvoudigde formule krater
A3.3	Uitgebreide formule krater
A3.4	Berekening op basis van variërende grootte van het gat
A3.5	Berekening van de diepte van de krater bij vloeistofleidingen
A3.6	Berekening ontgrondingskrater/erosiekrater gasleiding $\leq 0,85$ mbar
A3.7	Berekening ontgrondingskrater/erosiekrater gasleiding $> 0,85$ mbar
A3.8	Berekening van de diepte van de krater bij gasleidingen
<b>B. Aanlegmethodes</b>	
B1	Algemene uitleg over de verschillende aanlegmethodes
B2	<b>Open sleuf berekening</b>
B2.1	Kruising met een waterstaatswerk
B2.2	Evenwijdige ligging aan een waterstaatswerk
B2.3	Zinkers
B2.3.1	Zinker in den natte gelegd
B2.3.2	Zinker in den droge gelegd
B3	<b>Gelegd/geperst berekening</b>
B3.1	Z-sprong
B3.2	K-sprong
B4	<b>Doorpersing</b>
B4.1	Doorpersing drukloze leiding (mantelbuis of mediumvoerend)
B4.1	Combinatie doorpersing mantelbuis met doorvoer van leiding(en)
B5	<b>Horizontaal gestuurde boring (HDD)</b>
B5.1	HDD met een enkele leiding
B5.2	HDD met meerdere leidingen
B5.3	Boorspoeldrukberekeningen
B5.4	Kwelwegberekeningen

<b>C. Sterkteberekeningen</b>	
C1	Algemene uitleg over diverse belastingen
C2	<b>Inwendige belastingen</b>
C2.1	Inwendige druk: Ketelformule
C2.2	Inwendige druk: Formule van Lamé
C2.3	Temperatuurverschil
C3	<b>Grondbelasting</b>
C3.1	Neutrale grondbelasting
C3.1.1	Neutrale grondbelasting zonder invloed grondwater
C3.1.2	Neutrale grondbelasting met invloed grondwater
C3.2	Passieve grondbelasting
C3.3	Reële grondbelasting
C3.4	Gereduceerde grondbelasting
C3.4.1	Homogeen grondpakket (zand)
C3.4.2	Gelaagd grondpakket (holoceen en pleistoceen)
C3.4.3	Samendrukbaar grondpakket (holoceen)
C4	<b>Verkeersbelasting (autoverkeer)</b>
C4.1	Verkeersbelasting volgens Boussinesq
C4.2	Verkeersbelasting volgens Braunstorfinger
C4.3	Ontlastende invloed t.g.v. wegdek
C4.3.1	Ontlastende invloed indien tweelagen structuur
C4.3.2	Ontlastende invloed indien drielagen structuur
C4.4	Extra verkeersbelasting (of bijvoorbeeld kraanbelasting)
C5	<b>Zettingen</b>
C5.1	Uitvoeringszakkingsverschillen
C5.2	Zettingsverschillen op langere termijn
C5.3	Buigspanningen ten gevolge van zettingsverschillen
C5.4	Indirecte overgedragen belastingen
<b>D. Grondreactie</b>	
D1	Algemene uitleg over opleghoeken en ondersteuningshoeken
D1.1	Momentcoëfficiënten van Spangler ( $K_T$ , $K_S$ en $K_B$ )
D1.2	Deflectie t.g.v. direct overgedragen bovenbelasting
D1.3	Deflectiefactoren volgens Spangler ( $K_Y$ en $K_Z$ )
D2	Reroundingeffect

<b>E. Leidingmaterialen</b>	
E1	Staal
E2	Nodulair Gietijzer
E3	PE
E4	PP
E5	PVC
E5.1	PVC-HI
E5.2	PVC-U
E5.3	PVC-O
E6	Glasvezel versterkt kunststof
E6.1	Gesneden vezel Epoxy
E6.2	Gesneden vezel Polyester
E6.3	Geweven vezel Epoxy
E6.4	Geweven vezel Polyester
E9	Asbest cement
E10	Grijs gietijzer

