

➔ Toetssporen WBI 2017

Kin Sun Lam
(Deltares)

Basiscursus beoordelen en
ontwerpen

5 september 2016



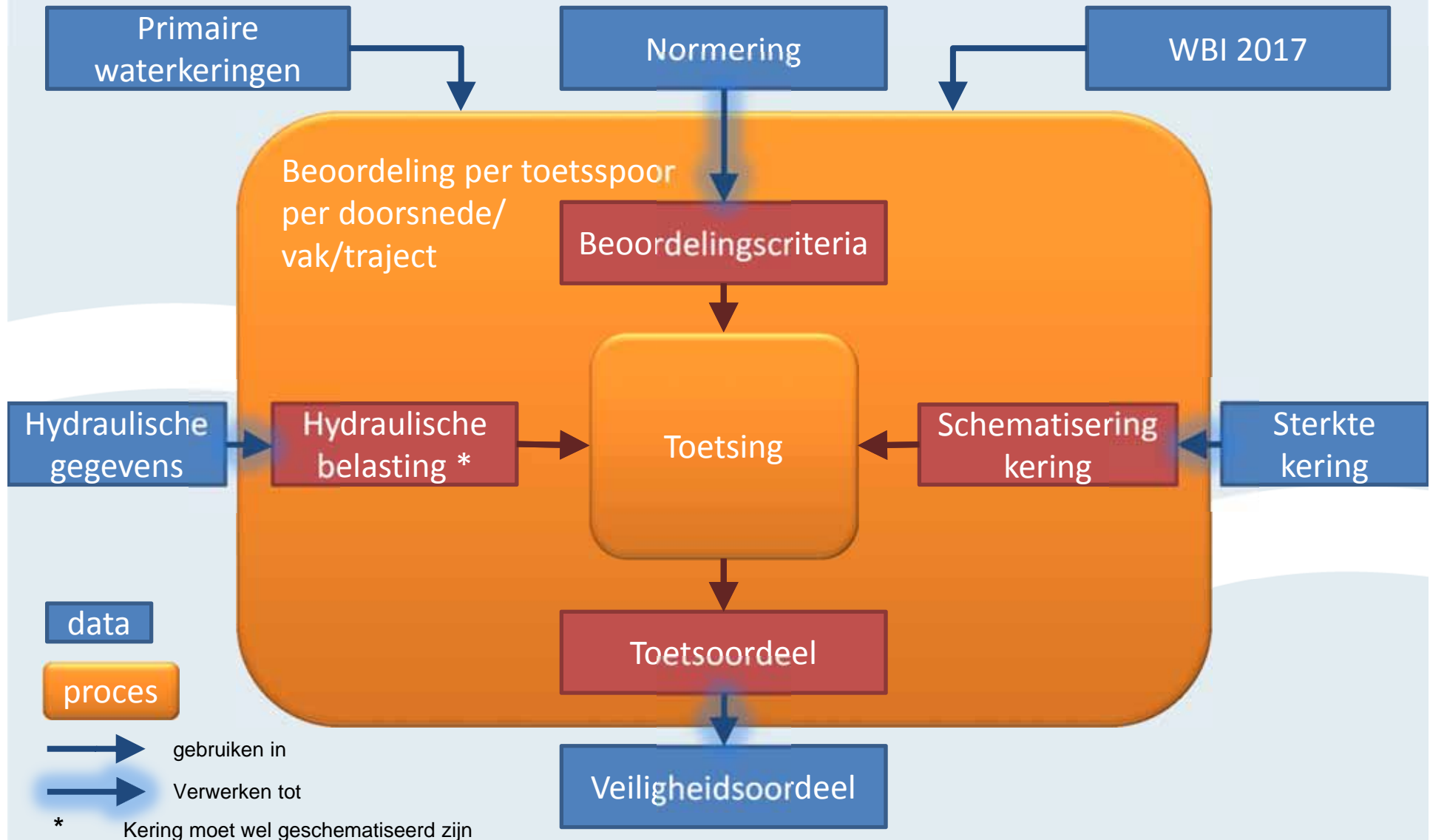


Voorafgaand - Samenhang

- Normering – Waaraan moeten de keringen aan voldoen?
- Wettelijke BeoordelingsInstrumentarium – Hoe moeten de keringen worden beoordeeld?
- Onzekerheden – Hoe moeten onzekerheden in de beoordeling worden meegenomen?
- Beoordelingscriteria – Hoe moet de trajectnorm vertaald worden naar beoordelingscriteria voor toetssporen en doorsnede-/vakkniveau?
- Hydraulische Belastingen – Hoe moeten de hydraulische belastingen worden afgeleid voor de toetssporen?
- Toetssporen – Wat en hoe moet er getoetst worden om te komen tot een beoordeling?



Voorafgaand - Samenhang



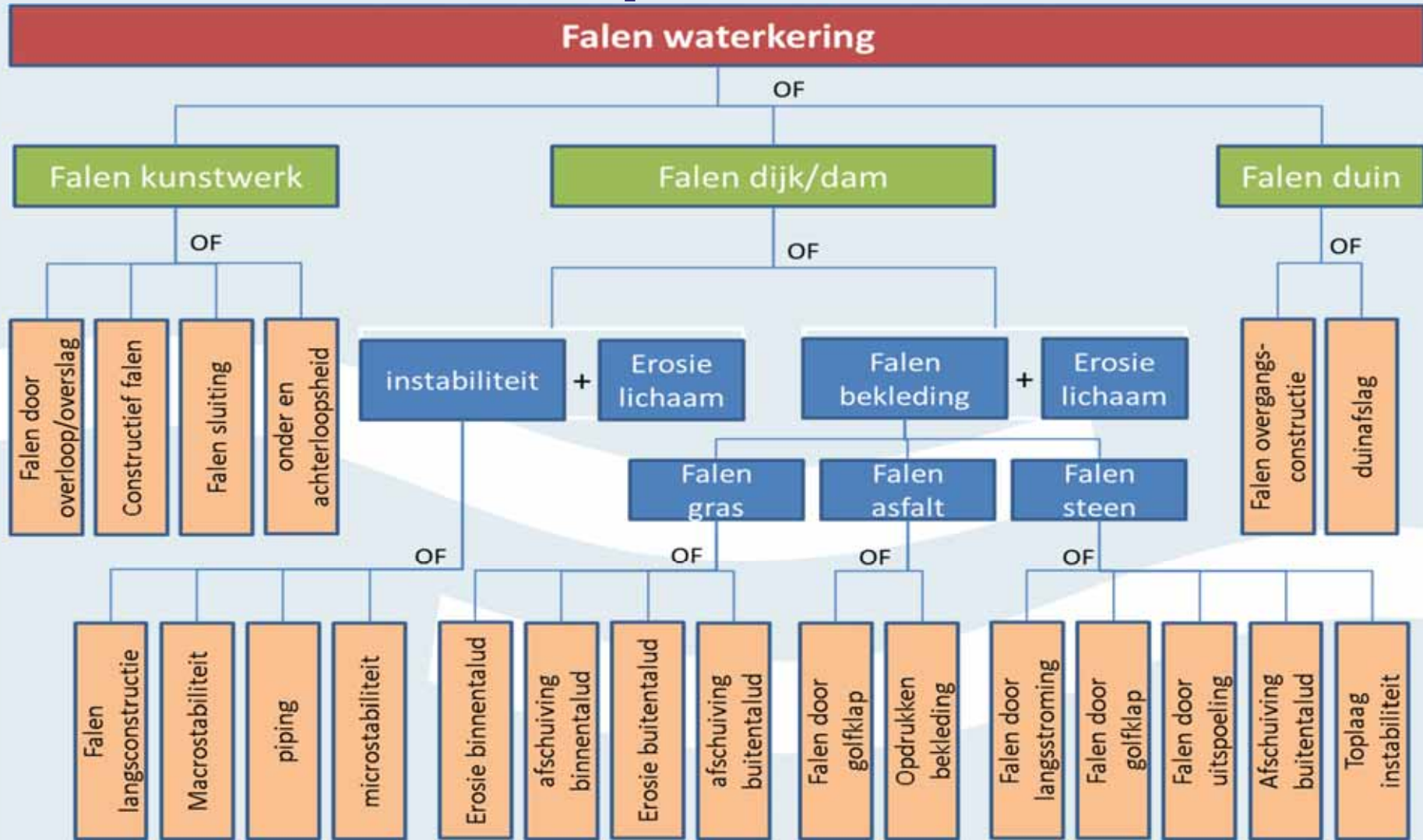


Inhoud

- ⇒ Welke toetssporen zijn er?
- ⇒ Wat zijn de verschillen in de toetssporen?
- ⇒ Wat is het werkproces in de toetssporen?
- ⇒ Wat zijn de belangrijkste punten per toetsspoor?
- ⇒ Hoe komen we aan de gegevens?



