

DAM

Dijksterkte Analyse Module

Gebruikershandleiding

Versie: 26.1

Revisie: ----

25 maart 2026

DAM, Gebruikershandleiding

Gepubliceerd en gedrukt door:

Deltares
Boussinesqweg 1
2629 HV Delft
Postbus 177
2600 MH Delft
Nederland

telefoon: +31 88 335 82 73
e-mail: [Informatie](#)
www: [Deltares](#)

Verkoop:

telefoon: +31 88 335 81 88
e-mail: [Verkoop](#)
www: [Verkoop & Ondersteuning](#)

Ondersteuning:

telefoon: +31 88 335 81 00
e-mail: [Ondersteuning](#)
www: [Verkoop & Ondersteuning](#)

Copyright © 2026 Deltares

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd in enige vorm door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever: Deltares.

Inhoudsopgave

Lijst van tabellen	vi
Lijst van figuren	vii
1 Versie informatie DAM 26.1	1
2 Reference	3
2.1 Modelconcept DAM	3
2.2 Inleiding visie datamanagement	4
2.3 Gebruikte definities	5
2.4 Datamanagement waterkeringen	5
2.4.1 Algemeen	5
2.4.2 Ruimtelijke vastlegging van (kern)gegevens	7
2.4.3 Beheer van kerngegevens	10
2.4.4 Kwaliteit van kerngegevens	10
2.4.5 Gegevens uitwisseling tussen DAM en databases waterschappen	11
2.5 DAM Systeemvereisten	11
3 DAM User interface	13
3.1 Hoofdvenster	13
3.2 Navigatorvenster	14
3.3 Kaartvenster	15
3.3.1 Dwarsdoorsnede	15
3.3.2 Afbeelding	16
3.3.3 Kaart	16
3.4 Tabellenvenster	16
3.4.1 Tabellenvenster - Tabblad Materialen	17
3.4.2 Tabellenvenster - Tabblad Locaties	17
3.4.3 Tabellenvenster - Tabblad Scenarios	17
3.4.4 Tabellenvenster - Tabblad Ontwerpberekeningen	17
3.5 Eigenschappenvenster	18
3.5.1 Eigenschappenvenster - Tabblad Kering	18
3.5.2 Eigenschappenvenster - Tabblad Materiaal	18
3.5.3 Eigenschappenvenster - Tabblad Locatie	19
3.5.4 Eigenschappenvenster - Tabblad Locatie scenario's	20
3.5.5 Eigenschappenvenster - Tabblad Hoogtegeometrie	21
3.5.6 Eigenschappenvenster - Tabblad Berekening	21
3.6 Nieuw project	22
4 Projectdata	24
4.1 Inleiding	24
4.2 Locatiedefinitie	25
4.2.1 Data extractie	26
4.2.1.1 Data-extractie uit lijnen-shape	26
4.2.1.2 Data-extractie uit vlakken-shape	27

4.3	Dwarsprofielgeometrie	28
4.3.1	Hoogtegeometrie (surface lines)	29
4.3.2	Karakteristieke punten (characteristic points)	30
4.4	Ondergrondmodel	33
4.4.1	Inleiding ondergrondmodel	33
4.4.2	Ondergrondsegmenten	36
4.4.3	Ondergrondopbouw	36
4.4.3.1	1D ondergrondschematiserings	37
4.4.3.2	2D ondergrondschematiserings	39
4.4.4	Combineren dwarsprofielgeometrie met ondergrondschematisering	39
4.4.4.1	Definities geometrie van een dwarsprofielgeometrie	39
4.4.4.2	Definities 1D ondergrondschematisering	40
4.4.4.3	Definities 2D ondergrondschematisering	40
4.4.4.4	Combineren dwarsprofielgeometrie met 1D- of 2D-ondergrondschematisering	40
4.4.5	Locatie ondergrondsegmenten	41
4.4.6	Grondeigenschappen	41
4.5	Locatiegegevens	42
4.6	Rekenscenario's	42
4.7	Comma separated files gebruiken	44
5	Configureren DAM	46
5.1	DAM-databronbestand (*.defx)	46
5.1.1	Databronnen	46
5.1.1.1	Comma separated bestanden (*.csv)	47
5.1.1.2	Achtergrondkaart	47
5.1.1.3	Shape bestanden	47
5.1.2	Verwijzen naar attributen	47
5.2	DAM-projectbestand (*.damx)	48
6	Schematisering algoritmen DAM	49
6.1	DAM Waternet Creator (Waterspanningen generatie)	49
6.1.1	Controle geometrie	50
6.1.2	Schematisering freatisch vlak (PL1)	51
6.1.3	Initiele schematisering stijghoogtes (PL3, PL2, PL4)	54
6.1.3.1	Verloop stijghoogte	55
6.1.3.2	Toekenning stijghoogte aan de lagen	59
6.1.4	Controle op het raken of doorsnijden van de hoogtegeometrie met de wervoerende laag	66
6.1.5	Controle op opdrijven	68
6.1.6	Definitieve schematisering stijghoogtes	70
6.2	Geometrie aanpassen	70
6.2.1	Kruinverhoging	71
6.2.2	Taludverflauwing	74
6.2.3	Bermontwikkeling	74
6.3	Automatisch zoekgebied voor het bepalen van het minimale glijvlak	77
6.3.1	Bishop	78
6.3.1.1	Bishop – 'Automatisch' zoekgebied (rekengrid en tangentialijnen)	78
6.3.1.2	Bishop – 'Naar opgave afstand' zoekgebied (rekengrid en tangentialijnen)	81
6.3.1.3	Bishop – 'Naar opgave afstand' tangentialijnen	82
6.3.2	Uplift-Van	82
6.3.2.1	Uplift-Van – 'Automatisch' rekengrid	82
6.3.2.2	Uplift-Van – 'Naar opgave afstand' rekengrid	84

6.3.2.3	Uplift-Van – 'Automatische' tangentialijnen	85
6.3.2.4	Uplift-Van – 'Naar opgave afstand' tangentialijnen	87
6.3.2.5	Uplift-Van – 'Op laagscheidingen' tangentialijnen	88
6.3.3	Verfijning van het rekengrid	88
6.3.4	Verfijning van de tangentialijnen	89
7	Rekenen	90
7.1	Berekeningstype	90
7.1.1	Ontwerp	90
7.1.2	DAMLive configuratie	90
7.1.2.1	Invoer data	91
7.1.2.2	Aanmaken DAM project	91
7.1.2.3	DamLive calculation parameter bestand	91
7.2	Macrostabieliteit rekeninstellingen	91
7.2.1	Macrostabieliteit rekeninstellingen op projectniveau	91
7.2.2	Macrostabieliteit rekeninstellingen op locatieniveau	92
7.2.3	Schuifsterktemodellen (op materiaalniveau)	92
7.3	Piping rekeninstellingen	93
7.3.1	Bligh	93
7.3.2	Sellmeijer Revised (WBI)	94
7.3.2.1	Opbarsten	94
7.3.2.2	Heave	95
7.3.2.3	Terugschrijdende erosie	95
7.3.2.4	Piping	96
8	Uitvoer	97
8.1	Berekeningen inzien	97
8.1.1	Uitvoer - Tabellenvenster	97
8.1.1.1	Ontwerpberekeningen tabblad	97
8.1.2	Uitvoer - Eigenschappenvenster	102
8.1.3	Uitvoer - Dwarsdoorsnedevenster	102
8.2	Berekeningen controleren	104
8.3	Uitvoerbestanden	105
9	Referenties	107
A	Location parameters (locations.csv)	108
B	Characteristic points	112
C	Voorbeeld scenarios.csv	114
D	Voorbeeld soils.csv	116
E	Voorbeeld sigmataucurves.csv	117
F	Voorbeeld sutable.csv	118
G	Voorbeeld aquifers.csv	119
H	Voorbeeld soilprofiles.csv	120
I	Voorbeeld *.defx	121
J	Overzicht van de parameter id's in defx-bestand	122
K	Sensordata	124

K.1	SensorProfileID	124
K.2	SensorGroupID	124
K.3	SensorID	125
K.4	DikeLineInProfile	125
L	DamLive Calculation Parameters	126

Lijst van tabellen

4.1	Voorbeeld van surfacelines.csv	29
4.2	Voorbeeld segments.csv bestand (1D geometrie)	36
4.3	Voorbeeld van een soilprofiles.csv bestand	38
4.4	Overzicht van de parameters van het <i>scenarios.csv</i> bestand	43
6.1	Omschrijving verschillende piëzometrische lijnen	50
6.2	Parameters per schematisering-punt voor het vastleggen van het freatisch vlak binnen de schematisering optie ExpertKnowledgeRRD	52
6.3	Parameters per schematisering-punt voor het vastleggen van het freatisch vlak binnen de schematisering optie ExpertKnowledgeLinearInDike	54
6.4	Omschrijving verschillende piezometrische lijnen	55
6.5	Omschrijving van de positie van de verschillende waternetlijnen per verloop stijghoogte type	59
7.2	Waarden voor C_{creep} volgens Bligh	94
8.1	Overzicht van de parameters van tabblad Ontwerpberekeningen	98

Lijst van figuren

2.1	Sterkte analyse dijk	3
2.2	Modelconcept DAM	4
2.3	Modulaire ontwikkelstrategie software	5
2.4	Centraal beheer kerngegevens binnen het waterschap voor de verschillende processen en taken	7
2.5	Voorbeeld van een GIS waar de attribuentabel getoond wordt voor de geselecteerde lijn (met rood weergegeven)	8
2.6	Gegevens vastleggen per locatie (linker figuur) versus per gebied (rechter figuur). De rode stippen zijn bijvoorbeeld dwarsprofiel locaties.	9
2.7	Verfijning kerngegevens binnen een gebied waarbij gewerkt wordt van globaal naar fijn	9
3.1	Hoofdvenster	13
3.2	Menubalk hoofdvenster	14
3.3	Navigatorvenster	15
3.4	Dwarsdoorsnede - Menubalk profiel	15
3.5	Tabellenvenster - Tabblad Materialen	17
3.6	Tabellenvenster - Tabblad Locaties	17
3.7	Tabellenvenster - Tabblad Locaties - Tabblad Scenarios	17
3.8	Tabellenvenster - Tabblad Ontwerpberekeningen	17
3.9	Eigenschappenvenster - Tabblad Kering	18
3.10	Eigenschappenvenster - Tabblad Materiaal	19
3.11	Eigenschappenvenster - Tabblad Locatie	20
3.12	Eigenschappenvenster - Tabblad Locatie scenario's	20
3.13	Eigenschappenvenster - Tabblad Hoogtegeometrie	21
3.14	Eigenschappenvenster - Tabblad Berekening	22
3.15	Nieuwe project	22
4.1	Stap 1 in het DAM concept is het vergaren/importeren van de benodigde gegevens	24
4.2	Voorbeeld van een locatie, inclusief attribuuttabel, binnen het DAM concept	25
4.3	Voorbeeld van een cross-section, inclusief attribuuttabel, binnen het DAM concept	26
4.4	Voorbeeld dataextractie uit een lijnen-shape	27
4.5	Voorbeeld dataextractie uit een vlakken-shape	27
4.6	Voorbeeld laseraltimetrie data van een ingemeten boezemkade	28
4.7	Karakteristieke punten weergegeven in het dwarsprofiel	30
4.8	Eigenschappenvenster - Tabblad Hoogtegeometrie	31
4.9	Om een DAM locatie aan te maken worden de gegevens uit verschillende bestanden aan elkaar gekoppeld op basis van de LOCATIONID en Surfaceline_id	32
4.10	Screendump van de tool DAM Edit Design	33
4.11	Voorbeeld gebiedsindeling op basis van ondergrond segmenten	34
4.12	Relatie segment en 1D profielen grondopbouw. In bovenstaande figuur kan waar 1D staat ook 2D gelezen worden.	34
4.13	Samenhang tussen de verschillende elementen welke een ondergrondmodel vormen in DAM	35
4.14	Verschuiving van 1D ondergrondprofiel	38
4.15	Voorbeeld shapefile met segmenten	41
6.1	Stap 2 in het DAM concept is de schematisering van de modelinvoer	49
6.2	Controle van de watervoerende lagen	51
6.3	Schematisering freatisch vlak binnenwaartse stabiliteit bij gebruik ExpertKnowledgeRRD	52