*Uitleg over theorie en praktijk met gebruik van Sigma en Excel*

<b>A. Veiligheidszones</b>	
A1	Algemene uitleg over uitgangspunten veiligheidszones
A2	<b>Stabiliteitszone</b>
A2.1	Ontstaansgeschiedenis stabiliteitszone
A2.2	Verheelde of niet verheelde situatie
A2.3	Stabiliteitszone op basis van vuistregel $4 \times H_w$
A2.4	Stabiliteitszone op basis van glijvlakberekeningen
A3	<b>Ontgrondingskraters/Erosiekraters</b>
A3.1	Berekening ontgrondingskrater/erosiekrater vloeistofleiding
A3.2	Vereenvoudigde formule krater
A3.3	Uitgebreide formule krater
A3.4	Berekening van de diepte van de krater bij vloeistofleidingen
A4.1	Berekening ontgrondingskrater/erosiekrater gasleiding $\leq 0,85$ mbar
A4.2	Berekening ontgrondingskrater/erosiekrater gasleiding $> 0,85$ mbar
A4.3	Berekening van de diepte van de krater bij gasleidingen
A5	Veiligheidszone bij drukloze mantelbuizen

<b>B. HDD</b>	
B1	<b>Algemene uitleg over de HDD-methode (ontwerp en uitvoering)</b>
B2	<b>Eisen Rijkswaterstaat, ProRail en Waterschappen</b>
B3	<b>Samenstelling horizontaal gestuurde boring</b>
B3.1	HDD met een enkele leiding
B3.2	HDD met meerdere leidingen
B3.2.1	Bundel met allemaal PE-leidingen
B3.2.2	Bundel met allemaal stalen leidingen
B3.2.3	Combinatiebundel staal en PE
B1.3	<b>Boorspoeldrukberekeningen (uitvoeringsaspecten)</b>
B1.4	<b>Kwelwegberekeningen (uitvoeringsaspecten en eindsituatie)</b>

<b>C. Invoerschermen</b>	
C1	<b>Uitleg over invoerschermen programma Sigma 2024</b>
C1.1	Invoerscherm "Algemene gegevens"
C1.2	<b>Samenstelling boring</b>
C1.2.1	<b>Omstandigheden bovengronds</b>
C1.2.2	Enkele buis of bundel
C1.2.3	Mediumbuis in mantelbuis
C1.3	<b>Omstandigheden ondergronds</b>
C1.3.1	Enkele buis (of mediumbuis in mantelbuis)
C1.3.2	Samengestelde bundel
C1.3.2.1	Aantal buizen in bundel
C1.3.2.1.1	Buizen koppelen in bundel tijdens intrekken
C1.3.2.1.2	Buizen niet koppelen tijdens intrekken
C1.3.3	Moeilijke omstandigheden

C1.4	<b>Leiding- en materiaalgegevens</b>
C1.4.1	Staal
C1.4.2	PE
C1.4.3	Nodulair Gietijzer
C1.5	<b>Procescondities</b>
C1.5.1	Vloeistofleiding
C1.5.2	Gasleiding
C1.5.3	Drukloze mantelbuis (bijvoorbeeld t.b.v. LS, MS of HS-kabels)
C1.6	<b>Opleghoeken</b>
C1.6.1	Algemene uitleg over opleghoeken
C1.6.1.1	Belastinghoek
C1.6.1.2	Ondersteuningshoek
C1.7	<b>Variabele onzekerheids- en wrijvingsfactoren</b>
C1.7.1	Onzekerheidsfactor enkele leiding, bundels of moeilijke omstandigheden
C1.7.2	Belastingfactor ondergronds
C1.7.3	Belastingfactor bovengronds
C1.7.4	Wrijvingscoëfficiënt bij intrekken met of zonder rollenstellen/craddles
C1.7.5	Wrijving tussen leiding(en) en boorvloeistof
C1.7.6	Wrijving tussen leiding en boorgangwand
C1.7.7	Percentage van effectieve limietdruk
C1.7.8	Onzekerheidsfactor straal ondergronds
C1.7.9	Partiële factor grondbelasting
C1.8	<b>Gegevens boorstang</b>
C1.8.1	Diameter boorstang
C1.9	<b>Vullen tijdens intrekken</b>
C1.9.1	Gewicht vulling/extra gewicht op rollenbaan (maaiveld)
C1.9.2	Gewicht vulling/extra gewicht t.p.v. boorgang (ondergronds)
C1.10	<b>Gegevens Pilot</b>
C1.10.1	Diameter boorkop/boorgat
C1.10.2	Plastische viscositeit boorvloeistof
C1.10.3	Zwichtspanning boorvloeistof
C1.10.4	Soortelijk gewicht boorvloeistof
C1.10.5	Debiet boorvloeistof
C1.10.6	Intersectiemethode (Meet in the Middle)
C1.10.6.1	Intersectiepunt t.o.v. intredepunt boorstelling #1
C1.10.6.2	Gegevens van "boorparameters" boorstelling #1 en #2
C1.11	<b>Gegevens ruimen</b>
C1.12	<b>Gegevens intrekken</b>