Overzicht toetssporen





Overzicht toetssporen

Toetsspoor	Code	Dijk/Dam	Duin	Kunstwerk	Innovatief	Dam (niet-waterkerend)
<u>Dijk en dammen</u>						
Stabiliteit grondlichaam (en erosie lichaam)						
Marcostabiliteit binnenwaarts	STBI	X				X
Macrostabiliteit buitenwaarts	STBU	X				X
Piping	STPH	X				X
Microstabiliteit	STMI	X				X
Falen bekleding (en erosie lichaam)						
Stabiliteit asfaltbekleding		X				X
Golfklappen op asfaltbekleding	AGK	X				X
Wateroverdruk bij asfaltbekleding	AWO	X				X
Stabiliteit grasbekleding						
Grasbekleding erosie buitentalud	GEBU	X				X
Grasbekleding afschuiven buitentalud	GABU	X				X
Grasbekleding erosie kruin en binnentalud	GEKB	X				X
Grasbekleding afschuiven binnentalud	GABI	X				X
Stabiliteit steenzetting	ZST					
Toplaaginstabiliteit onder golfaanval	ZTG	X				X
Toplaaginstabiliteit onder langsstroming	ZTS	X				X
Afschuiving	ZAF	X				X
Materiaaltransport vanuit de granulaire laag	ZMG	X				X
Erosie onderlaag	ZEO	X				X
Materiaaltransport vanuit de ondergrond	ZMO	X				X



Overzicht toetssporen

Toetsspoor	Spoor	Dijk/Dam	Duin	Kunstwerk	Innovatief	Dam (niet-waterkerend)
<u>Duinwaterkering</u>						
Duinafslag	DA		X			
<u>Kunstwerken</u>						
Hoogte kunstwerk	HTKW			X		
Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk	BSKW			X		
Piping bij kunstwerk	PKW			X		
Sterkte en stabiliteit puntconstructies	STKWp			X		
Sterkte en stabiliteit langsconstructies	STKWI			X		
<u>Innovatieve waterkeringen</u>						
Technische innovatie	INN				X	
<u>Indirecte mechanismen</u>						
Voorland						
Golfafslag voorland	VLGA	X		X	X	X
Afschuiving voorland	VLAF	X		X	X	X
Zettingsvloeiing voorland	VLZV	X		X	X	X
Havendammen	HAV					
(zie dijken en dammen)		X		X	X	X
Niet-waterkerende objecten	NWO					
Bebouwing	NWObe	X	X		X	X
Begroeiing	NWObo	X	X		X	X
Kabels en leidingen	NWOkI	X	X		X	X
Overige constructies	NWOoc	X	X		X	X



Verschillen in toetssporen

- In de beoordeling wordt er afhankelijk van kenmerken van het toetsspoor anders getoetst.
 - Keringtypes
 - Directe en indirecte faalmechanismen
 - Rekenmethode
- Beschikbaarheid toetsen per toetsspoor
- Softwarematige ondersteuning



Verschillen in toetssporen

- Keringtypes
 - Dijken/dammen
 - Duinen
 - Kunstwerken
 - Niet-waterkerende dam (havendam)
 - Hybride keringen



Verschillen in toetssporen

- Directe en indirecte faalmechanismen
 - Een 'direct faalmechanisme' leidt direct tot een verminderde sterkte van een waterkering.
 - Een 'indirect faalmechanisme' vergroot de kans dat een direct faalmechanisme optreedt.
 - Een scenario van één of meerdere direct faalmechanismen



Verschillen in toetssporen

⇒ Rekenmethode

⇒ Probabilistisch – semi-probabilistisch

⇒ Wel of niet gebaseerd op nieuwe normering

⇒ Niet gekalibreerd

⇒ Macrostabieliteit buitenwaarts (STBU)

⇒ Microstabieliteit (STMI)

⇒ Bezijken asfaltbekleding door wateroverdruk (AWO)

⇒ Grasbekleding afschuiven buitentalud (GABU)

⇒ Grasbekleding afschuiven binnentalud (GABI)

⇒ Piping bij kunstwerken (PKW)

⇒ Sterkte en stabiliteit langsconstructies (STKWI)



Verschillen in toetssporen

Toetsspoor	Spoor	Eenvoudige toets	Gedetailleerde toets		
			Semi-prob. vak	Prob. vak	Prob. traject
<u>Dijk en dammen</u>					
Stabiliteit grondlichaam (en erosie lichaam)					
Marcostabiliteit binnenwaarts	STBI	X	X	-	X
Macrostabiliteit buitenwaarts	STBU	X	X	-	-
Piping	STPH	X	X	-	X
Microstabiliteit	STMI	X	X	-	-
Falen bekleding (en erosie lichaam)					
Stabiliteit asfaltbekleding					
Golfklappen op asfaltbekleding	AGK	X	X	-	-
Wateroverdruk bij asfaltbekleding	AWO	X	-	-	-
Stabiliteit grasbekleding					
Grasbekleding erosie buitentalud	GEBU	X	X	-	-
Grasbekleding afschuiven buitentalud	GABU	X	X	-	-
Grasbekleding erosie kruin en binnentalud	GEKB		-	X	X
Grasbekleding afschuiven binnentalud	GABI	X	X	-	-
Stabiliteit steenzetting	ZST				
Toplaaginstabiliteit onder golfaanval	ZTG	-	X	-	-
Toplaaginstabiliteit onder langstroming	ZTS	-	X	-	-
Afschuiving	ZAF	-	X	-	-
Materiaaltransport vanuit de granulaire laag	ZMG	-	X	-	-
Erosie onderlaag	ZEO	-	X	-	-
Materiaaltransport vanuit de ondergrond	ZMO	-	X	-	-



Verschillen in toetssporen

Toetsspoor	Spoor	Eenvoudige toets	Gedetailleerde toets		
			Semi-prob. vak	Prob. vak	Prob. traject
<u>Duinwaterkering</u>					
Duinafslag	DA	-	X	-	X
<u>Kunstwerken</u>					
Hoogte kunstwerk	HTKW	X	-	X	X
Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk	BSKW	X	-	X	X
Piping bij kunstwerk	PKW	X	X	-	-
Sterkte en stabiliteit puntconstructies	STKWp	-	-	X	X
Sterkte en stabiliteit langsconstructies	STKWI	X	-	-	-
<u>Innovatieve waterkeringen</u>					
Technische innovatie	INN	X	-	-	-
<u>Indirecte mechanismen</u>					
Voorland					
Golfafslag voorland	VLGA	X	-	-	-
Afschuiving voorland	VLAF	X	X	-	-
Zettingsvloeiing voorland	VLZV	X	X	-	-
Havendammen					
(zie dijken en dammen)	HAV	X	X	X	-
Niet-waterkerende objecten					
Bebouwing	NWObe	X	-	-	-
Begroeiing	NWObo	X	-	-	-
Kabels en leidingen	NWOkI	X	X	-	-
Overige constructies	NWOoc	X	-	-	-



Verschillen in toetssporen

➤ Softwarematige ondersteuning

Toetsspoor	Software(module) in 2017
Macrostabieliteit binnenwaarts	In Ringtoets / BM – Macrostabieliteit
Macrostabieliteit buitenwaarts	Tijdelijke D-GeoStability, versie 2016
Piping	In Ringtoets
Golfklappen op asfaltbekleding	BM – Asfalt Golfklap
Grasbekleding erosie buitentalud	BM – Gras Buitentalud
Grasbekleding erosie kruin en binnentalud	In Ringtoets
Stabiliteit steenzetting	BM – Steenzetting (tijdelijk nog SteenToets)
Duinafslag	MorphAn (DUROS+, D++)
Hoogte kunstwerk	In Ringtoets
Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk	In Ringtoets
Sterkte en stabiliteit puntconstructies	In Ringtoets
Hydraulische Belastingen	In Ringtoets en Hydra-NL
Waterstandstandsverlopen voor geotechniek	Waterstandsverlopen tool