6.4	Schematisering freatisch vlak binnenwaartse stabiliteit bij gebruik ExpertKnowledgeRRD	53
6.5	Schematisering freatisch vlak buitenwaartse stabiliteit bij gebruik ExpertKnowledgeRRD	53
6.6	Schematisering freatisch vlak buitenwaartse stabiliteit bij gebruik ExpertKnowledgeLineairInDike	54
6.7	Gebruik van dempingsfactor (f) en reductie piëzolijn aan de polderzijde (X) voor schematisering horizontaal stijghoogte verloop	56
6.8	Schematisering van waterspanningen DAM Standaard zonder tussenliggende watervoerende laag	60
6.9	Schematisering van waterspanningen DAM Standaard met tussenliggende watervoerende laag	61
6.10	Schematisering van waterspanningen DAM Standaard wanneer een deel van het freatisch vlak in de onderste watervoerende laag ligt	61
6.11	Schematisering van waterspanningen “Volledig lineair zonder tussenliggende watervoerende laag	62
6.12	Schematisering van waterspanningen “Volledig lineair” met tussenliggende watervoerende laag	62
6.13	Schematisering van waterspanningen Hydrostatisch zonder tussenliggende watervoerende laag	63
6.14	Schematisering van waterspanningen “Hydrostatisch” met tussenliggende watervoerende laag	63
6.15	Schematisering van waterspanningen “Volledig hydrostatisch”	64
6.16	Schematisering van waterspanningen Semi-tijdsafhankelijk zonder tussenliggende watervoerende laag	65
6.17	Schematisering van waterspanningen Semi-tijdsafhankelijk met tussenliggende watervoerende laag	65
6.18	Situaties waar teensloot insnijdt in watervoerende laag – Situatie 1: PL1 ligt boven het snijdpunt; situatie 2: PL1 ligt onder het snijdpunt; situatie 3: PL1 is lager dan de hoogtegeometrie	67
6.19	Situaties waar teensloot insnijdt in tussenliggende watervoerende laag	68
6.20	Reductie stijghoogte bij opdrijven. DAM controleert van de binnenteen tot het midden van de sloot op opdrijven en past daarop de stijghoogte aan tot labiel evenwicht	68
6.21	Beslisboom opdrijven	69
6.22	Opdrijfberekening ter plaatse van de sloot	69
6.23	Opdrijfberekening ter plaatse van de sloot na opdrijfberekening in de sloot	70
6.24	Aangepaste geometrie voor DTH	72
6.25	Aangepaste geometrie met startpunt geometrie aanpassing in de buitenteen	72
6.26	Aangepaste geometrie met startpunt geometrie aanpassing buitenberm	72
6.27	Aangepaste geometrie met startpunt geometrie buitenteen en toegenomen dijkbasis	73
6.28	Verschuiving teensloot	73
6.29	Iteratieve taludverflauwing binnentalud op basis van uittredepunt glijcirkel	74
6.30	Iteratieve bermontwikkeling bij macrostabiliteit	75
6.31	Vergelijk initieel profiel en geometrie adaptatie in DAM	75
6.32	Schematische weergave van het uiteindelijke aangepaste profiel waarbij de initiële profiel punten verwijderd zijn	76
6.33	Iteratieve bermontwikkeling bij piping	76
6.34	Automatische positie van het zoekgebied voor Bishop binnenwaarts als er een berm aanwezig is	79
6.35	Automatische positie van het zoekgebied voor Bishop binnenwaarts als er geen berm aanwezig is	80

6.36	Positie van het rekengrid en tangentlijnen voor Bishop binnenwaarts bij gespecificeerde afmetingen	81
6.37	Automatische positionering van de roosters voor Uplift-Van indien er een berm en een sloot aanwezig zijn	83
6.38	Automatische positionering van de roosters voor Uplift-Van indien er geen berm aanwezig is	84
6.39	Positie van de rekengrids voor Uplift-Van bij gespecificeerde afmetingen	85
6.40	Automatische positie van de tangentlijnen voor Uplift-Van	86
6.41	Extra tangentlijnen rond de kritische tangentlijnen	86
6.42	Gespecificeerde tangentlijnen voor Uplift-Van (in geval van 'Naar opgave afstand' rekengrid	87
6.43	Op laagscheidingen tangentlijnen voor Uplift-Van (berm aanwezig)	88
6.44	Rekengrid verfijning met 2 verfijningsstappen	89
6.45	Tangentlijnen verfijning met 2 verfijningsstappen	89
7.1	Verboden zone factor	92
8.1	Voorbeeld venster Tabellen tabblad Ontwerpberekeningen	97
8.2	Voorbeeld venster Eigenschappen tabblad Berekening	102
8.3	Voorbeeld venster Dwarsdoorsnede, tabblad Dwarsdoorsnede	103
8.4	De originele schematisering en aangepaste geometrie (groen gestippeld)	104

1 Versie informatie DAM 26.1

DAM 26.1 bevat een aantal grote veranderingen ten opzichte van DAM 19.1. Deze veranderingen hebben invloed op het werken met DAM en zijn belangrijk voor de gebruiker om te weten.

De belangrijkste verandering is dat DAM nu is gekoppeld aan D-Stability in plaats van D-Geo Stability.

Hieronder zijn de belangrijke veranderingen ten opzichte van DAM 19.1 genoemd, onderverdeeld in toegevoegde en aangepaste functionaliteiten. Daarnaast worden een aantal aandachtspunten benoemd waar de gebruiker op zou moeten letten.

Toegevoegde functionaliteiten:

- ◇ Sigma-tau tabellen, zie [paragraaf 7.2.3](#);
- ◇ SHANSEP parameters, s, m, POP per grondsoort, su-tabel, zie [paragraaf 7.2.3](#);
- ◇ Wegschrijven resultaatbestand in .stix formaat (uitvoer), zie [paragraaf 8.3](#);
- ◇ Wegschrijven berekeningsbestand in .stix formaat (invoer);
- ◇ Verdelingshoek verkeersbelasting per locatie, zie [appendix A](#);
- ◇ Voor *Bepaling tangent lijnen (Uplift-Van)* in het *Berekening*-scherm is er een nieuwe keuze *Automatisch* toegevoegd;
- ◇ Optie om Uplift-Van door te rekenen ook als er geen opdrijven optreedt, zie [paragraaf 7.2.1](#).

Aangepaste functionaliteiten:

- ◇ De grondeigenschappen worden niet meer als .mdb (MSoilbase) ingelezen maar als .csv bestand ([appendix D](#)). Hiervoor is een aquifers.csv toegevoegd om aan te geven welke laag een aquifer is, zie ook [appendix G](#);
- ◇ De waternetcreator is verbeterd, zoals het waterspanningsverloop 'semi tijdsafhankelijk' in een 1D profiel. Daarnaast is de beschrijving in deze handleiding aangepast, zie [paragraaf 6.1](#);
- ◇ Stabiliteitsberekeningen worden uitgevoerd in de stabiliteit rekenkernel (die ook door D-Stability wordt gebruikt) in plaats van in D-Geo Stability. Voor het inspecteren van de resultaten is D-Stability benodigd. Deze software moet, indien niet aanwezig, door de gebruiker geïnstalleerd worden;
- ◇ Piping berekeningen worden uitgevoerd in de WTI-rekenkernel in plaats van in DAM zelf. De modellen "Sellmeijer VNK" en "Sellmeijer 4-krachten" zijn niet meer beschikbaar;
- ◇ Importeren van een 2D geometrie is op basis van .stix formaat (D-Stability) in plaats van .sti formaat (D-Geo Stability);
- ◇ De routine voor het automatisch bepalen van het zoekgrid voor stabiliteitsberekeningen is gewijzigd waardoor het rekgid anders geplaatst wordt dan in DAM 19.1, zie [paragraaf 6.3](#) voor details;

- ◇ Wanneer bij het berekenen van de stabiliteit met Bishop en Uplift-Van de optie voor *Rekeningrid* is gebruikt, kan het zijn dat de berekende stabiliteitsfactor in DAM afwijkt van de opnieuw berekende stabiliteitsfactor in D-Stability, zie [paragraaf 8.3](#) voor meer details;
- ◇ Het berekeningstype *Calamiteit* is niet meer beschikbaar.

Beperkingen en aandachtspunten:

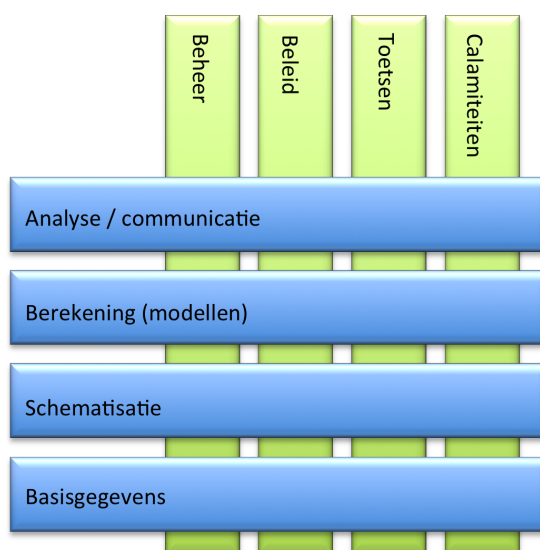
We vragen aandacht voor de volgende beperkingen:

- ◇ Het inlezen van damx bestanden gemaakt met DAM versies eerder dan 26.1 wordt niet ondersteund vanwege het grote aantal veranderingen in DAM. Wij adviseren om een nieuw DAM project in DAM 26.1 aan te maken met de (aangepaste) oorspronkelijke invoergegevens;
- ◇ Indien gebruik gemaakt wordt van 2D ondergronden (stix-files) en meerdere maaiveldlijnen per locatie met verschillende nulpunts-verschuivingen (shifts), moet per locatie per maaiveldlijn een stixfile worden gebruikt. De stixfile mag hierbij een (inhoudelijke) kopie zijn van de 1e stixfile op een locatie. De naam van de stixfile moet hierbij wel uniek zijn.
- ◇ Het *Afbeelding* tabblad in het *Dwarsdoorsnede* scherm geeft op dit moment geen resultaat; Voorlopig worden de resultaten van het glijvlak weergegeven in het *Dwarsdoorsnede* tabblad.
- ◇ Sigma-tau tabellen zijn geïmplementeerd. Let op: De implementatie in de oude D-Geo Stability was niet volgens de handleiding van D-Geo Stability. De huidige implementatie in DAM is wel volgens de handleiding van D-Geo Stability, waardoor de berekeningsresultaten kunnen verschillen van een D-Geo Stability resultaat;
- ◇ Het gebruik van de multicore optie is getest tot maximaal 8 cores. Bij gebruik van meer dan 8 cores dienen de resultaten zorgvuldig te worden gecontroleerd.
- ◇ De parameter id *DikeRing_id* wordt niet langer gebruikt. DAM ondersteunt slechts één dijkkring. Indien er meerdere dijkringen aanwezig zijn in de brondata (locations.csv of shapefile) worden deze allemaal geïmporteerd onder één unieke dijkkring genamed "Kering" (zie [figuur 3.3](#)).
- ◇ Als de maaiveldlijn in de CSV-file zeer dicht bij de maaiveldlijn in de STIX-file ligt, maar niet exact overeenkomt (bijvoorbeeld omdat één van de lijnen meer punten bevat of omdat sommige punten enkele millimeters afwijken), dan is de kans groot dat bij het combineren van de maaiveldlijn uit de CSV-file met het grondprofiel uit de STIX-file geen geldig 2D-grondprofiel kan worden gegenereerd. Ook kunnen er zeer dunne lagen ontstaan die door de Macro Stability kernel niet correct worden verwerkt. Daarom wordt geadviseerd om, wanneer de maaiveldlijn in de CSV-file exact moet samenvallen met de maaiveldlijn in de STIX-file, ervoor te zorgen dat beide maaiveldlijnen hetzelfde aantal punten bevatten en dat de coördinaten één-op-één overeenkomen voor alle punten tussen het begin- en eindpunt van de maaiveldlijn in de STIX-file.

2 Reference

2.1 Modelconcept DAM

Voor het uitvoeren van een analyse van de dijksterkte kunnen vier hoofdstappen worden onderscheiden (figuur 2.1). Deze stappen worden altijd, onafhankelijk van het type vraag, doorlopen. De eerste stap is het verzamelen van basisgegevens. Onder basisgegevens wordt de ruwe data uit landmeetkundig-, geohydrologisch- en grondmechanisch onderzoek verstaan. In de tweede stap wordt de data geschematiseerd en klaargezet voor de berekeningen. De schematisering is sterk afhankelijk van de vraag. Daarnaast geldt hoe meer informatie aanwezig is, hoe nauwkeuriger de schematisering. In de derde stap worden de berekeningen uitgevoerd. In de laatste stap vindt een analyse van de rekenresultaten plaats, waarna deze kan worden gevisualiseerd en gecommuniceerd.



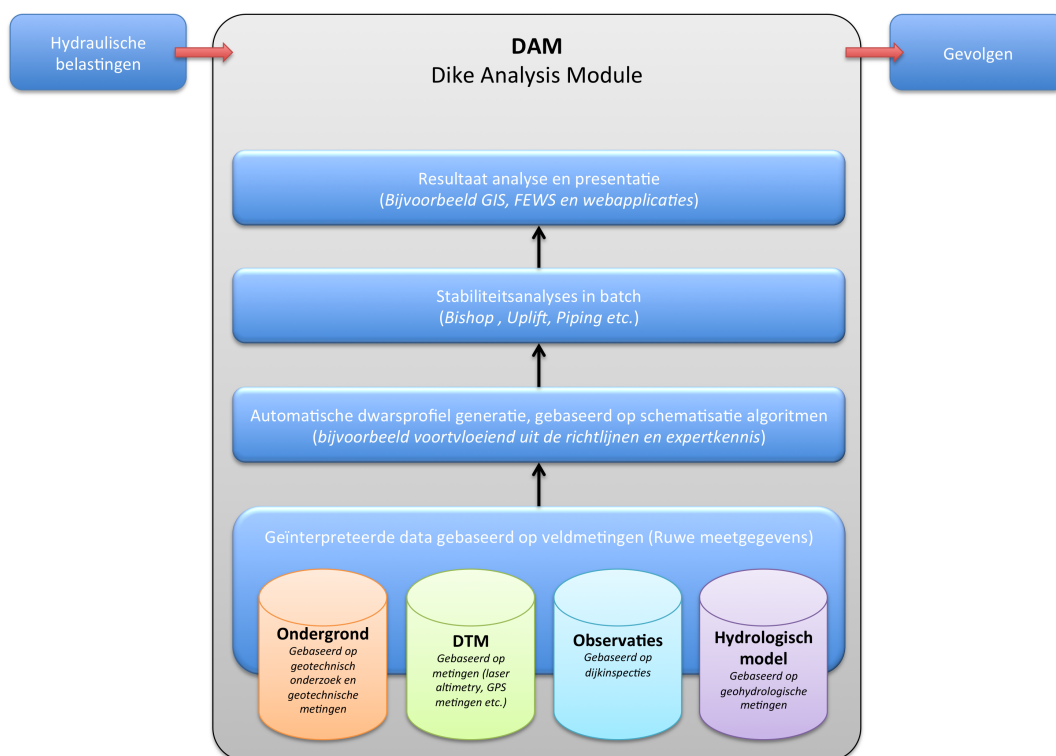
Figuur 2.1: Sterkte analyse dijk

Deze vier stappen worden voor elke toepassing gezet, zie figuur 2.1. Voor toetsing, ten tijde van calamiteiten, voor beleidsvraagstukken en voor beheerszaken wordt veelal gebruik gemaakt van dezelfde basisgegevens en eventueel van dezelfde schematiserings. Het werkproces kan efficiënter gemaakt worden door de basisdata en schematiserings op een handige manier aan elkaar te koppelen en vervolgens te 'hergebruiken'. Hiertoe is de Dijksterkte Analyse Module (DAM) ontwikkeld. DAM betreft een platform waarmee automatisch stabiliteitsberekeningen van grote dijkstrekkingen kunnen worden uitgevoerd, zie figuur 2.2. DAM rationaliseert en automatiseert de derde stap (berekeningen) en een groot gedeelte van de tweede stap (schematisering).