C2	<b>Invoerscherm “Boorprofiel”</b>
C2.1	Leidingdelen
C2.1.1	Leidingdelen toevoegen, wijzigen of verwijderen
C2.2	Doorsneden
C2.2.1	Doorsneden toevoegen, wijzigen of verwijderen
C2.3	Boorprofiel
C2.3.1	Slepen of aanpassen locaties, gronddekkingen of grondwaterstanden
C2.4	Algemene uitleg over grondparameters
C2.4.1	Tabel Grondgegevens NEN 3650
C2.4.2	Inlezen sonderingen
C2.4.3	Selecteren grondgegevens NEN 3650 via pull down menu
C2.4.4	Invoer gereduceerde grondbelasting
C2.4.5	Invoer aangepast grondbelasting (bijv. n.a.v. grondmechanisch rapport)
C2.4.6	Invoer verkeersbelasting
C2.4.7	Invoer horizontale steundruk

<b>D. Berekeningen</b>	
D1	Algemene uitleg over diverse varianten HDD's
D2	<b>Inwendige belastingen</b>
D2.1	Inwendige druk: Ketelformule
D2.2	Inwendige druk: Formule van Lamé
D2.3	Temperatuurverschil
D3	<b>Grondbelasting</b>
D3.1	Neutrale grondbelasting
D3.1.1	Neutrale grondbelasting zonder invloed grondwater
D3.1.2	Neutrale grondbelasting met invloed grondwater
D3.4	Gereduceerde grondbelasting
D3.4.1	Homogeen grondpakket (zand)
D3.4.2	Gelaagd grondpakket (holoceen en pleistoceen)
D3.4.3	Samendrukbaar grondpakket (holoceen)
D4	<b>Verkeersbelasting</b>
D4.1	Verkeersbelasting volgens Boussinesq
D4.2	Verkeersbelasting volgens Braunstorfinger
D5.3	Goederenspoor (bijvoorbeeld op fabrieksterrein)
D5	<b>Zettingen</b>

<b>E. Grondreactie</b>	
E1	Algemene uitleg over opleghoeken en ondersteuningshoeken
E1.1	Momentcoëfficiënten van Spangler ( $K_T$ , $K_S$ en $K_B$ )
E1.2	Deflectie t.g.v. direct overgedragen bovenbelasting
E1.3	Deflectiefactoren volgens Spangler ( $K_V$ en $K_Z$ )
E2	Reroundingeffect

<b>F. Materialen</b>	
F1	Staal
F2	Nodulair Gietijzer
F3	PE

<b>G. Boorspoeldruk</b>	
G1	Algemene uitleg over boorspoeldrukberekeningen
G1.1	Berekening 90% $P_{Limiet}$
G1.2	Berekening $P_{max}$
G1.3	Berekening minimaal benodigde boorspoeldruk $P_{min}$
G1.4	Boorspoeldrukberekeningen t.p.v. palen van een kunstwerk
G1.5	Boorspoeldrukberekeningen bij op staal gefundeerd kunstwerk
<b>H. Kwelweg</b>	
H1	Uitleg over kwelwegberekeningen
H1.1	Gewogen Creep-factor
H1.2	Peilverschil
H1.3	Lengte natuurlijke verticale kwelweg
H1.4	Lengte natuurlijke horizontale kwelweg
H1.5	Lengte alternatieve verticale kwelweg
H1.6	Lengte alternatieve horizontale kwelweg
H1.7	Weegfactor $\alpha$