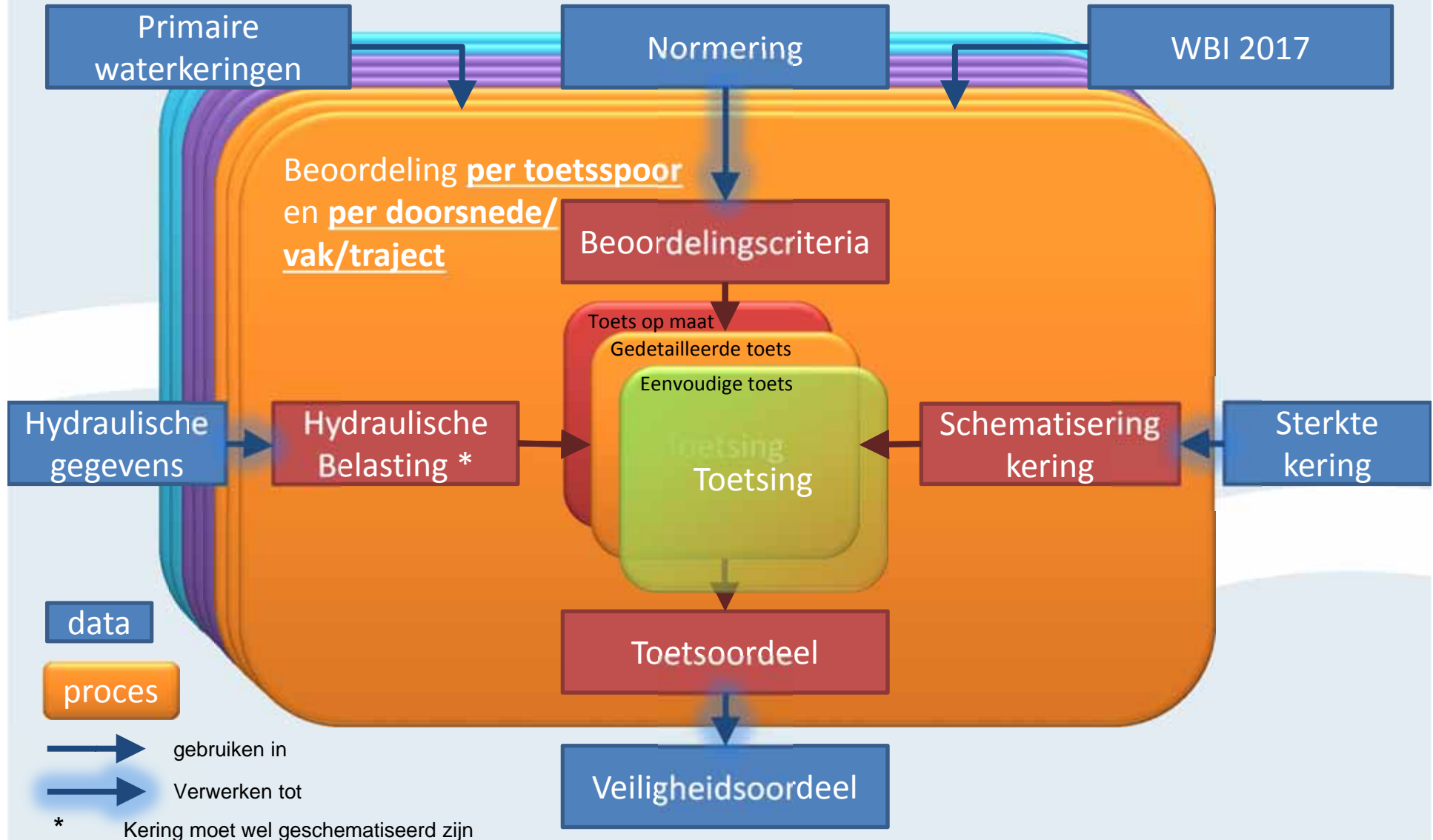
Verschillen in toetssporen

➤ Softwarematige ondersteuning

- D-Soil Model voor het schematiseren van de ondergrond
- Verandering van de profielgeneratoren van VNK en Hydra-modellen voor het nieuwe format van Ringtoets (shape files)
- Andere modellen worden nog met de beheerders uitontwikkeld