Een belangrijk element binnen de werking van DAM en het bijbehorende concept is de koppeling met de (ruimtelijk vastgelegde) gegevens bij de waterschappen. De visie op het data-management, dat verder rijkt dan DAM alleen, wordt beschreven in paragraaf 2.4.

Voor het uitvoeren van de stabiliteitsberekeningen maakt DAM gebruik van hetzelfde rekenhart als *D-Stability* (modellen: Bishop, UpliftVan).

De werking en het gebruik van *D-Stability* valt buiten deze handleiding. Voor meer informatie wordt verwezen naar de gebruikersdocumenten behorende bij *D-Stability*.



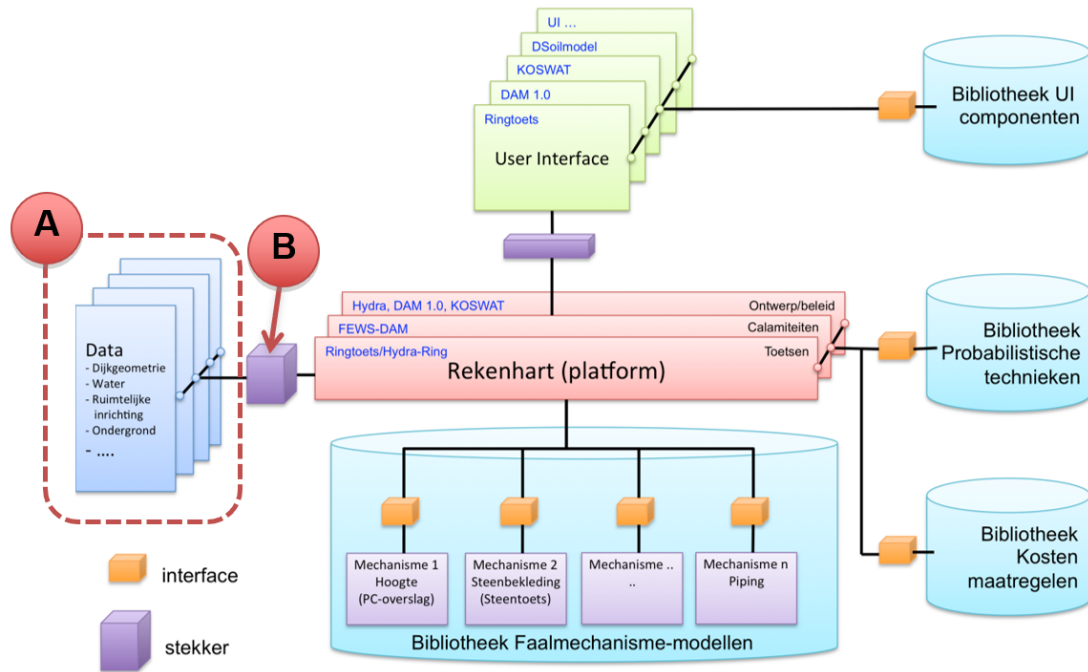
Figuur 2.2: Modelconcept DAM

Voor het uitvoeren van de piping berekeningen wordt gebruik gemaakt van de piping modellen (zie [paragraaf 7.3](#)). In de toekomst is het mogelijk om ook andere (nieuw te ontwikkelen) rekenmodellen met DAM aan te sturen. Zo wordt momenteel in een laboratorium-opstelling DAM gekoppeld met DgFlow voor het berekenen van (tijdsafhankelijke) waterspanningen.

2.2 Inleiding visie datamanagement

Binnen Deltares wordt software voor de bepaling van de sterkte van waterkeringen modulair ontwikkeld. Hierbij is het streven om zoveel mogelijk componenten te delen. [Figuur 2.3](#) geeft schematisch de onderlinge samenhang tussen de verschillende componenten weer en rekenplatformen, bijvoorbeeld DAM en Ringtoets. Het delen van componenten heeft verschillende voordelen. Zo kan de dijkbeheerder zijn bron data gebruiken voor verschillende toepassingen. Daarnaast geldt dat door het delen van goed geteste bibliotheken de betrouwbaarheid vergroot wordt. Delen van faalmechaniemebibliotheken leidt tot directe vergelijkbaarheid van resultaten voor verschillende toepassingen. Door de herkenbaarheid van de User Interface (UI) componenten wordt het voor de gebruiker makkelijker de software te bedienen en daarmee wordt de drempel verlaagd voor gebruik van de software. Voor de ontwikkelaar zijn gedeelde bibliotheken beter en goedkoper te onderhouden.

Een belangrijk component bij de ontwikkeling van de software is de koppeling met de 'Data', zie [figuur 2.3](#), punt A. Het uitvoeren van berekeningen met DAM staat of valt met eenduidig gedefinieerde datastromen en een eenduidig beheer van (geschematiseerde) gegevens.



Figuur 2.3: Modulaire ontwikkelstrategie software

2.3 Gebruikte definities

In de navolgende paragrafen worden verschillende definities gebruikt. Ter verduidelijking worden drie termen nader gedefinieerd:

- 1 Kerngegevens: Onder kerngegevens worden de gegevens bedoeld zo als (gedeeltelijk) aanwezig in de verschillende databases van waterkeringbeheerders. Te denken valt aan polderpeilen, maaiveldhoogtes etc. De feitelijke waarde(n) van een kerngegeven is de data. De gegevens zijn dus een omschrijving van de data. Ter illustratie; polderpeil is een kerngegeven, de waarde (bijvoorbeeld) NAP -0,5m is de data.
- 2 Geschematiseerde gegevens: Onder geschematiseerde gegevens worden gegevens bedoeld welke het gevolg zijn van een schematisering. Bijvoorbeeld de ondergrond schematisering op basis van boringen, sonderingen en geologische kennis. Of een profiel schematisering op basis van laseraltimetrie gegevens.
- 3 Basisgegevens: Onder basisgegevens wordt het totaal van kern- en geschematiseerde gegevens verstaan voor zover dit invoer voor analyses van de sterkte van waterkeringen betreft.
- 4 'Instellingen': Onder 'instellingen' worden default gegevens verstaan die specifiek zijn voor een specifiek (mechanisme) model beschrijving¹.

2.4 Datamanagement waterkeringen

2.4.1 Algemeen

Voor het uitvoeren van geotechnische berekeningen is een aanzienlijke hoeveelheid data nodig. Zo heeft elk model zijn eigen databehoeftes. De data vraag is onafhankelijk van de wijze van uitvoering, handmatig of (grotendeels) geautomatiseerd. Veel van de benodigde

¹Voorbeelden van instellingen zijn modelfactoren.

kerngegevens zijn locatie specifieke gegevens. Sommige gegevens worden gebruikt voor de beoordeling van verschillende faalmechanismen. Deze gegevens zijn generiek van aard. Voorbeelden hiervan zijn profiellijnen, polderpeilen en stijghoogten. Andere gegevens worden gebruikt voor de beoordeling van een specifiek mechanismen met een specifiek rekenmodel. Deze gegevens zijn model specifiek. Een voorbeeld hiervan is de aanwezigheid en grootte van verkeersbelasting.

Als gekeken wordt naar de traditionele aanpak en beschikbare tools dan valt op dat de applicaties los van elkaar ontwikkeld zijn en voor verschillende doelen. Er is geen sprake van een uniforme ontwikkelstrategie, architectuur of programmeertaal. De invoer voor de tools kan (bijvoorbeeld) bestaan uit het importeren van tekstbestanden, of doormiddel van een geavanceerde User Interface (UI). Wat de meeste tools onderling gemeen hebben is dat alleen gegevens voor specifieke locaties nodig zijn (dwarsprofiel niveau). De benodigde gegevens zijn meestal relatief, dat wil zeggen dat ze niet gerelateerd zijn aan RD-coördinaten. De kerngegevens zijn afkomstig uit een GIS van de waterkeringbeheerder, losse bestanden of analoge bronnen. Er is altijd een (handmatige) tussenstap nodig om de gegevens te importeren/invoeren in de benodigde applicatie. Daarnaast zijn de gegevens niet (één op één) onderling uitwisselbaar tussen de verschillende tools.

Binnen DAM, maar ook het Wettelijk toetsinstrumentarium (WTI) 2017, wordt uitgegaan dat het bronhouderschap van de data bij de waterkeringbeheerder. Hierbij wordt gestreefd naar (centraal) digitaal databeheer bij de waterkeringbeheerders ([figuur 2.4](#)). Hierdoor wordt de toegankelijkheid van de gegevens vergroot en onderlinge uitwisseling vergemakkelijkt ten behoeve van de verschillende processen en applicaties binnen een waterschap en Rijkswaterstaat, of tussen verschillende waterschappen en/of Rijkswaterstaat of andere delen van de Rijksoverheid. Daarnaast wordt zo (eenvoudiger) voorkomen dat verschillende versies van de gegevens bestaan.

Het beheren van de gegevens gebeurt en zal naar verwachting steeds meer gebeuren in een Geografisch Informatiesysteem (GIS). Binnen een GIS kunnen gegevens ruimtelijk vastgelegd worden. Dit biedt grote voordelen. Hier zal verder op in gegaan worden in onderstaande paragrafen. In [paragraaf 2.4.2](#) wordt stil gestaan bij het principe van het ruimtelijk vastleggen van de gegevens. Opmerkingen ten aanzien van het beheer van de gegevens zijn opgenomen in [paragraaf 2.4.3](#). In [paragraaf 2.4.4](#) wordt een opmerking gemaakt over de kwaliteit van de gegevens. De data uitwisseling wordt beschreven in [paragraaf 2.4.5](#).



Figuur 2.4: Centraal beheer kerngegevens binnen het waterschap voor de verschillende processen en taken

2.4.2 Ruimtelijke vastlegging van (kern)gegevens

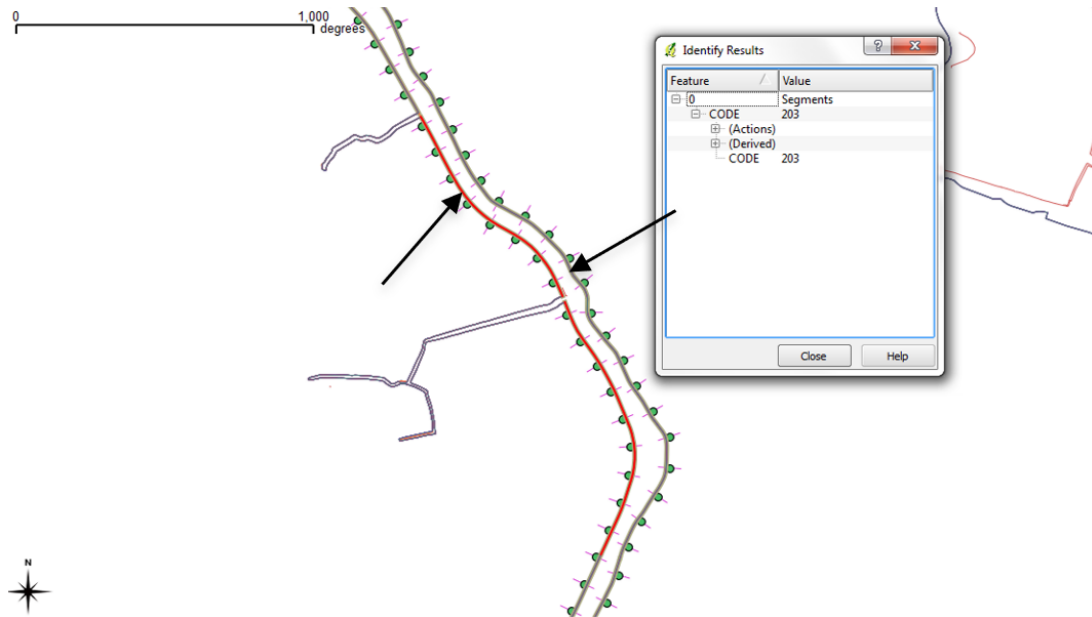
Binnen de software ontwikkeling wordt gestreefd om te komen tot een eenduidige faalmechanisme bibliotheek, aangeroepen vanuit het rekenplatform, bijvoorbeeld DAM. Dit is schematisch weergegeven in [figuur 2.3](#). Doordat de applicaties dezelfde rekenmodellen gebruiken zullen ze ook in sterke mate dezelfde gegevensbehoefte hebben. Daarnaast kan de databehoefte tussen de verschillende modellen (gedeeltelijk) hetzelfde zijn. Te denken valt aan de hoogteligging van de profielen (NAP hoogtes) en karakteristieke-lijnen, bijvoorbeeld de kruinen teenlijnen.