<b>I. Zettingstrog</b>	
I1	Toepassing Excel (cursisten ontvangen deze versie)
I1	Algemene uitleg over zettingstroggen
I1.1	Zettingstrog in zandgrond
I1.2	Zettingstrog in klei/veen grond
I1.3	Zettingstrog in zandgrond en daaronder klei/veen grond
I1.4	Zettingstrog in klei/veen grond en daaronder zandgrond
I1.5	Zettingstroggen bij parallelle boringen (cumulatieve zettingen)

*In vijf dagen wordt alles besproken*

<b>A. Veiligheidszones</b>	
A1	Algemene uitleg over uitgangspunten veiligheidszones
A2	<b>Stabiliteitszone</b>
A2.1	Ontstaansgeschiedenis stabiliteitszone
A2.2	Verheelde of niet verheelde situatie
A2.3	Stabiliteitszone op basis van vuistregel $4 \times H_w$
A2.4	Stabiliteitszone op basis van glijvlakberekeningen
A2.5	Stabiliteitszone op basis van CROW aanbeveling
A3	<b>Ontgrondingskraters/Erosiekraters</b>
A3.1	Berekening ontgrondingskrater/erosiekrater vloeistofleiding
A3.2	Vereenvoudigde formule krater
A3.3	Uitgebreide formule krater
A3.4	Berekening op basis van variërende grootte van het gat
A3.5	Berekening volgens theorie Bezwijkmechanica (bij stalen leidingen)
A3.6	Berekening van de diepte van de krater bij vloeistofleidingen
A4.1	Berekening ontgrondingskrater/erosiekrater gasleiding $\leq 0,85$ mbar
A4.2	Berekening ontgrondingskrater/erosiekrater gasleiding $> 0,85$ mbar
A4.3	Berekening van de diepte van de krater bij gasleidingen
<b>B. Aanlegmethodes</b>	
B1	Algemene uitleg over de verschillende aanlegmethodes
B2	<b>Open sleuf berekening</b>
B2.1	Kruising met een waterstaatswerk
B2.2	Evenwijdige ligging aan een waterstaatswerk
B2.3	Zinkers
B2.3.1	Zinker in den natte gelegd
B2.3.2	Zinker in den droge gelegd
B3	<b>Gelegd/geperst berekening</b>
B3.1	Z-sprong
B3.2	K-sprong
B4	<b>Doorpersing</b>
B4.1	Methode Pilot gestuurde avegaar
B4.2	Methode Open Front methode
B4.3	Methode Gesloten Front methode
B4.4	Doorpersing leiding met inwendige druk (mediumbuis)
B4.5	Doorpersing drukloze leiding (mantelbuis of mediumvoerend)
B4.6	Combinatie doorpersing mantelbuis met doorvoer van leiding(en)
B5	<b>Horizontaal gestuurde boring (HDD)</b>
B5.1	HDD met een enkele leiding
B5.2	HDD met meerdere leidingen
B5.3	Boorspoeldrukberkeningen (uitvoeringsaspecten)
B5.4	Kwelwegberkeningen (uitvoeringsaspecten en eindsituatie)
B6	<b>Relinen</b>
B6.1	Relining op basis van dichtheid
B6.2	Relining op basis van dichtheid en sterkte