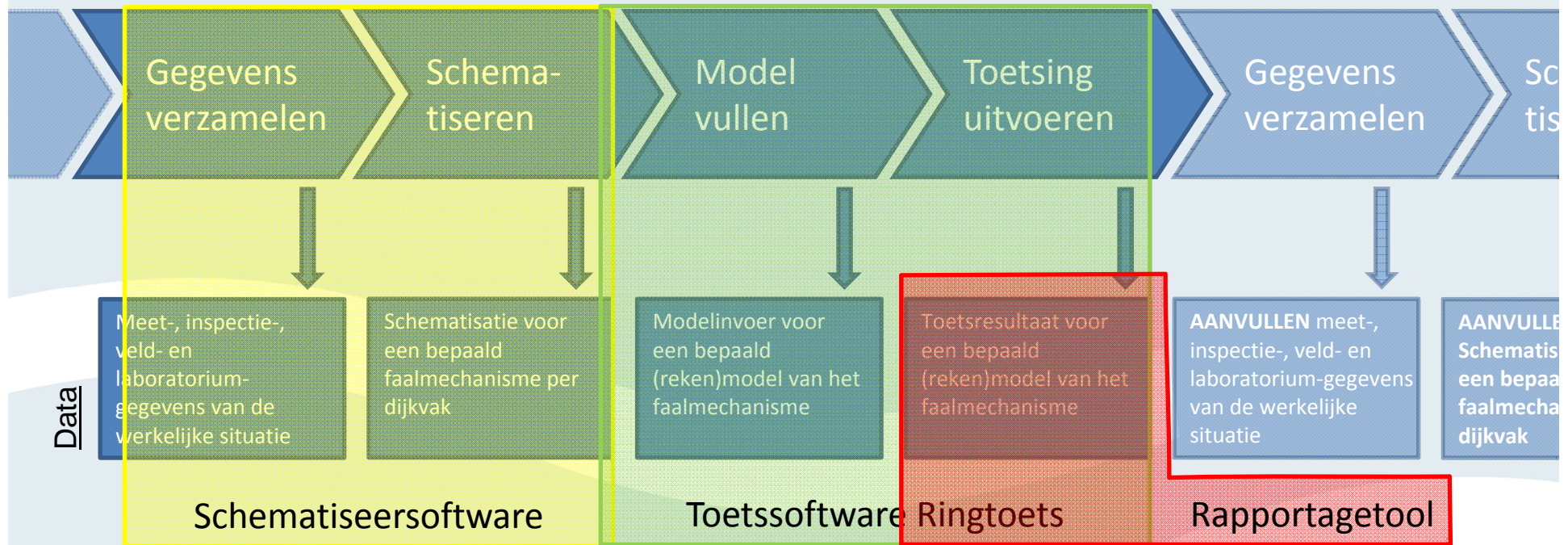
Werkproces toetssporen



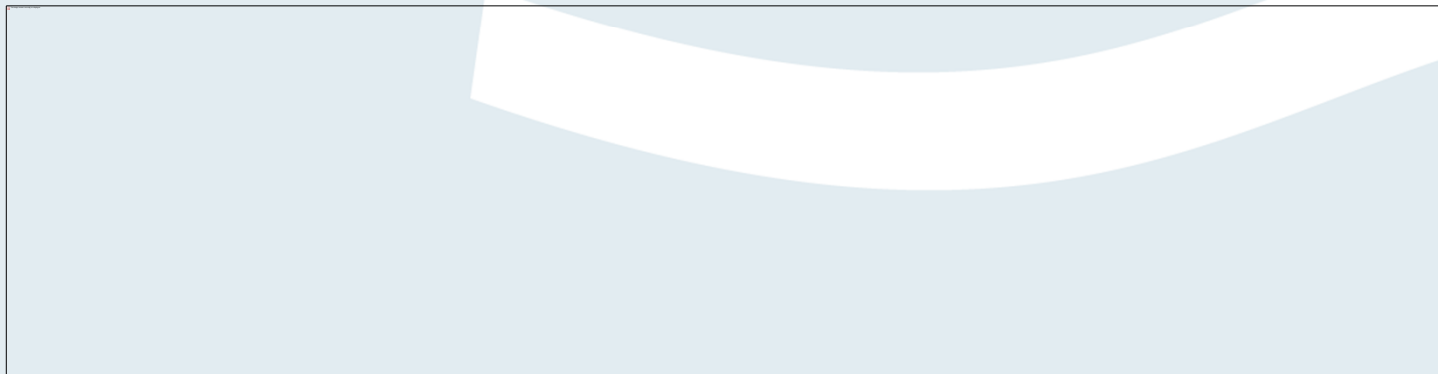


Werkproces toetssporen

Datastroom



Data



Werkproces toetssporen

- Schema per toetsspoor in de bijlage van de schematiseringshandleidingen



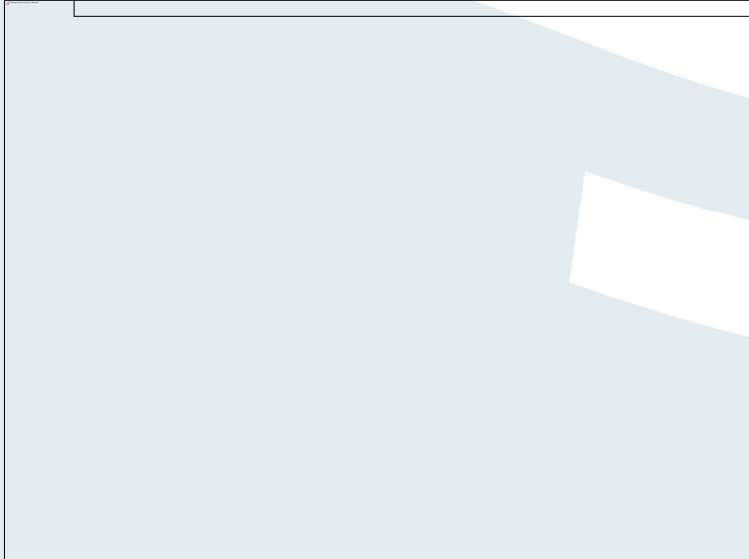
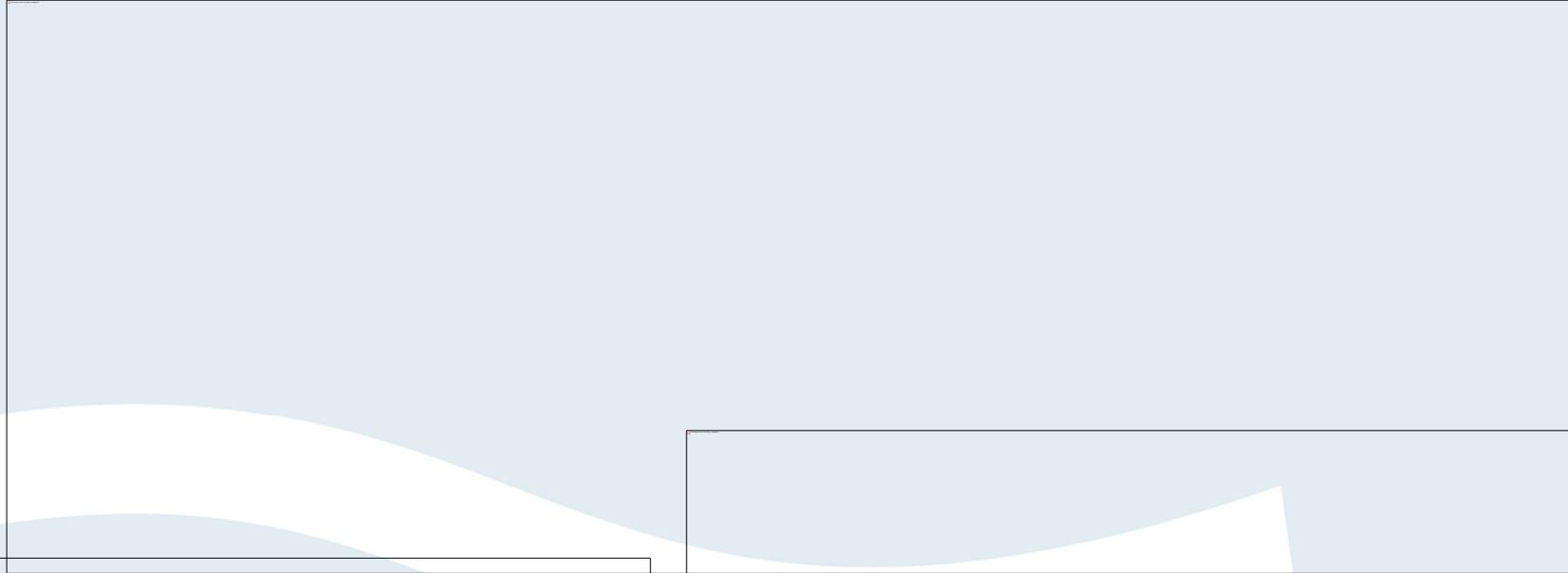


Inhoud

- Welke toetssporen zijn er?
- Wat zijn de verschillen in de toetssporen?
- Wat is het werkproces in de toetssporen?
- **Wat zijn de belangrijkste punten per toetsspoor?**
 - In de map: Duinafslag, kunstwerken, indirecte mechanismen en innovatie
- Hoe komen we aan de gegevens?



Macrostabiliteit binnenwaarts





Macrostabiliteit binnenwaarts

- Eenvoudige toets op basis van geometrische kenmerken
- Gedetailleerde toets
 - Schuifvlakmodel Lift Van (Spencer 1/1/2019)
 - Ongedraineerde schuifsterkte klei en veen
 - Rekenscenario's
 - Stochastische ondergrondschematisatie
- Uitgangspunt: geen verkeersbelasting



Macrostabiliteit binnenwaarts

- Invoergegevens hebben onderling grote afhankelijkheid
- Belangrijke parameters
 - Grensspanning of overconsolidatieratio
 - normaal geconsolideerde ongedraineerde schuifsterkteratio



Macrostabiliteit binnenwaarts

Hydraulische belastingen

Referentielijn
bepalen

Referentie
dwarsprofielen

Vakindeling
bepalen

Maatgevende
hoogtegeometrie

Polderpeil
bepalen

Lokale
grondopbouw

Watervoerende
laag/lagen bepalen

Grondeigenschappen
per laag

D-Soil Model

Waterspanningen
schematiseren

Samenvoegen tot 1
schematisatie

Toetsingsberekening
uitvoeren

Analyse /
beoordelen

Ringtoets



Macrostabiliteit buitenwaarts



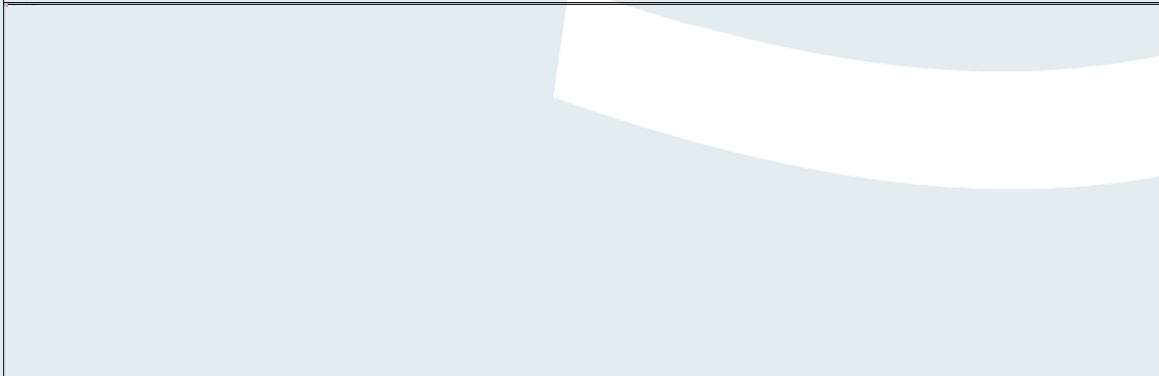
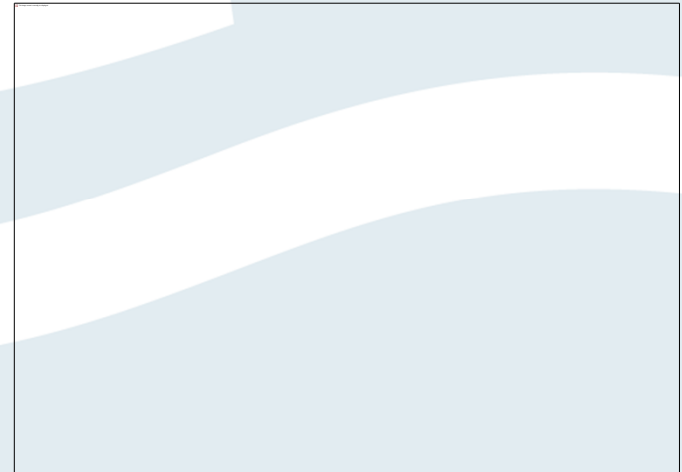
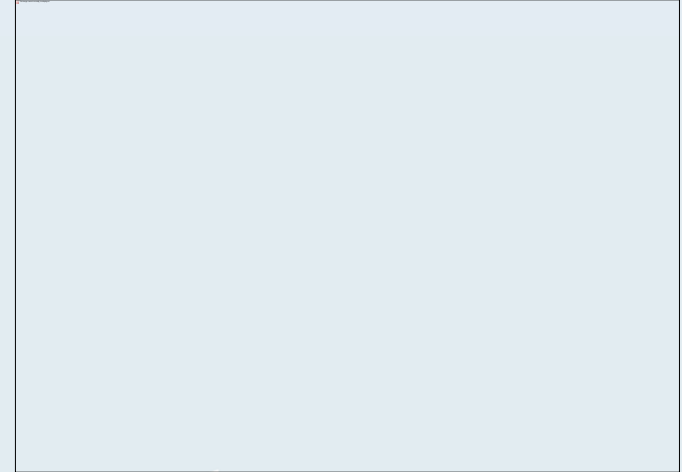
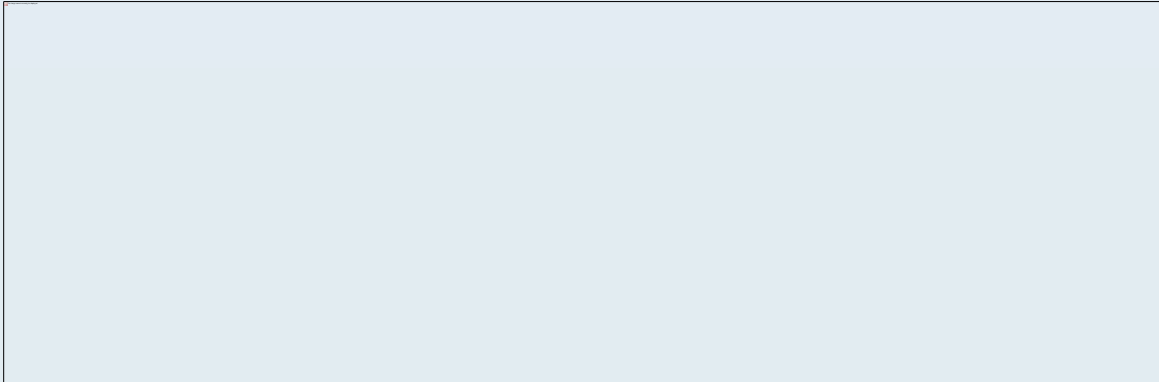