Het ligt voor de hand om de kerngegevens eenduidig en ruimtelijk vast te leggen. Dit vergoot meervoudig gebruik van de gegevens. Hier zou de parallel getrokken kunnen worden met een straat welke eerst open ligt om de stroomkabels te vervangen en een maand later weer open gemaakt moet worden om de glasvezelkabel aan te brengen. Dit is een ongewenste situatie. Dit zou ook gesteld kunnen worden voor het opslaan en beheer van de gegevens. Door de coherentie in databehoefte tussen verschillende modellen en toepassingen zal het streven moeten zijn om te komen tot een eenduidig gedefinieerde dataopslag en formaten, zodat de gegevens voor verschillende doelen en toepassingen gebruikt kunnen worden, zonder met allemaal verschillende (dubbele) gegevens te gaan werken, welke allemaal opgeslagen zijn in verschillende onafhankelijke databases. Dus niet telkens weer de 'weg openbreken', maar een gecoördineerde vastlegging van gegevens.

Het gebruik van GIS bij het vastleggen van kerngegevens is daarbij gewenst. Zoals reeds aangegeven in [paragraaf 2.4.1](#) maken de waterschappen in sterke mate gebruik van GIS. Echter, hier wordt vanuit de rekenmodellen nauwelijks op aangesloten. Dit is bij de ontwikkeling van DAM als een tekortkoming bestempelt. Het werken met een GIS kent namelijk verschillende voordelen. Een belangrijk element hierin is het Spatial Thinking. Daarnaast beschikken GIS pakketten over zeer krachtige tools om data te bewerken en te analyseren ([Gomez en Jones](#)).

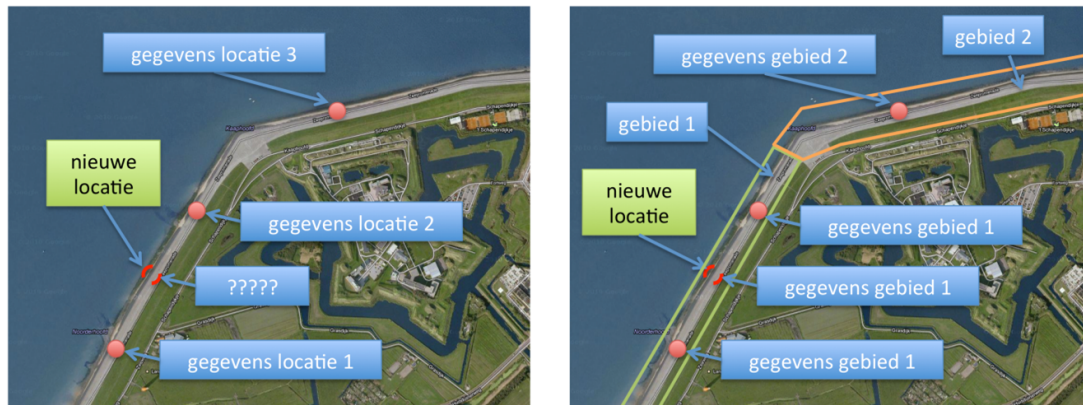
In de basis is een GIS eenvoudig te omschrijven als een database waarin informatie gekoppeld wordt aan een ruimtelijk object. Dit kunnen zijn; punten, lijnen of vlakken. In het GIS 'tekent' de gebruiker (bijvoorbeeld) een lijn en koppelt daar gegevens aan. Deze ge-

gegevens worden opgeslagen in een tabel. Ook wel de attributen genoemd. Deze tabel kan één, bijvoorbeeld polderpeil binnen een bepaald gebied, of meerdere attributen bevatten, bijvoorbeeld gegevens van een dijkbekledingsvak. **Figuur 2.5** toont een screen-dump van een GIS. Hierin is de rode lijn een door de gebruiker geselecteerde lijn. In het geopende scherm wordt de tabel getoond met daarin de attribuut. Hier genaamd CODE met de waarde 203, refererend naar een ondergrondsegment met referentienummer (CODE) 203. Alle locaties (de groene bolletjes) vallende binnen de strekking van het geselecteerde lijnelement vallen binnen het ondergrondsegment 203.



Figuur 2.5: Voorbeeld van een GIS waar de attributentabel getoond wordt voor de geselecteerde lijn (met rood weergegeven)

Door gegevens ruimtelijk vast te leggen in een GIS worden ze niet meer locatie specifiek, maar gelden ze voor een gebied (zie **figuur 2.6**). De betreffende gegevens zijn dan van kracht voor alle locaties vallende binnen het gebied. Het voordeel hiervan is dat feitelijk op elke locatie gegevens beschikbaar zijn. Stel dat in de toekomst het maatgevende dwarsprofiel niet meer op dezelfde locatie ligt (nieuwe locatie) als tijdens een eerdere (toets)ronde, dan zou in het geval van locatie vastgelegde gegevens de koppeling tussen de bestaande gegevens en de nieuwe dwarsprofiellocatie niet meer van kracht zijn. Immers, het is niet eenvoudig aan te geven of dezelfde uitgangspunten (gegevens) ook gelden voor de nieuwe locatie. Bijvoorbeeld de aanwezige dijkbekleding. In het geval van ruimtelijke vastlegging per gebied maakt het niet uit. In dit geval wordt namelijk gekeken in welk gebied een bepaalde locatie valt.



Figuur 2.6: Gegevens vastleggen per locatie (linker figuur) versus per gebied (rechter figuur). De rode stippen zijn bijvoorbeeld dwarsprofiel locaties.

Het ruimtelijk vastleggen van gegevens ondersteunt de werkwijze ‘van grof naar fijn’. Dit komt overeen met de aanpak uit onder andere het toetsproces. Ter illustratie, voor een stabiliteitsom zijn de stijghoogtes van belang. Als eerste stap kunnen conservatieve uitgangspunten gekozen worden binnen een gebied. Als tijdens het rekenproces blijkt dat een deel van de waterkering hierdoor niet goedgekeurd kan worden, dan kan voor deze locatie gedetailleerder naar de uitgangspunten gekeken worden. Bijvoorbeeld door het uitvoeren van veldmetingen of geavanceerdere modellen te gebruiken. De gevonden waarden kunnen dan ingevoerd worden in het GIS voor het gebied waarvoor de aangescherpte gegevens van kracht zijn (zie figuur 2.7, gebied 2). Via deze methode wordt feitelijk een gebiedsverbeterend systeem gecreëerd, waarbij het uitgangspunt is werken van globaal naar fijn (op maat).



Figuur 2.7: Verfijning kerngegevens binnen een gebied waarbij gewerkt wordt van globaal naar fijn

2.4.3 Beheer van kerngegevens

Voor het in voorgaande paragraaf beschreven databeheer is het van belang om te weten welke gegevens nodig zijn voor het uitvoeren van een toetsing, maar ook voor andere toepassingen (beleid, dagelijks beheer, calamiteitenbestrijding en versterken). Voor DAM zijn alle benodigde parameters (per spoor) beschreven en opgenomen in [appendix A](#). Door de databehoefte duidelijk te definiëren vanuit de rekenplatformen (bijvoorbeeld DAM en Ringtoets) kan de inwinstrategie van gegevens daarop ook aangepast worden en vertaald worden naar protocollen en standaardisatie in uitvragen van waterkeringbeheerders.

Ten aanzien van Iris dient de opmerking geplaatst te worden dat niet alle parameters benodigd voor het uitvoeren van DAM berekeningen aanwezig zijn in de database. Daarnaast verschilt het gebruik van Iris sterk per waterschap. Door wel de gegevens op te nemen in een GIS (Iris is ook een GIS database) zijn gegevens altijd relatief makkelijk te muteren als, bijvoorbeeld, Iris uitgebreid zal worden. Of in het geval overgestapt zou worden naar een nieuwe database.

In ieder geval creëert de beschreven databehoefte van DAM en/of Ringtoets geen afhankelijkheid voor het gebruik van de software. Immers, het betreft basisgegevens welke ruimtelijk vastgelegd zijn binnen het GIS van het waterschap. Deze gegevens kunnen ook gebruikt worden door andere applicaties en toepassingen.

2.4.4 Kwaliteit van kerngegevens

Een goed databeheer zegt veel, maar niet alles over de juistheid van de uitgevoerde berekeningen. De kwaliteit van de berekeningen is sterk afhankelijk van de kwaliteit van de gegevens. Het borgen van de kwaliteit van de gegevens binnen het datamanagement is de verantwoordelijkheid van de bronhouder. Daarbij maakt het niet uit of de gegevens gebruikt worden binnen een meer traditioneel ingericht werkproces of een proces dat gekenmerkt wordt door een hoge mate van automatisering (DAM en/of Ringtoets). De kwaliteit van de gegevens moet goed zijn.

[Popering](#) stelt op basis van zijn uitgevoerde onderzoek dat bij de door hem onderzochte instanties gebleken is dat in veel gevallen de werkelijke kwaliteit van geo-informatie niet getoetst wordt en dat er geen normen gesteld worden. Aangezien gebleken is dat er een aanzienlijk verschil bestaat tussen de werkelijke en gewenste/veronderstelde kwaliteit van de attribuutnauwkeurigheid van de geo-informatie, mag er niet aangenomen worden dat dit bij niet-getoetste kwaliteitsparameters wel overeen zal komen. Hierdoor wordt het belang van het stellen en toetsen van normen van kwaliteit van geo-informatie zeer hoog geacht. Door inzicht in de kwaliteit van geo-informatie is het ook mogelijk om het inwin- of beheersproces te verbeteren en hiermee de kwaliteit te verhogen.

Als hoofconclusie stelt [Popering](#) dat de kwaliteit van geo-informatie nog niet op een dusdanige wijze gewaarborgd wordt zodat deze aansluit op de nominale grondslag of op de vereiste kwaliteit ten behoeve van het bedrijfsproces. Wel worden er aanbevelingen gedaan om hierin verbeteringen aan te brengen.

2.4.5 Gegevens uitwisseling tussen DAM en databases waterschappen

Door alle gegevens centraal op te slaan en duidelijke uitwisselingsformaten tussen de verschillende applicaties in de vorm van Application Programming Interfaces (API's) voor te schrijven kunnen dezelfde (up to date) kerngegevens gebruikt worden voor de verschillende sporen binnen DAM, maar ook voor andere applicaties en processen bij waterkeringbeheerders. Hiermee wordt eenduidigheid gecreëerd in de uitgangspunten.

Op hoofdlijnen zal de uitwisseling tussen het GIS van de waterschappen en DAM gebeuren doormiddel van gestandaardiseerde formaten als shape files en *.csv bestanden. Hiervoor is gekozen om te voorkomen dat afhankelijkheid gecreëerd wordt van (dure) commerciële oplossingen. Dit zou bijvoorbeeld het geval zijn als direct gekoppeld zou worden met de Oracle Databases. Overigens blijft deze mogelijkheid wel open als blijkt dat dit in de toekomst wel gewenst is.

Als binnen DAM een nieuw project gestart wordt zal een snapshot gemaakt worden van de actuele gegevens bij het desbetreffende waterschap (zie hoofdstuk 4). Met andere woorden, er wordt een kopie gemaakt van de actuele data en opgeslagen in de projectdatabase van DAM (*.damx). Lopende het project kan het detail niveau van de gegevens, afhankelijk van de tussenresultaten, uitgebreid en verfijnd worden om tot een zo scherp mogelijk oordeel/uitkomsten te komen. Tijdens het Werken met DAM zal dan ook in veel gevallen spraken zijn van een continue data uitwisseling tussen de database van het waterschap en DAM. Overigens is dit geen automatisch proces, maar geïnitieerd door de gebruiker. Dit om te voorkomen dat er ongewenste updates van de gegevens het werkproces verstoren.

2.5 DAM Systeemvereisten

Kenmerk	Geadviseerd	Minimaal
Processor	Intel Core i7 of beter	Intel Core i5
Kloksnelheid	2.4 GHz	2.4 GHz
Geheugen (RAM)	8 GB of meer	4 GB
Vrije harde schijfruimte	100 GB of meer	20 GB
Monitor	Twee keer 22 inch monitor, resolutie 1920×1080	Eén keer 22 inch monitor, resolutie 1920×1080
Operating systeem	Windows 11	
Admin rechten	Alleen nodig voor installatie, indien gewenste installatie directory in Program Files is, hetgeen gebruikelijk is, maar kan dus ook op een andere locatie.	
Microsoft .NET framework	Versie 8	

Randvoorwaarde voor het gebruik van de Multi Core optie.

Het gebruik van de Multi Core optie in de programmatuur is getest middels geautomatiseerde integratie-testen. Deze testen worden bij elke wijziging in de programmatuur gedraaid in een geautomatiseerde testomgeving. De correcte werking van de Multi Core mode wordt alleen gegarandeerd tot de systeem-configuratie van die geautomatiseerde testomgeving zoals hieronder vermeld.