<b>C. Sterkteberekeningen</b>	
C1	Algemene uitleg over diverse belastingen
C2	<b>Inwendige belastingen</b>
C2.1	Inwendige druk: Ketelformule
C2.2	Inwendige druk: Formule van Lamé
C2.3	Temperatuurverschil
C3	<b>Grondbelasting</b>
C3.1	Neutrale grondbelasting
C3.1.1	Neutrale grondbelasting zonder invloed grondwater
C3.1.2	Neutrale grondbelasting met invloed grondwater
C3.2	Passieve grondbelasting
C3.3	Reële grondbelasting
C3.4	Gereduceerde grondbelasting
C3.4.1	Homogeen grondpakket (zand)
C3.4.2	Gelaagd grondpakket (holoceen en pleistoceen)
C3.4.3	Samendrukbaar grondpakket (holoceen)
C4	<b>Verkeersbelasting (autoverkeer)</b>
C4.1	Verkeersbelasting volgens Boussinesq
C4.2	Verkeersbelasting volgens Braunstorfinger
C4.3	Ontlastende invloed t.g.v. wegdek
C4.3.1	Ontlastende invloed indien tweelagen structuur
C4.3.2	Ontlastende invloed indien drielagen structuur
C4.4	Extra verkeersbelasting (of bijvoorbeeld kraanbelasting)
C5	<b>Treinbelasting in plaats van autoverkeer</b>
C5.1	Enkel spoor
C5.2	Dubbel spoor
C5.3	Goederenspoor (bijvoorbeeld op fabrieksterrein)
C6	<b>Zettingen</b>
C6.1	Uitvoeringszakkingsverschillen
C6.2	Zettingsverschillen op langere termijn
C6.3	Extra zettingen als gevolg van ophogingen op bestaande leidingen
C6.3	Buigspanningen ten gevolge van zettingsverschillen
C6.4	Indirecte overgedragen belastingen
<b>D. Grondreactie</b>	
D1	Algemene uitleg over opleghoeken en ondersteuningshoeken
D1.1	Momentcoëfficiënten van Spangler ( $K_T$ , $K_S$ en $K_B$ )
D1.2	Deflectie t.g.v. direct overgedragen bovenbelasting
D1.3	Deflectiefactoren volgens Spangler ( $K_V$ en $K_Z$ )
D2	Reroundingeffect
D3	Methode Leonhardt (ATV/DWA en CUR 122)

<b>E. Leidingmaterialen</b>	
E1	Staal
E2	Nodulair Gietijzer
E3	PE
E4	PP
E5	PVC
E5.1	PVC-HI
E5.2	PVC-U
E5.3	PVC-O
E6	Glasvezel versterkt kunststof
E6.1	Gesneden vezel Epoxy
E6.2	Gesneden vezel Polyester
E6.3	Geweven vezel Epoxy
E6.4	Geweven vezel Polyester
E7	Beton
E7.1	Ongewapend beton
E7.2	Gewapend beton
E7.3	Gewapend + plaatstalen kern
E7.4	Voorgespannen beton
E7.5	Staalvezel beton
E7.6	Polymeer beton
E8	Gres
E9	Asbest cement
E10	Grijs gietijzer
E11	Overige (oude) materialen zoals HDPE, MDPE, LDPE en koper

*Praktijkcursus sleufloze aanlegtechnieken: ontwerp en uitvoering*

<b>A</b>	<b>Regelgeving en Boortechnieken</b>
A1	Uitleg over eisen Rijkswaterstaat, ProRail, Provincies en Waterschappen
A2	Overzicht en verschillen tussen de diverse sleufloze aanlegtechnieken
<b>B</b>	<b>Horizontaal Gestuurde Boring (HDD)</b>
B1	Algemene uitleg over de HDD-methode (ontwerp en uitvoering)
B2	Samenstelling horizontaal gestuurde boring
B2.1	Enkele buis
B2.2	Mediumbuis in mantelbuis
B3	In- en uittredehoeken
B4	Toelaatbare kromtestralen
B5	Toe te passen leidingmaterialen
B6	Pilotboringen, ruimen boorgangen en intrekken leiding(en)
B7	Rollenbanen en uitlegstroken
B8	Gebruik van bentoniet als boorspoeling
B9	Intrekoperatie
B9.1	Geheel of gedeeltelijk vullen
B9.2	Intrekbogen
B10	Belastingen op boringen in de gebruiksfase
B10.1	Grondbelastingen
B10.2	Verkeersbelastingen
B10.3	Inwendige druk
B10.4	Temperatuurverschillen
B11	Invloed van de boortechniek op de omgeving
<b>C</b>	<b>Gesloten Frontboringen (Doorpersing)</b>
C1	Basisprincipes van de boortechniek
C2	Toe te passen leidingmaterialen
C3	Perskuip en ontvangkuip
C4	Perskrachten
C5	Tussendrukstations
C6	Onderwaterbeton
C7	Belastingen op boringen in de gebruiksfase
C7.1	Grondbelastingen
C7.2	Verkeersbelastingen
C7.3	Inwendige druk
C7.4	Temperatuurverschillen
C7.5	Intrekbogen
C8	Invloed van de boortechniek op de omgeving