Macrostabieliteit buitenwaarts

- Eenvoudige toets op basis van geometrische kenmerken
- Gedetailleerde toets
 - Methodiek gelijk aan Macrostabieliteit binnenwaarts
- Faalmechanisme niet gerelateerd aan hoogwater
- Wel verkeersbelasting bij aanwezigheid verkeer



Piping





Piping

- Eenvoudige toets op basis van tijd-afhankelijkheid en geometrische kenmerken
- Gedetailleerde toets
 - Getrapt toetsen van de deelmechanismen opbarsten, heave en piping
 - Rekenregel van Sellmeijer
 - Rekenscenario's
 - Stochastische ondergrondschematisatie



Piping

- Invoergegevens hebben onderling grote afhankelijkheid
- Belangrijke parameters
 - Korrelverdeling
 - Doorlatendheid aquifer
 - Intrede- en uittredepunt



Piping

Hydraulische belastingen

Referentielijn
bepalen

Referentie
dwarsprofielen

Vakindeling
bepalen

Maatgevende
hoogtegeometrie

Intredepunt
bepalen

Uitredepunt
bepalen

Lokale
grondopbouw

Watervoerende
laag/lagen bepalen

Grondeigenschappen
per laag

D-Soil Model

Waterspanningen
schematiseren

Samenvoegen tot 1
schematisatie

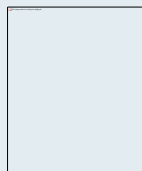
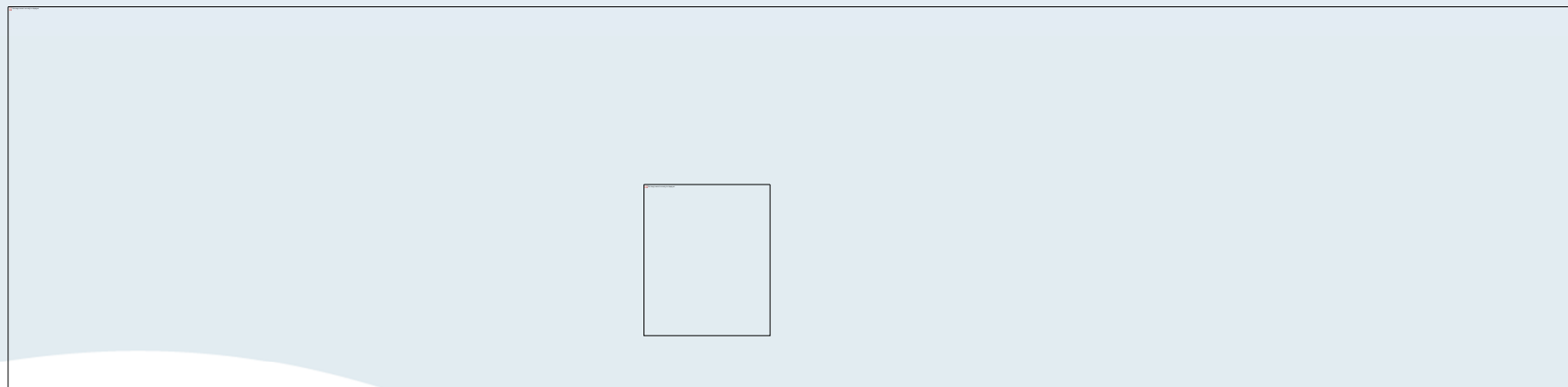
Toetsingsberekening
uitvoeren

Analyse /
beoordelen

Ringtoets



Microstabiliteit





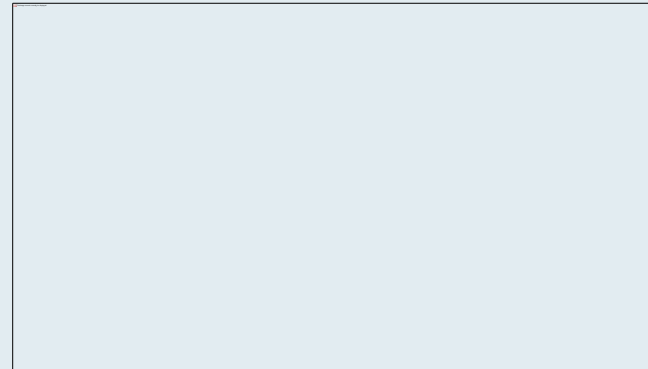
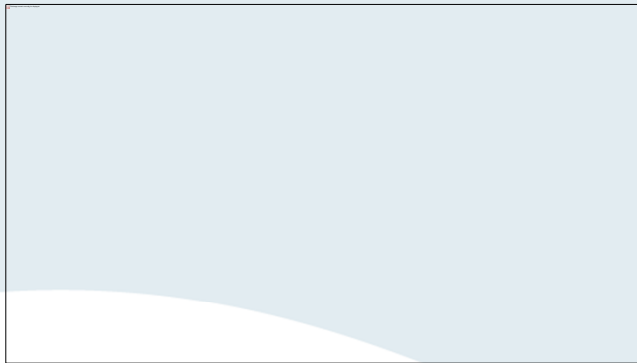
Microstabiliteit

- Sterke relatie met toetsspoor Grasbekleding afschuiven binnentalud
- Eenvoudige toets op basis van geometrische kenmerken
- Gedetailleerde toets is op basis van rekenregels
- Overslagdebiet uit de schematisering van hoogte (tot 1/1/2017 alleen uit Hydra-NL)

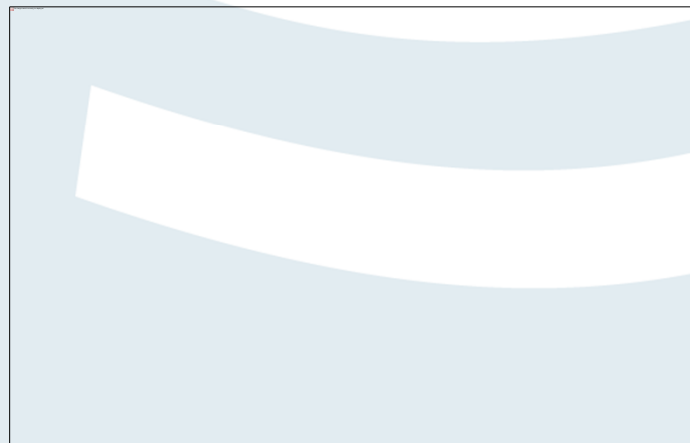


Stabiliteit asfaltbekleding

- Bezwijken asfaltbekleding door golfklappen (AGK)



- Bezwijken asfaltbekleding door wateroverdruk (AWO)