Kenmerk	Maximaal
Processor	Intel(R) Xeon(R) Gold 6248R CPU (4 cores)
Kloksnelheid	2.99 GHz
Geheugen (RAM)	16 GB
Geheugen (Virtueel)	18.4 GB
Operating systeem	Microsoft Windows 11 Enterprise
Versie	21H2 OS Build 22000.2777
Systeem model	VMWare 7,1 (virtueel systeem)
Systeem type	64-bit operating system, x64-based processor

3 DAM User interface

Het hoofdscherm van de user interface van DAM kent verschillende (sub)schermen of vensters:

- ◇ Hoofdvenster
- ◇ Navigatorvenster
- ◇ Kaartvenster
- ◇ Tabellenvenster
- ◇ Eigenschappenvenster

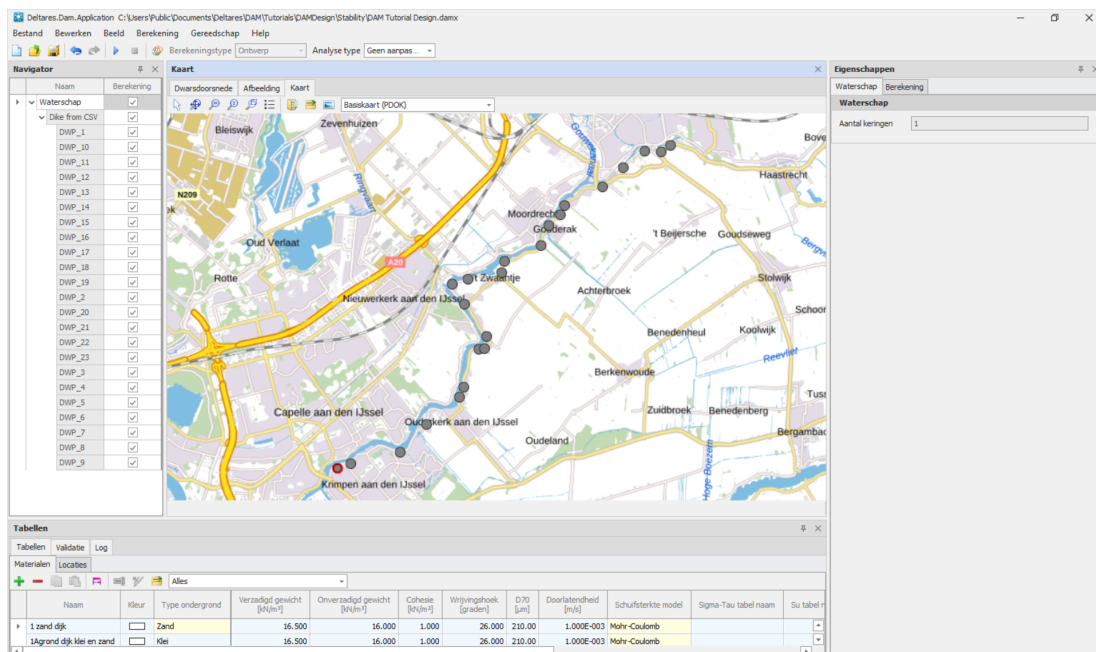
Bij het aanmaken van een nieuw project verschijnt een pop-up scherm **Nieuw project**.

De vensters kunnen verslept worden en zijn, in het engels genaamd 'dockable'. Tijdens het slepen is een verkleinde indeling van het scherm te zien en door met de muis naar een bepaald gebied te gaan, wordt het te verslepen venster in dat gebied geplaatst. Het gebied wordt op het scherm, ter verduidelijking, blauw gearceerd. Niet alleen de vensters zijn te verslepen en 'dockable', ook de afzonderlijke tabbladen kunnen verplaatst worden. Dit kan vooral handig zijn, indien er op meerdere beeldschermen wordt gewerkt. Indien de gebruiker terug wil naar de default instellingen, kan dit met de reset-knop in de menubalk.

Elk venster kent een menubalk met verschillende knoppen.

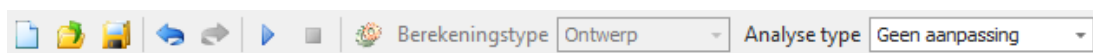
3.1 Hoofdvenster

Wanneer DAM is opgestart, verschijnt het hoofdscherm (figuur 3.1). Dit scherm bevat een menubalk, een icon bar en meerdere vensters. DAM kan met een leeg project starten of met het laatst geopende project, afhankelijk van de instellingen.











Figuur 3.1: Hoofdvenster

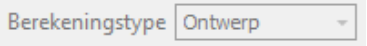
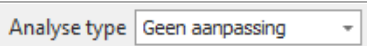
De menubalk bevat diverse knoppen.



Figuur 3.2: Menubalk hoofdvenster

Hieronder volgt een uitleg per knop.

	Nieuw: Maak een nieuw bestand.
	Openen: Open een bestaand bestand.
	Opslaan: Sla het huidige bestand op.
	Ongedaan maken: Maak meeste recente actie ongedaan.
	Opnieuw: Herhaal de laatst ongedane actie.
	Start: Start de berekening (F9).
	Afbreken: Stopt de berekening.
	Herstel: Plaats alle schermen op hun standaard positie.

	Berekeningstype: Geeft het doel van de berekeningen aan: <ul style="list-style-type: none"> ◇ Ontwerp ◇ DAMLive Configuratie
	Analyse type: Kies een analyse type: <ul style="list-style-type: none"> ◇ Geen aanpassing ◇ Geometrie aanpassing

3.2 Navigatorvenster

De boomstructuur in het navigator venster kan gebruikt worden om door de invoer en de berekeningen te navigeren. Wanneer er geen project open staat, heeft dit venster geen functie.

Nadat een project is geopend, met Bestand-Openen of Bestand-Nieuw, toont het venster in een boomstructuur de beschikbare dijkringen, trajecten met dwarsprofielen. Navigeren is mogelijk door op een dwarsprofiel te klikken. De andere vensters laten dan ook de gegevens van het betreffende profiel zien. Met dit navigatievenster wordt ook aangegeven welke dwarsprofielen doorgerekend gaan worden door middel van aanvinken. Dat kan door of afzonderlijke dwarsprofielen of het betreffende niveau (traject) aan te vinken. Er kan maar één dijkstrekking in een DAM-project worden doorgerekend.

	Naam	Berekening
✎	▼ Kering	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_1	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_10	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_11	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_12	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_13	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_14	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_15	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_16	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_17	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_18	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_19	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_2	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_20	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_21	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_22	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_23	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_3	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_4	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_5	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_6	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_7	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_8	<input checked="" type="checkbox"/>
	DWP_9	<input checked="" type="checkbox"/>

Figuur 3.3: Navigatorvenster

3.3 Kaartvenster

Dit venster heeft de volgende tabbladen:

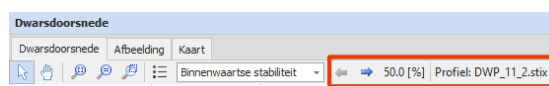
- 1 Dwarsdoorsnede
- 2 Afbeelding
- 3 Kaart

3.3.1 Dwarsdoorsnede







In dit scherm is de geselecteerde locatie te zien met op de hoogte geometrie de karakteristieke punten. Deze zijn niet versleepbaar, maar wel aan te passen via het [Eigenschappenvenster](#).

Indien de ondergrond uit een 1Dprofiel bestaat is, zijn de grondlagen zichtbaar.

In de menubalk zijn de verschillende ondergrondprofielen selecteerbaar.



Figuur 3.4: Dwarsdoorsnede - Menubalk profiel

	Selectie: Selecteer geometrie objecten.
	Verschuif: Verschuif beeld.
	Zoom naar limieten en behoud aspect ratio: Zoom tot alle inhoud op het scherm past met behoud van de verhoudingen.
	Zoom naar limieten en herstel aspect ratio: Zoom tot alle inhoud op het scherm past en herstel de X- en Z-verhoudingen.
	Zoom per rechthoek: Klik en verplaats muis van top-links naar bodem-rechts om in te zoomen. Verplaats de muis in tegengestelde richting om uit te zoomen.
	Opties: Instellingen beeld.

3.3.2 Afbeelding

In eerdere versies liet dit tabblad de afbeelding zien van de geselecteerde stabiliteitsberekening. Maar in de huidige versie is deze afbeelding niet beschikbaar.

3.3.3 Kaart

Dit tabblad laat de kaart zien van het gebied en de ligging van de dwarsprofielen. Er kunnen kaartlagen toegevoegd worden om deze in te zien.

	Selectie: Selectie.
	Zoom naar alle kaartlagen: Zoom naar alle kaartlagen, behalve een web laag.
	Zoom naar gegevens: Zoom tot alle inhoud op het scherm past.
	Zoom tot geselecteerde data op de kaart: Zoom in op geselecteerde data op de kaart.
	Zoom naar rechthoek: Zoom naar rechthoek.
	Toon legenda: Toon legenda.
	Openen laag van bestand: Opent een kaartlaag uit een bestand.
	Exporteer kaartlagen: Exporteer kaartlagen.
	Slaat de kaart zoals nu zichtbaar als afbeelding op: Slaat de kaart zoals nu zichtbaar als afbeelding op.

3.4 Tabellenvenster

Dit venster bestaat uit meerdere tabbladen, die elk ook weer tabbladen bevatten:

- ◇ Tabellen
 - Materialen (paragraaf 3.4.1)
 - Locaties (paragraaf 3.4.2)
 - Scenarios (paragraaf 3.4.3)
 - Ontwerpberekeningen (paragraaf 3.4.4)
- ◇ Validatie
- ◇ Log

3.4.1 Tabellenvenster - Tabblad Materialen

Naam	Kleur	Type ondergrond	Verzadigd gewicht [kN/m ³]	Onverzadigd gewicht [kN/m ³]	Cohesie [kN/m ²]	Wrijvingshoek (graden)	D70 [µm]	Doortretheid [m/s]	Schuifsterkte model	Sigma-Tau tabel naam	Su tabel naam	Schuifsterkte ratio S [-]	Sterkte toename exp (m) [-]	POP [kN/m ²]
1 zand dijk		Zand	16.500	16.000	1.000	26.000	210.00	1.000E-003	Mohr-Coulomb					10
1Agrond dijk kle en zand		Klei	16.500	16.000	1.000	26.000	210.00	1.000E-003	Mohr-Coulomb					10
1Berm (op m. erosie)		Klei	18.000	17.500	2.000	23.000	210.00	1.000E-003	Mohr-Coulomb					10
1_wl_Zand		Zand	18.400	18.400	0.000	32.300	210.00	1.000E-003	Mohr-Coulomb					10
1_wl_Zand (0)		Zand	18.400	18.400	0.000	32.300	210.00	1.000E-003	Mohr-Coulomb					10
1_wl_Zand (1)		Zand	18.400	18.400	0.000	32.300	210.00	1.000E-003	Mohr-Coulomb					10
1_Zand		Zand	18.400	18.400	0.000	32.300	210.00	1.000E-003	Mohr-Coulomb					10
1_Zand (0)		Zand	18.400	18.400	0.000	32.300	210.00	1.000E-003	Mohr-Coulomb					10

Figuur 3.5: Tabellenvenster - Tabblad Materialen

- Toevoegen:** Voeg rij toe.
- Verwijderen:** Verwijder rij.
- Kopiëren:** Kopieer.
- Plakken:** Plakken.
- Aanpassen:** Pas alle kolommen aan zodat alle inhoud past.
- Wijzig:** Bewerk.
- Wijzig eenheid:** Wijzig de eenheid voor het gebruikte type.
- Tabel exporteren:** Tabel exporteren naar bestand.

3.4.2 Tabellenvenster - Tabblad Locaties

Naam	X (D) [m]	Y (D) [m]	SegmentID	Beschrijving	Verkeersbelasting [kN/m ²]	Verdelingshoek verkeersbelasting (graden)	Dempingsfactor PL3 [-]	Dempingsfactor PL4 [-]	Afstand tot inbrede punt [m]	Inbrede lengte [m]	Helling demping PL3/PL4	Generatie WSP	Verloop waterspanning (verticaal)
DWP_1	99718.000	437106.000	SegDWP_1		13.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	Expert kennis	DAM Standaard
DWP_10	103535.000	441992.000	SegDWP_10		13.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	Expert kennis	DAM Standaard
DWP_11	103167.000	442990.000	SegDWP_11		13.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	Expert kennis	DAM Standaard
DWP_12	103641.000	442727.000	SegDWP_12		13.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	Expert kennis	DAM Standaard
DWP_13	104631.000	442927.000	SegDWP_13		13.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	Expert kennis	DAM Standaard
DWP_14	104726.000	443275.000	SegDWP_14		13.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	Expert kennis	DAM Standaard
DWP_15	105819.000	443749.000	SegDWP_15		13.000	25.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	Expert kennis	DAM Standaard
DWP_16	106034.000	444048.000	SegDWP_16		13.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	Expert kennis	DAM Standaard
DWP_17	106385.000	444649.000	SegDWP_17		13.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	Expert kennis	DAM Standaard
DWP_18	106811.000	444934.000	SegDWP_18		13.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	Expert kennis	DAM Standaard

Figuur 3.6: Tabellenvenster - Tabblad Locaties

3.4.3 Tabellenvenster - Tabblad Scenarios

ID	Locatie scenario	Buitenwaterstand [m]	Lage buitenwaterstand [m]	DTH [m]	Polderpeil [m]	Criterium opdiven bij piping [-]	Criterium opdiven bij stabiliteit [-]	PL 1-buitenruin offset [m]	PL 1-binnenruin offset [m]	PL 1-Instreek binnenruin offset [m]	PL 1-binnenruin offset [m]	Gebruik PL 1 kruin midden offset
1		1.50	0.00	2.00	-1.00	1.20	1.20	0.50	0.50	0.20	0.20	<input type="checkbox"/>
2		1.60	0.00	2.00	-1.00	1.20	1.20	0.50	0.50	0.20	0.20	<input type="checkbox"/>
3		1.70	0.00	2.00	-1.00	1.20	1.20	0.50	0.50	0.20	0.20	<input type="checkbox"/>