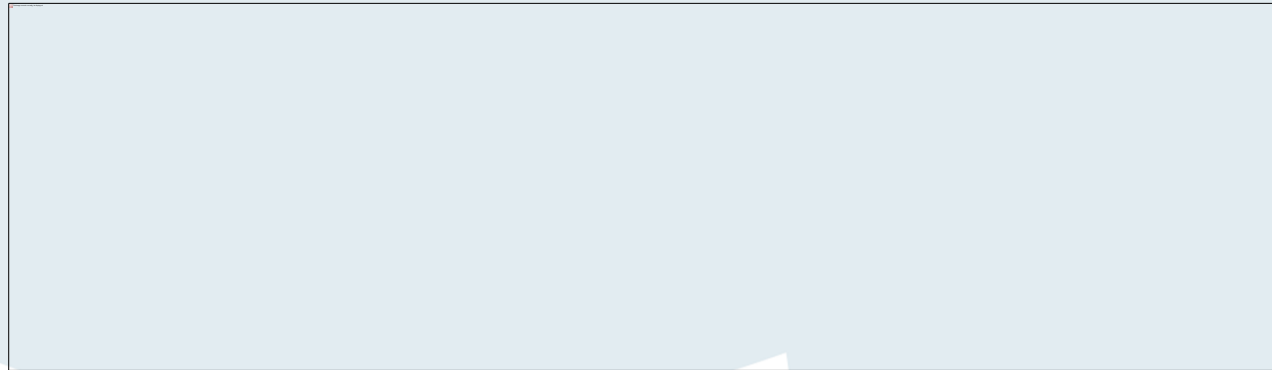
Stabiliteit asfaltbekleding

- Eenvoudige toets op basis van beslisregels met hydraulische belasting (AGK+AWO)
- Gedetailleerde toets op basis van vermoeiingsberekening (AGK)
- Toets per asfaltvlak in het dwarsprofiel
- Belangrijke parameters
 - Breuksterkte asfalttoplaag i.r.m. de ouderdom



Grasbekleding erosie buitentalud

➔ Golfklap en golfoploop



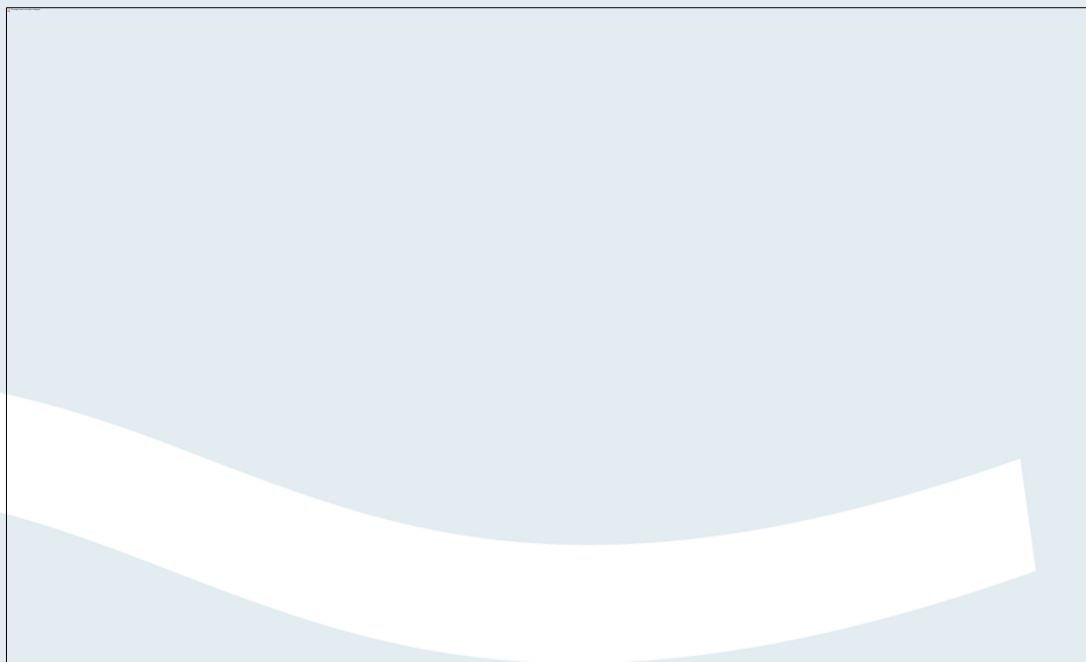


Grasbekleding erosie buitentalud

- Eenvoudige toets is een combineerde toets voor golfklap- en golfoploopzone op basis van beslisregels met hydraulische belasting
- Gedetailleerde toets op basis van rekenregels
 - Golfoploop: cumulatieve overbelastingmethode
 - Golfklap: standtijd
- Belangrijke parameters
 - Graskwaliteit



Grasbekleding afschuiven buitentalud



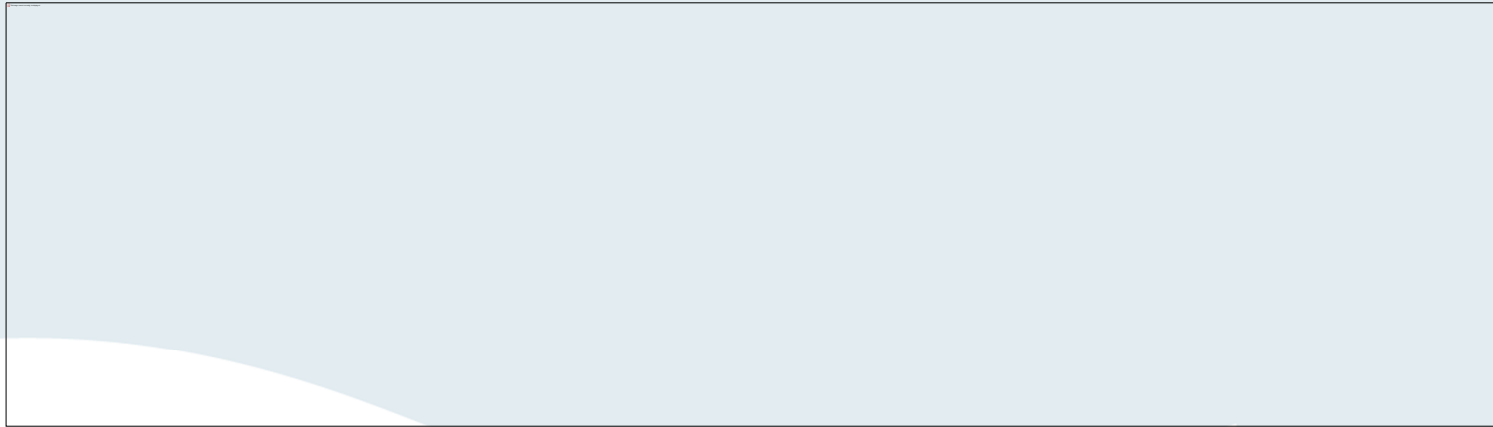


Grasbekleding afschuiven buitentalud

- Eenvoudige toets op basis van beslisregels met hydraulische belasting
- Gedetailleerde toets op basis van een empirische formule



Grasbekleding erosie kruin en binnentalud



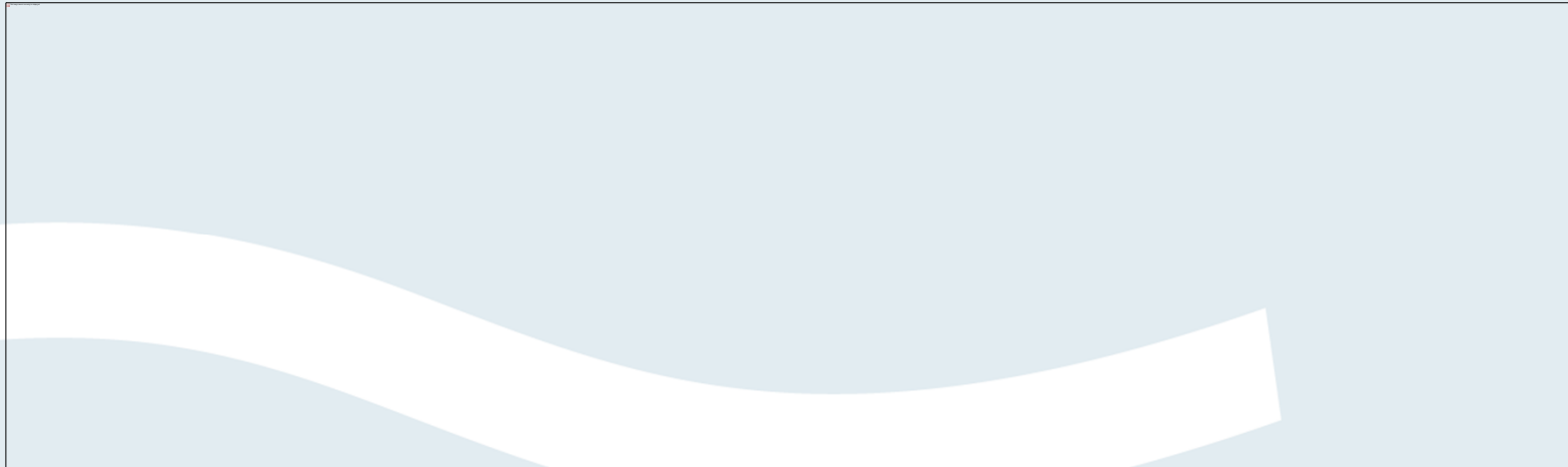


Grasbekleding erosie kruin en binnentalud

- Overloop of overslag is onder voorwaarden acceptabel
- Gedetailleerde toets op basis van een faalkansberekening
 - cumulatieve overbelastingmethode
- Belangrijke parameters
 - Graskwaliteit



Grasbekleding afschuiven binnentalud





Grasbekleding afschuiven binnentalud

- Sterke relatie met toetsspoor Microstabiliteit
- Eenvoudige toets op basis van beslisregels met hydraulische belasting
- Gedetailleerde toets op basis van rekenregels en gedetailleerde bepaling van het overslagdebiet



Stabiliteit steenzetting





Stabiliteit steenzetting

- Herkennen type steenzetting
- Geen eenvoudige toets
- Gedetailleerde toets wordt uitgevoerd in Stand alone software waarbij meerdere mechanismen worden beoordeeld.
- Toets per bekledingsvlak in het dwarsprofiel
- Gedetailleerde gegevens nodig
 - Spleetbreedte
 - Afmetingen
- Sterke relatie met beheer



Belangrijkste punten per toetspoot

- Niet behandeld, maar in de map achter de presentatie:
 - Toetspoot Duinafslag
 - Toetspooten Kunstwerken
 - Toetspooten Indirecte mechanismen
 - Toetspoot Technische innovatie



Inhoud

- ⇒ Welke toetssporen zijn er?
- ⇒ Wat zijn de verschillen in de toetssporen?
- ⇒ Wat is het werkproces in de toetssporen?
- ⇒ Wat zijn de belangrijkste punten per toetsspoor?
- ⇒ **Hoe komen we aan de gegevens?**



Gegevensinwinning

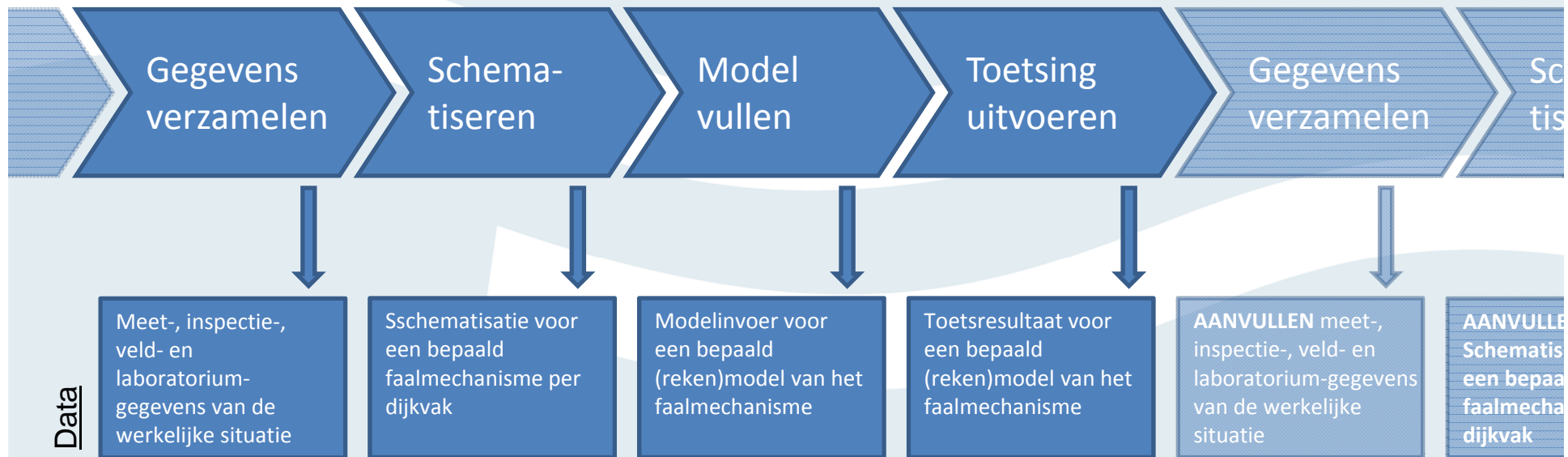
- Bestaande bronnen
 - Beheerregister
 - Vorige toetsronden (let op risico's)
 - VNK2 (let op risico's)
 - Basisregistraties/DINO
- Nieuw in te winnen gegevens
 - Noodzaak en inwinstrategie
 - Meervoudig gebruik



Gegevensinwinning

- Welke gegevens zijn beschikbaar?
- Welke gegevens zijn noodzakelijk?
- Samenhang in de gegevens

Datastroom





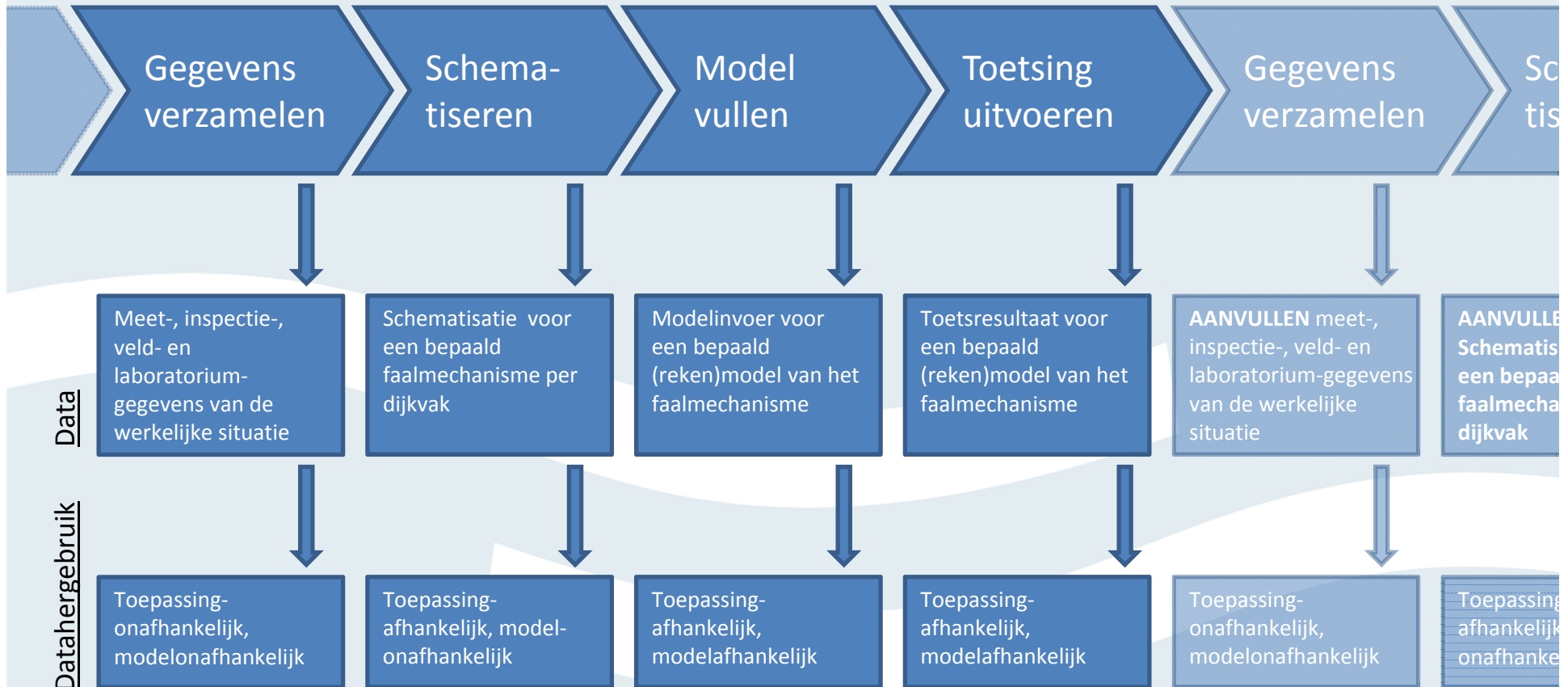
Aandachtspunten gegevensbeheer

- Herleidbaarheid
 - Bestaande bronnen
 - Nieuw ingewonnen gegevens
 - Tijdens het beoordelen
- Herbruikbaarheid
 - Beoordelen
 - Ontwerpen/versterken
 - Zorgplicht/instandhouden



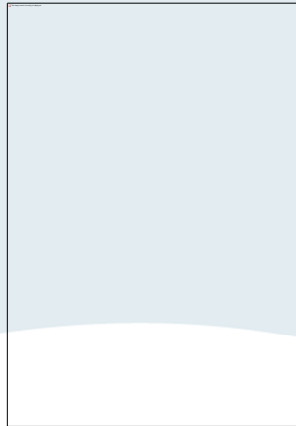
Aandachtspunten gegevensbeheer

Datastroom

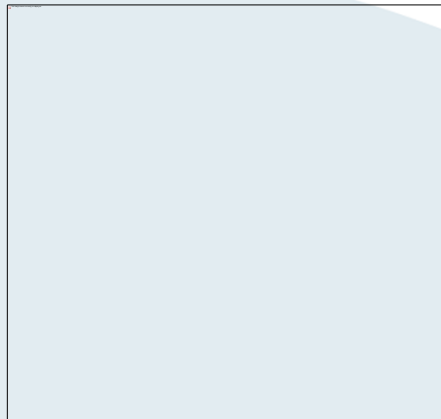




Aandachtspunten gegevensbeheer



- Basisgegevens op orde bij bronhouder
- Goede aansluiting basisregistraties
- Inwinnen met oog op meervoudig gebruik
- ...