Figuur 3.7: Tabellenvenster - Tabblad Locaties - Tabblad Scenarios

3.4.4 Tabellenvenster - Tabblad Ontwerpberekeningen

Locatie	Scenario	Berekeningsresultaat	X (D) [m]	Y (D) [m]	Analyse	Opdiven	Profielnaam	Probabiliteit profiel [-]	Stabiliteitsmodel [-]	Stabiliteitsfactor [-]	Bemhoogte [m]	X onderkant nieuw talud [m]	Z onderkant nieuw talud [m]	Verste veiligheidsfactor [-]	Bu
DWP_1	1 (1 of 1)	Geslaagd	99718.000	437106.000	Geen aanpassing	<input checked="" type="checkbox"/>	DWP_1.stbx	100.000	Bishop	1.248		60.760	2.890	1.500	<input type="checkbox"/>
DWP_10	1 (1 of 3)	Geslaagd	103535.000	441992.000	Geen aanpassing	<input checked="" type="checkbox"/>	DWP_10.stbx	100.000	Bishop	1.338	2.670	36.550	2.570	1.500	<input type="checkbox"/>
DWP_10	2 (2 of 3)	Geslaagd	103535.000	441992.000	Geen aanpassing	<input checked="" type="checkbox"/>	DWP_10.stbx	100.000	Bishop	1.323	2.670	36.550	2.570	1.500	<input type="checkbox"/>
DWP_10	3 (3 of 3)	Geslaagd	103535.000	441992.000	Geen aanpassing	<input checked="" type="checkbox"/>	DWP_10.stbx	100.000	Bishop	1.307	2.670	36.550	2.570	1.500	<input type="checkbox"/>
DWP_12	1 (1 of 1)	Geslaagd	103641.000	442727.000	Geen aanpassing	<input checked="" type="checkbox"/>	DWP_12.stbx	100.000	Bishop	1.049	-6.650	59.050	0.120	1.800	<input type="checkbox"/>
DWP_13	1 (1 of 1)	Geslaagd	104631.000	442927.000	Geen aanpassing	<input checked="" type="checkbox"/>	DWP_13.stbx	100.000	Bishop	0.486	0.140	43.660	0.420	1.500	<input type="checkbox"/>
DWP_14	1 (1 of 1)	Geslaagd	104726.000	443275.000	Geen aanpassing	<input checked="" type="checkbox"/>	DWP_14.stbx	100.000	Bishop	0.826		55.760	0.410	1.500	<input type="checkbox"/>
DWP_15	1 (1 of 1)	Geslaagd	105819.000	443749.000	Geen aanpassing	<input checked="" type="checkbox"/>	DWP_15.stbx	100.000	Bishop	0.937		55.000	0.740	1.500	<input type="checkbox"/>

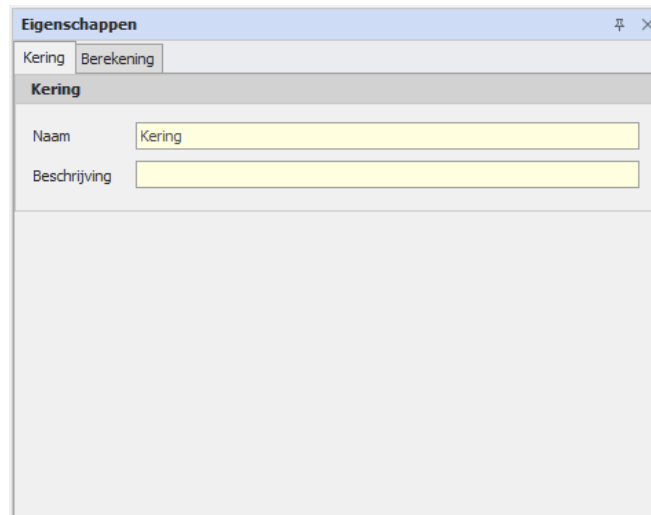
Figuur 3.8: Tabellenvenster - Tabblad Ontwerpberekeningen

3.5 Eigenschappenvenster

De inhoud van het eigenschappenvenster hangt af van de selectie in de andere vensters of in de menubalk.

3.5.1 Eigenschappenvenster - Tabblad Kering

Indien op de naam *Kering* wordt gedrukt in het Navigatorvenster (figuur 3.3), verschijnt het tabblad *Kering*. In het tabblad *Kering* kan een beschrijving van de dijkstrekking opgegeven worden.



Figuur 3.9: Eigenschappenvenster - Tabblad Kering

Tijdens het rekenen wordt hier de voortgangsbalk getoond.

3.5.2 Eigenschappenvenster - Tabblad Materiaal

Indien een materiaal geselecteerd wordt in het *Materialen* tabellenvenster (figuur 3.5), verschijnt het tabblad *Materiaal*.

In het tabblad *Materiaal* zijn dezelfde gegevens te zien als in het tabellenvenster, maar nu overzichtelijker gerangschikt.

Eigenschappen	
Materiaal	
Algemeen	
Naam	lt_wl_Zand
Kleur	Color [A=255, R=255, G=255, B=25...]
Type ondergrond	Zand
Onverzadigd gewicht [kN/m ³]	18.400
Verzadigd gewicht [kN/m ³]	18.400
Schuifsterkte model	Mohr-Coulomb
Cohesie [kN/m ²]	0.000
Wrijvingshoek [graden]	32.300
D70 [µm]	210.00
Doorlatendheid [m/s]	1.000E-003
Sigma-Tau tabel naam	
Schuifsterkte ratio S [-]	
Sterkte toename exp (m) [-]	
POP [kN/m ²]	10.000
Su tabel naam	

Figuur 3.10: Eigenschappenvenster - Tabblad Materiaal

3.5.3 Eigenschappenvenster - Tabblad Locatie

Indien een locatie geselecteerd wordt in een van de andere vensters, verschijnen de tabbladen *Locatie*, *Locatiescenario's* en *Hoogtegeometrie*.

In het tabblad *Locatie* zijn dezelfde gegevens te zien als in het tabellenvenster, maar nu overzichtelijker gerangschikt.

Eigenschappen

Locatie | Locatie scenario's | Hoogtegeometrie

Identificatie

Naam: DWP_10

X (RD) [m]: 103535.000

Y (RD) [m]: 441992.000

Belasting

Verkeersbelasting [kN/m²]: 13.000

Verdelingshoek verkeersbelasting [graden]: 0.000

Berekening

Generatie WSP: Expert kennis

Zonerings type: Geen zones

Minimale cirkel diepte [m]: 1.50

Ontwerp

Ophoogmateriaal dijk: dijkmateriaal_klei

Ophoogmateriaal berm: bermmateriaal_klei

Berm ontwikkelings ratio [-]: 0.3330

Berm stap grootte [m]: 1.00

Talud stapgrootte [m]: 1.00

Figuur 3.11: Eigenschappenvenster - Tabblad Locatie

3.5.4 Eigenschappenvenster - Tabblad Locatie scenario's

Het tabblad *Locatiescenario's* laat alle rekenscenario's voor deze locatie zien. De gegevens zijn wel aan te passen, maar er kunnen (nog) geen scenario's toegevoegd worden.

Eigenschappen

Locatie | Locatie scenario's | Hoogtegeometrie

Alles

ID Locatie scenario	Buitenwaterstand [m]	Lage buitenwaterstand [m]	DTH [m]	Polderpeil [m]	Criterium op
1	1.50	0.00	2.00	-1.00	
2	1.60	0.00	2.00	-1.00	
3	1.70	0.00	2.00	-1.00	

Figuur 3.12: Eigenschappenvenster - Tabblad Locatie scenario's

3.5.5 Eigenschappenvenster - Tabblad Hoogtegeometrie

Het tabblad *Hoogtegeometrie* laat alle punten van de hoogtegeometrie zien. In de kolom *Karakteristiek punt* kan aangegeven worden welk karakteristiek punt het betreft. Deze dienen wel aan voorwaarden te voldoen, zie [Karakteristieke punten \(characteristic points\)](#).

Eigenschappen			
Locatie	Locatie scenario's	Hoogtegeometrie	
Punten			
Karakteristiek punt	X [m]	Z [m NAP]	
Geen	41.540	5.360	
Rand verkeersbelasting binnenwaarts	42.170	5.360	
Kruin binnentalud	42.170	5.360	
Geen	43.380	5.050	
Geen	46.710	4.090	
Geen	50.180	3.230	
Teen dijk binnenwaarts	52.340	2.890	
Geen	56.390	2.570	
Insteek sloot dijkzijde	60.640	2.310	
Geen	61.770	2.000	
Slootbodem dijkzijde	63.130	0.990	
Slootbodem polderzijde	63.690	1.000	
Geen	64.920	1.320	
Geen	65.446	2.000	
Insteek sloot polderzijde	66.330	2.540	

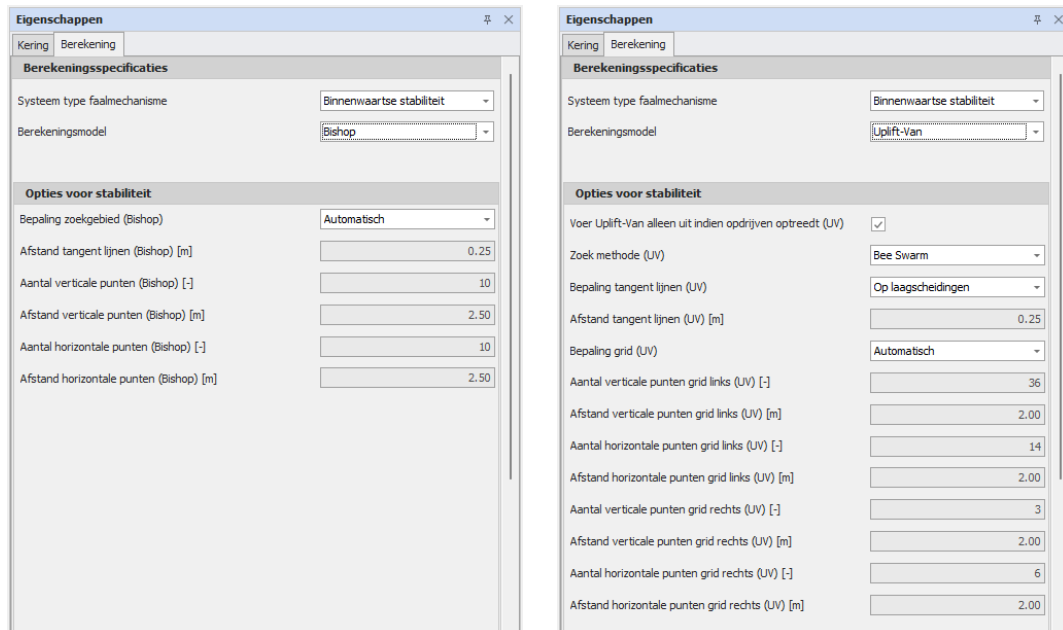
Figuur 3.13: Eigenschappenvenster - Tabblad Hoogtegeometrie

3.5.6 Eigenschappenvenster - Tabblad Berekening

Indien in het menu voor berekening-opties wordt gekozen, verschijnt het tabblad *Berekening* in het eigenschappenvenster. Hier kunnen de rekeninstellingen opgegeven worden, zoals type faalmechanisme en model met bijbehorende opties.

DAM kent drie faalmechanismen:

- ◇ *Binnenwaartse stabiliteit* met drie rekenmodellen:
 - Bishop
 - Uplift-Van
 - Bishop/Uplift-Van
- ◇ *Buitenwaartse stabiliteit* met alleen één rekenmodel (Bishop)
- ◇ *Piping* met twee rekenmodellen:
 - Bligh
 - Selmeijer Revised (WBI)

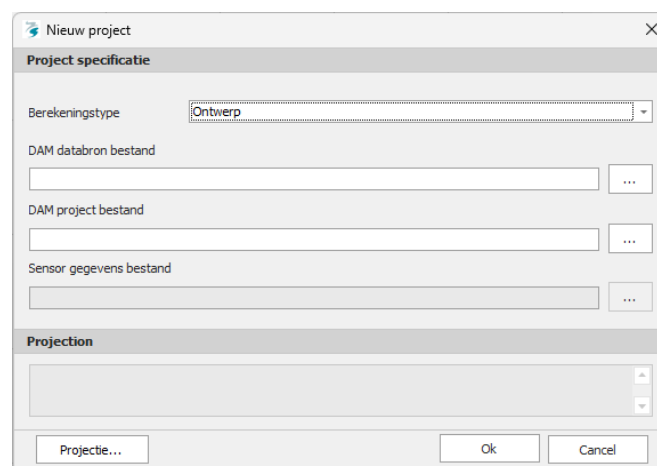


Figuur 3.14: Eigenschappenvenster - Tabblad Berekening

Nadat een berekening is uitgevoerd, verandert het tabblad Berekening zodat de resultaten zichtbaar zijn (figuur 8.2).

3.6 Nieuw project

DAM werkt aan de hand van projecten. Deze worden aangemaakt door basisdata in te lezen. Wanneer in DAM gestart wordt met een nieuw project (keuze menubak Bestand-Nieuw), verschijnt het volgende pop-up window.