- Continue beheer op schematisaties
- Door bronhouder
- Versiebeheer en herleidbaarheid van de schematisaties noodzakelijk
- ...



Besproken onderwerpen

- Overzicht van de toetssporen
- Verschillen in toetssporen
- Werkproces toetssporen
- Belangrijkste punten per toetsspoor
- Gegevensinwinning en gegevensbeheer

Literatuur

- Wettelijk Beoordelingsinstrumentarium (WBI) - ministeriële regeling (Regeling veiligheid primaire waterkeringen 2017) Bijlage I Procedure, Bijlage II Hydraulische Belastingen en Bijlage III Sterkte en stabiliteit
- Overzichtsrapport WBI - onzekerheden
- Basisrapport WBI
- Schematiseringshandleidingen (sterkte en hydraulische belastingen)
- Handleiding SOS Primaire Waterkeringen
- Fenomenologische beschrijving faalmechanismen WBI
- Terminologie- en parameterlijst
- Handleiding Datamanagement WBI
- Gebruikershandleidingen van de ondersteunende software
- Handleiding Innovaties Waterkeringen

- Zie website WBI:
[http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/primaire/beoordelen-\(wbi\)/](http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/primaire/beoordelen-(wbi)/)



Meer informatie
STOWA

opleidingen@stowa.nl

www.opleidingen.stowa.nl



Belangrijkste punten per toetsspoor

- Overige toetssporen die niet in de presentatie zijn behandeld:
 - Toetsspoor Duinafslag
 - Toetssporen Kunstwerken
 - Toetssporen Indirecte mechanismen
 - Toetsspoor Technische innovatie



Duinafslag





Duinafslag

- Geen eenvoudige toets
- Gedetailleerde toets waarbij afslagprofiel wordt getoetst aan grensprofiel
- JARKUS-raaien (incl. hydraulische belasting) worden beschikbaar gesteld
- JARKUS-raaien moeten worden aangevuld met profielgegevens



Toetssporen kunstwerken

- ⇒ Hoogte kunstwerk
- ⇒ Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk
- ⇒ Piping bij kunstwerk
- ⇒ Sterkte en stabiliteit puntconstructies
- ⇒ Sterkte en stabiliteit langsconstructies



Hoogte kunstwerk

- ➔ Falen waterkering door overslag en/of overloop van het kunstwerk





Hoogte kunstwerk

- Eenvoudige toets is een relevantietoets
- Gedetailleerde toets op basis van faalkansberekening
- Beoordelingsmethode uit Leidraad kunstwerken (op basis keuzen VNK2)
- Gegevens, kennis en ervaring uit VNK2 bruikbaar



Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk

- Falen waterkering door niet sluiten keermiddelen van het kunstwerk



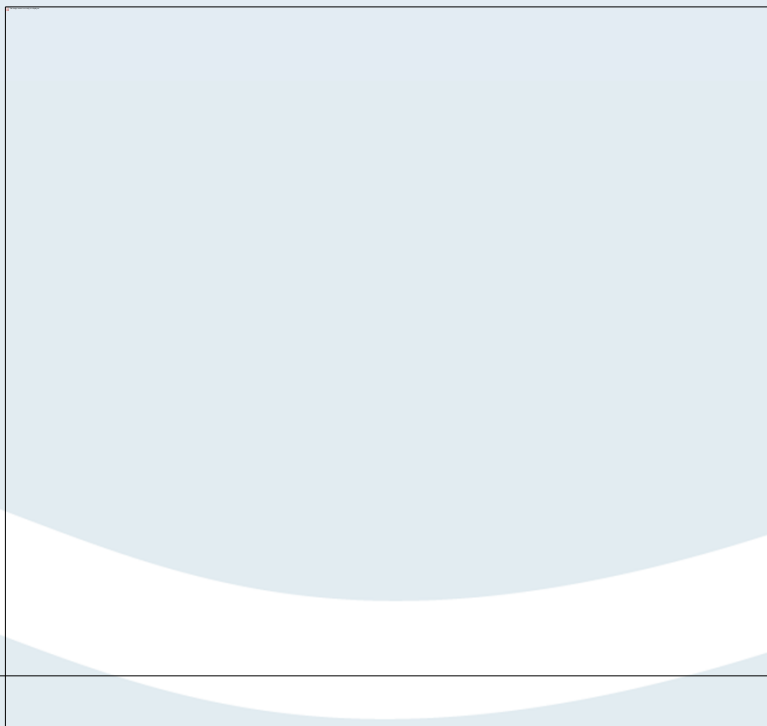


Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk

- Eenvoudige toets van beslisregels en op basis van kenmerken
- Gedetailleerde toets op basis van faalkansberekening
- Beoordelingsmethode uit VNK2
- Gegevens, kennis en ervaring uit VNK2 bruikbaar



Piping bij kunstwerk





Piping bij kunstwerk

- Eenvoudige toets op basis van relevantie en beslisregels
- Gedetailleerde toets op basis van faalkansberekening
- Beoordelingsmethode uit VNK2
- Gegevens, kennis en ervaring uit VNK2 bruikbaar



Sterkte en stabiliteit puntconstructies





Sterkte en stabiliteit puntconstructies

- Grote diversiteit in soorten, types en dimensies van kunstwerken
- Geen eenvoudige toets
- Gedetailleerde toets op basis van faalkansberekening
- Beoordelingsmethode uit VNK2
- Gegevens, kennis en ervaring uit VNK2 bruikbaar



Sterkte en stabiliteit langsconstructies

- Nieuw toetsspoor
- Stabiliteitsschermen, kistdammen, kademuren, systemen van demontabele keringen, keermuurtjes
- Langsconstructies die de weerstand tegen instabiliteit van de aanwezige gronddijk vergroten
- Eenvoudige toets aan voorgeschreven ontwerpmethodiek en -randvoorwaarden
- Geen gedetailleerde toets



Toetssporen indirecte mechanismen

- Havendammen
- Voorland
 - Golfafslag voorland (VLGA)
 - Afschuiving voorland (VLAF)
 - Zettingsvloeiing voorland (VLZV)
- Niet-waterkerende objecten
 - Bebouwingen (NWObe)
 - Begroeiingen (NWObo)
 - Kabels en leidingen (NWOkl)
 - Overige constructies (NWOoc)



Havendammen

- Indirect mechanisme
- Eenvoudige toets: relevant voor bepaling hydraulische belasting
- Gedetailleerde toets volgens toetssporen dijken en dammen
- Als havendam verticale element betreft ook toetsen volgens toetssporen kunstwerken



Voorland





Voorland

- ⇒ Indirect mechanismen:
 - ⇒ Golfafslag voorland (VLGA)
 - ⇒ Afschuiving voorland (VLAF)
 - ⇒ Zettingsvloeiing voorland (VLZV)
- ⇒ Eenvoudige toets op basis van zonering en profielen
- ⇒ Gedetailleerde toets op basis van berekeningen afschuiving/zettingsvloeiing
 - ⇒ Stochastische ondergrondschematisatie
 - ⇒ Geen gedetailleerde toets op golfafslag



Niet-waterkerende objecten

- Indirect invloed op veiligheid van de kering:
 - Bebouwingen (NWObbe)
 - Begroeiingen (NWObbo)
 - Kabels en leidingen (NWOkI)
 - Overige constructies (NWOOc)
 - Toets op maat: Windmolens
 - Uitgezonderd: kleine objecten zoals taludtrappen, banken, verkeersborden en verkeerslichten, afrasteringen, dijkpalen, lichtmasten en vuilnisbakken



Niet-waterkerende objecten

- Eenvoudige toets op basis van zonering en profielen, compenserende voorziening, schadelijkheids- en optredingscriterium
- Gedetailleerde toets alleen voor leidingen:
 - NEN3651:2012 nl Aanvullende eisen voor buisleidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken
 - NPR 3659 Ondergrondse pijpleidingen - grondslagen voor sterkteberekeningen (NPR, 2006)



Technische innovatie

- Technische innovaties die niet eerder zijn toegepast
- Geen generieke toetschema's en rekenmodellen
- Eenvoudige toets op basis van eerder uitgevoerde analyses
- Op te nemen in monitoring
- Geen gedetailleerde toets
- Handleiding Innovaties Waterkeringen