Figuur 3.15: Nieuwe project

Project specificatie

Bij **Berekeningstype** kan gekozen worden voor:

- ◇ Ontwerp (rekenen met of zonder geometrie aanpassing)

- ◇ DAMLive configuratie (aanmaken project bestand voor DAMLive, dus met monitoringsgegevens)

En dienen de volgende bestanden te worden benoemd:

- ◇ **DAM Databron bestand (*.defx)**
Het [DAM-databronbestand \(*.defx\)](#) vertelt welke basisdata wordt ingelezen en waar deze basisdata vandaan komt. Feitelijk is dit een kruisverwijzing tabel (mapping table).
- ◇ **DAM Project bestand (*.damx)**
Het project wordt opgeslagen als een [DAM-projectbestand \(*.damx\)](#), de naam hiervan is standaard gelijk aan de defx-naam, maar kan aangepast worden door de gebruiker. Standaard krijgt deze dezelfde locatie en naam als het databron bestand, maar de gebruiker kan dat hier veranderen. Aangeraden wordt om wel dezelfde locatie te hanteren.
- ◇ **Sensor gegevens bestand**
Bij een DAMLive configuratie dienen de sensor gegevens in een Excel bestand (*.xls) beschikbaar te zijn. Hier wordt de locatie aangewezen

Projectie

Wanneer er gebruikt wordt gemaakt van een andere GIS projectie dan Rijksdriehoekstelsel (Nieuw-Amersfoort), kan dat hier worden aangegeven.

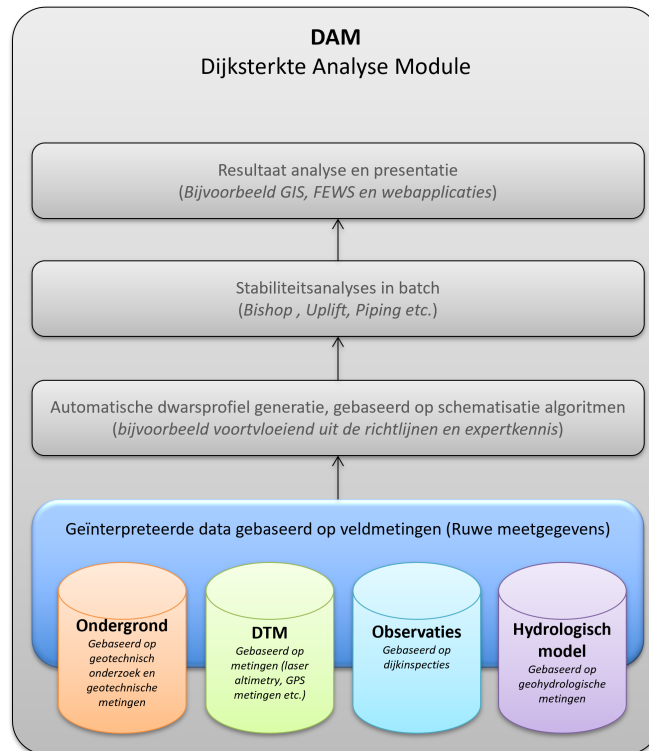
Ok/Cancel

Nadat Ok is geselecteerd, wordt de data geïmporteerd en het DAM-projectbestand aangeemaakt. Bij Cancel wordt opstart van een nieuw project geannuleerd.

4 Projectdata

4.1 Inleiding

De eerste stap in de DAM systematiek is het vergaren/importeren van de benodigde gegevens. DAM heeft een diversiteit aan gegevens nodig. Sommige gegevens zijn verplicht, andere zijn optioneel. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de benodigde gegevens, als wel het formaat. Met het oog op het dagelijks gegevensbeheer wordt bij voorkeur (zie [paragraaf 2.4](#)) de projectdata zoveel mogelijk in shape bestanden beschikbaar gesteld, maar alle gegeven importeren in *.csv bestanden is ook mogelijk.



Figuur 4.1: *Stap 1 in het DAM concept is het vergaren/importeren van de benodigde gegevens*

Op globaal niveau kunnen de benodigde gegevens onderverdeeld worden:

- ◇ Locatiedefinitie
- ◇ Dwarsprofielgeometrie
- ◇ Ondergrondmodel
- ◇ Locatiegegevens
- ◇ Rekenscenario's

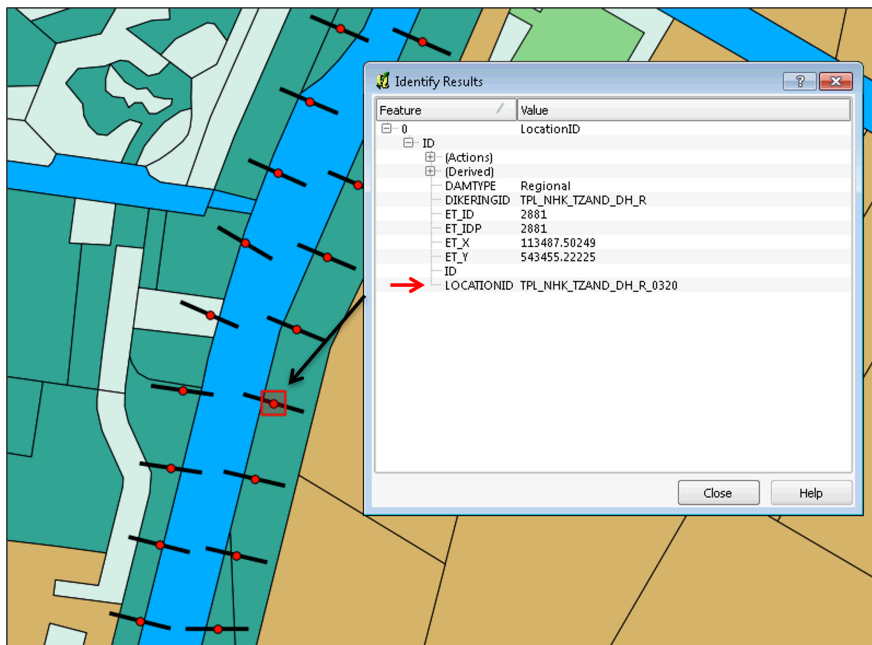
Voor alle data geldt dat de volgende karakters geaccepteerd worden:

```
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz  
0123456789  
!#$% & () *+, -.  
: ; <=> ?@  
[\ ] ^ _ ` " ' { | } ~
```

" " (space)

4.2 Locatiedefinitie

DAM voert berekeningen uit per locatie (dwarsprofielniveau), dus niet per vak. Overigens wordt een locatie wel representatief geacht voor een bepaalde strekking van de waterkering. Echter, binnen dit document wordt hier niet verder op ingegaan en wordt doorverwezen naar de vigerende handreikingen, technische rapportages et cetera.



Figuur 4.2: Voorbeeld van een locatie, inclusief attribuuttabel, binnen het DAM concept

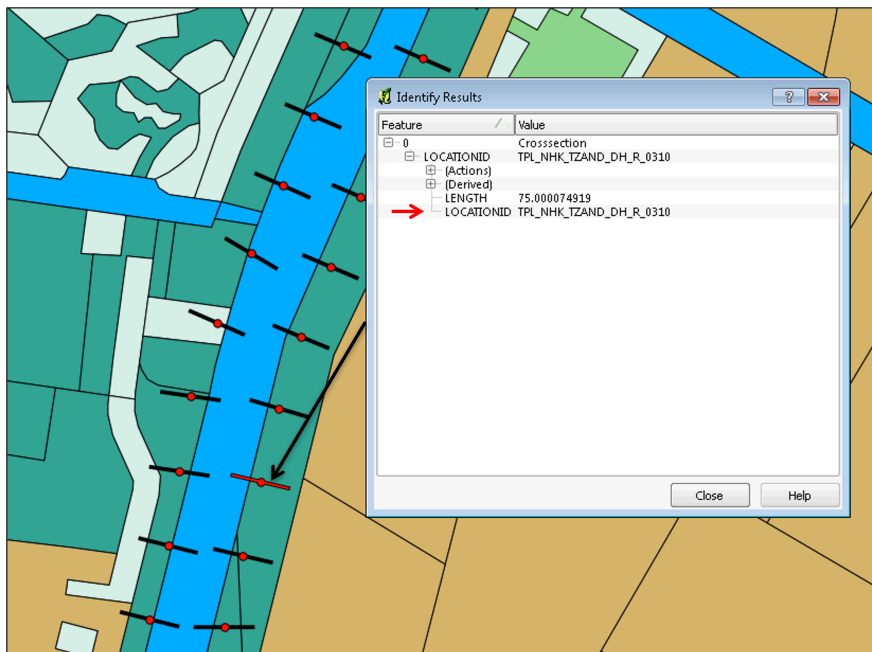
Binnen DAM wordt de ligging van een dwarsprofiel vastgelegd door de 'Locatie' (zie [figuur 4.2](#)). Een locatie is een punt en wordt ruimtelijk gedefinieerd door een XY-coördinaat. Als gewerkt wordt met shape bestanden, dan bevat de attribuu tabel voor de locatie shape het volgende (hard gedefinieerde) attribuut:

LOCATIONID; de naam van de locatie, bijvoorbeeld dijkkring_hectometrerings

De LOCATIONID, net als andere naamgeving binnen DAM, mag geen leestekens bevatten (#, -, & of :). Dit kan problemen opleveren in de verdere verwerking van de bestanden. Daarnaast mogen spaties ook niet, hiervoor kan een underscore (_) gebruikt worden als koppeltaken.

Naast de locaties dient ook de ligging van de cross-sections geïmporteerd te worden. De cross-sections zijn gedefinieerd van de buitenwaartse zijde van het dijklichaam richting de binnenwaartse zijde. De lengte van de cross-sections hoeft niet gelijk te zijn aan de lengte van de geometrie (zie [paragraaf 4.3](#)).

De koppeling tussen de locaties en de cross-sections, als wel de dwarsprofielgeometrie, gebeurt met behulp van de LOCATIONID. De attribuu tabel van de cross-section shape bevat daarom de verplichte attribuut LOCATIONID (zie [figuur 4.3](#)). Voor een correcte koppeling dienen de namen dus exact hetzelfde te zijn.



Figuur 4.3: Voorbeeld van een cross-section, inclusief attribuuttabel, binnen het DAM concept

De locaties en cross-sections worden gebruikt om bij het importeren van gegevens uit shapes de gegevens te koppelen aan de juiste locatie. Afhankelijk van het type shape; lijnen of vlakken, worden de cross-sections of locaties gebruikt. Zie [paragraaf 4.2.1](#).

4.2.1 Data extractie

De locaties en cross-sections worden gebruikt om bij het importeren van gegevens uit shapes de gegevens te koppelen aan de juiste locatie. Afhankelijk van het type shape; lijnen of vlakken, worden de cross-sections of locaties gebruikt.

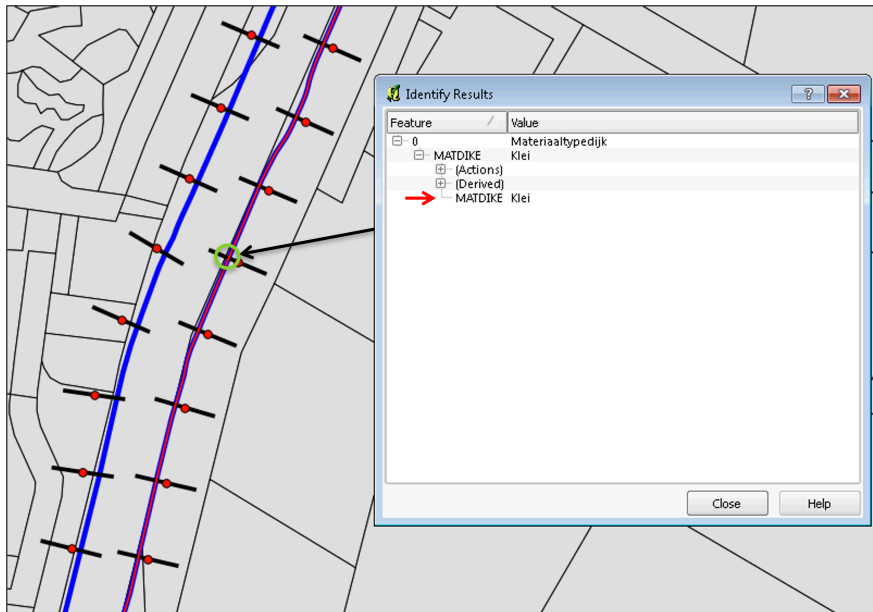
Locatie: punt (X,Y coördinaten) die het te berekenen dwarsprofiel aangeeft.

Cross-section: lijn (in X,Y coördinaten) op de kaart van het te berekenen dwarsprofiel.

4.2.1.1 Data-extractie uit lijnen-shape

In een shape-bestand, genaamd crosssections.shp (verplichte naam), worden de cross sections opgegeven met een (verplicht) attribuut LocationID om de koppeling tussen de locaties (punten) en cross sections (lijnen) aan te geven. Wanneer een parameter opgenomen is in een lijnen-shape, dan zal DAM tijdens het importeren per cross-section nagaan of de cross-section snijdt met de geïmporteerde lijnen-shape. Ter verduidelijking is in [figuur 4.4](#) een voorbeeld opgenomen waarbij een cross-section snijdt (binnen de groene cirkel) met de lijn waarin het dijksmateriaal van de regionale kering is opgenomen. In dit geval 'Klei'.

Het mogen duidelijk zijn dat een cross-section niet mag snijden met meerdere lijnen per locatie. Dit om meerduidigheid te voorkomen. Als DAM tijdens het importeren vaststelt dat de cross-section meerdere snijpunten vindt, of geen enkele, dan wordt voor deze specifieke locatie een foutmelding gegenereerd.

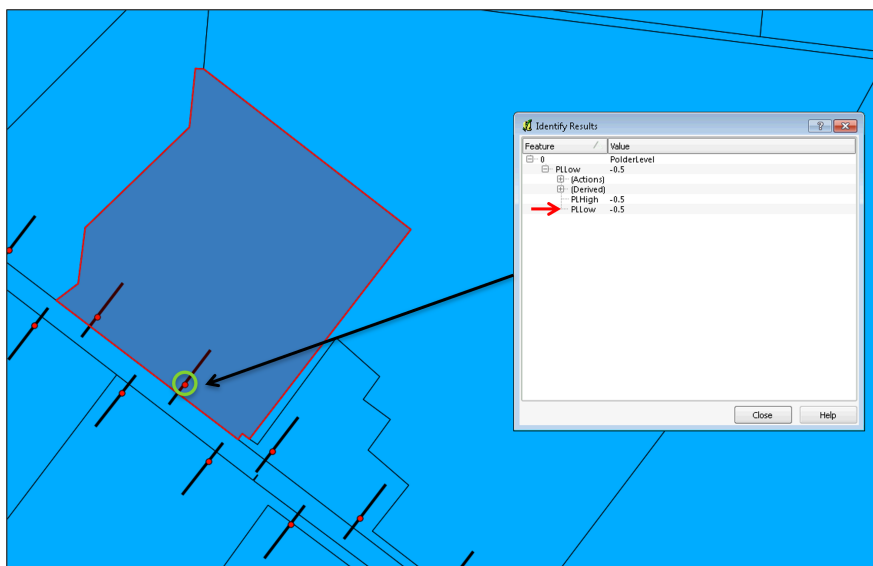


Figuur 4.4: Voorbeeld dataextractie uit een lijnen-shape

4.2.1.2 Data-extractie uit vlakken-shape

Als een parameter opgenomen is in een vlakken-shape, dan zal DAM tijdens het importeren per locatie nagaan of de locatie in een vlak valt binnen de vlakken-shape. In [figuur 4.5](#) is een voorbeeld weergegeven waar een specifieke locatie valt in het vlak waarin de polderpeilen hoog (PLHigh = -0,5 m) en laag (PLLow = -0,5 m) opgenomen zijn.

Als alleen gewerkt wordt met *.csv bestanden, dan dienen de locatie en cross-line shape niet aangemaakt te worden. De ligging van de locaties wordt dan vastgelegd in de *locations.csv* (zie [paragraaf 4.7](#)).

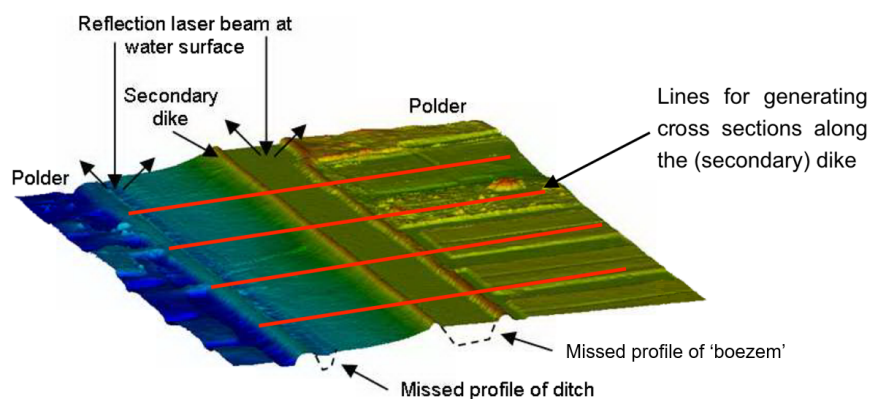


Figuur 4.5: Voorbeeld dataextractie uit een vlakken-shape

4.3 Dwarsprofielgeometrie

De hoogte ligging van een dijkprofiel wordt beschreven door een opeenvolgende reeks van punten welke onderling verbonden worden met rechte lijnstukken. De DAM systematiek gaat uit van een schematisering gebaseerd op X, Y, Z coördinaten. Voor toepassingen in Nederland worden (bij voorkeur) voor de X en Y coördinaat Rijksdriehoeksmeting (RD) coördinaten gebruikt. De hoogte wordt uitgedrukt ten opzichte van het referentievlak Normaal Amsterdams Peil (NAP). De gebruikte profielen dienen lang genoeg te zijn om een verantwoorde stabiliteitsanalyse of automatische profielaanpassing te kunnen uitvoeren (DAM Beleid spoor) en dienen de punten op een rechte lijn te liggen. Als dit niet het geval is klopt de geschematiseerde geometrie niet meer en zullen taludhellingen niet meer integer zijn. Dit heeft invloed op de resultaten van de stabiliteitsanalyse.

Tegenwoordig worden steeds meer dijkstrekkingen ingemeten met behulp van laseraltimetrie, ook wel aangeduid onder de verzamelnaam remote sensing. Deze meettechniek levert grote hoeveelheden data op en geeft een goed en voldoende nauwkeurig beeld van de geometrie van grote strekkingen dijk. **Figuur 4.6** toont een voorbeeld van een boezemkade 'ingevlogen' met behulp van laseraltimetrie. In de figuur is ook te zien dat de waterbodem niet gemeten is. Dit wordt veroorzaakt door het reflecteren van de laserstraal op het wateroppervlak, waardoor de laserstralen niet de bodem bereiken. Voor de stabiliteitsanalyse is de ligging van de waterbodem wel van belang. Daarnaast heeft de ligging ook invloed op mechanismen als piping (locatie intredepunt onderwater). De ontbrekende geometrie van de waterbodem, buiten en binnendijks, dient dan ook meegenomen te worden in de beschrijving van het profiel. De ligging kan bepaald worden door het uitvoeren van bathymetrische metingen. Dit kan met behulp van een positioneringssysteem en een echolood. Overigens wordt er ook wel voor gekozen om de baggerdiepte, theoretisch profiel van de waterbodem aan te houden, hier zijn (buiten DAM) tools voor beschikbaar.



Figuur 4.6: Voorbeeld laseraltimetrie data van een ingemeten boezemkade

Vaak wordt in combinatie met laser altimetrie en een (stochastisch) ondergrondmodel elke 100m een dwarsprofiel genomen. Overigens kunnen in plaats van laseraltimetrie gegevens ook tachymetrische of GPS inmetingen gebruikt worden. Daarnaast kunnen ook synthetische profielen ingelezen worden (bijvoorbeeld bij scenariostudies). De enige voorwaarde is dat ze moeten voldoen aan het hieronder beschreven formaat.

De dwarsprofielgeometrie wordt binnen DAM beschreven door twee *.csv bestanden:

- 1 Hoogtegeometrie (surface lines)
- 2 Karakteristieke punten (characteristic points)

Deze namen zijn hard en mogen dus niet vrij gekozen worden.

NB: de dwarsprofielgeometrie staat los van cross sections. De cross sections is een shape bestand om per locatie aan te geven welke data uit lijnshapes gehaald moet worden, zie [Data extractie](#).

4.3.1 Hoogtegeometrie (surface lines)

Het *surfacelines.csv* bevat de volledige geometrie informatie, dus alle X, Y en Z coördinaten. Profielen kunnen worden gegenereerd uit bijvoorbeeld AHN-bestanden. Voor stabiliteitsberekeningen dient wel gelet te worden op het aantal geometriepunten. In pre-processen en visualisaties (bepaling grens/waterspanningen) worden berekeningen per profielpunt uitgevoerd, dus onnodig veel punten vertraagt het systeem. De naam *surfacelines.csv* is hard en mag niet aangepast worden.

Voorwaarden

De *surfacelines.csv* zijn sequentiële bestanden. Hiermee wordt bedoeld dat de punten opeenvolgend langs een rechte op het profiel liggen. Met het inlezen van de punten wordt de afstand tussen het eerste punt van het profiel en het ingelezen punt steeds groter. Daarnaast mogen geen dubbele punten (coördinaten) voorkomen in het bestand. Bij een niet-sequentiële oppervlaktelijns zal DAM een foutmelding genereren.

Er mogen geen verticale lijnen voorkomen in de surfaceline. DAM rondt af op 3 decimalen. Punten kunnen dus in het bronbestand verschillend zijn, maar na afronding in DAM hetzelfde.

Om vergissingen in de oriëntatie van profielen te voorkomen worden de profielen altijd aangeleverd van de buitenkant, naar de binnenkant. Dus van de zee/rivier/boezemzijde naar de landzijde. De punten in het profiellijnenbestand lopen dan ook van "buiten" naar "binnen".

De eerste kolom *surfacelines.csv* is genaamd **Surfaceline_id**, gevolgd door alle punten van het profiel achter elkaar; X1,Y1, Z1,..., Xn, Yn, Zn. Elke locatie staat op een nieuwe regel. De eerste regel in het bestand is de header regel. In de header regel dient **Surfaceline_id** als eerste kolom opgenomen te zijn. Het tweede item van de header moet "X1" zijn. De naamgeving van de overige kolommen is vrij. Maar het is aan te raden om qua naamgeving per punt Xn, Yn, Zn (waarbij n de index is) aan te houden. Een eis aan de inhoud is namelijk dat elk punt opgegeven moet worden met X, Y en coördinaat. Let er op dat de hier gekozen **Surfaceline_id** overeen moet komen met zowel de **Surfaceline_id** van de *characteristicpoints.csv* ([paragraaf 4.3.2](#)) en die van de *locations.csv* ([paragraaf 4.5](#)). In [tabel 4.1](#) is een voorbeeld weergegeven.

Surfaceline_id	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	X3	Y3	Etc.
VDP4	82891.68	447137	-1.3	82891.12	447137.7	-2.2	2884.04	447146.8	...
VDP5	82816.16	447367.4	-1.3	82815.42	447366.9	-2.2	82812.22	447364.7	...
VDP6	82882.06	447278.1	-1.3	82881.34	447277.6	-2.2	82877.1	447274.5	...

Tabel 4.1: Voorbeeld van *surfacelines.csv*



Wanneer gebruik gemaakt wordt van bestaande *D-Stability* sommen dan dient de surface-line uit de *D-Stability* invoer gehaald te worden (valt buiten de scope van dit document). Echter, *D-Stability* maakt gebruik van een 2 dimensionale schematisering; Lengte (X) en hoogte (Z). Om deze invoer toch te gebruiken in DAM kan voor Y de waarde 0 ingevoerd worden in de *surfacelines.csv*. Echter, het is natuurlijk ook mogelijk om (buiten DAM) de 2D coördinaten door middel van een datumtransformatie om te zetten naar RD coördinaten en NAP hoogtes op basis van een bekend punt en de kaarthoek van de geometrie (cross-section).

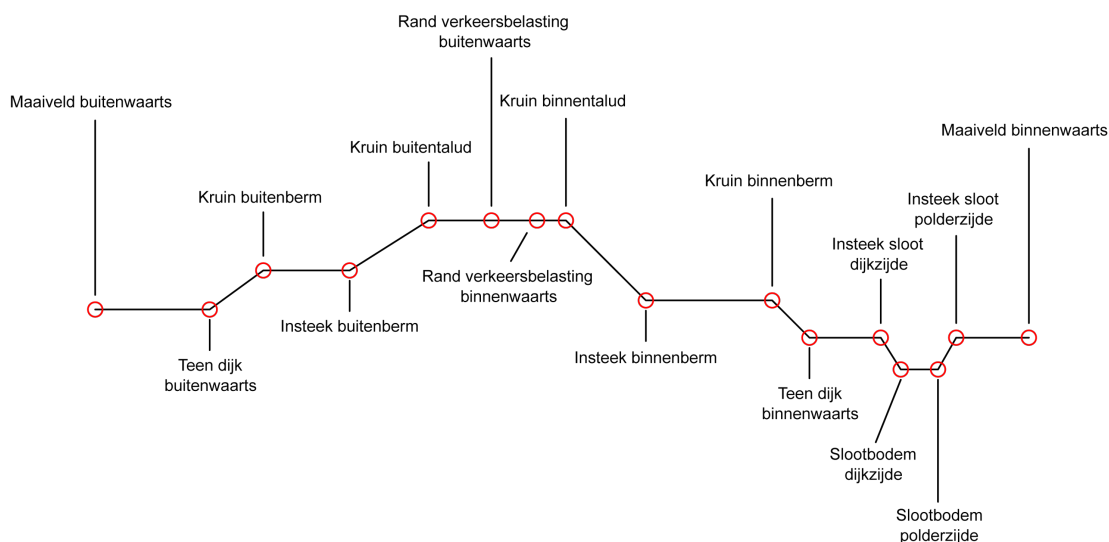


Als de maaiveldlijn in de CSV-file zeer dicht bij de maaiveldlijn in de STIX-file ligt, maar niet exact overeenkomt (bijvoorbeeld omdat één van de lijnen meer punten bevat of omdat sommige punten enkele millimeters afwijken), dan is de kans groot dat bij het combineren van de maaiveldlijn uit de CSV-file met het grondprofiel uit de STIX-file geen geldig 2D-grondprofiel kan worden gegenereerd. Ook kunnen er zeer dunne lagen ontstaan die door de Macrostability kernel niet correct worden verwerkt.

Daarom wordt geadviseerd om, wanneer de maaiveldlijn in de CSV-file exact moet samenvallen met de maaiveldlijn in de STIX-file, ervoor te zorgen dat beide maaiveldlijnen hetzelfde aantal punten bevatten en dat de coördinaten één-op-één overeenkomen voor alle punten tussen het begin- en eindpunt van de maaiveldlijn in de STIX-file.

4.3.2 Karakteristieke punten (characteristic points)

Op basis van de profiellijnen worden de karakteristieke punten gedefinieerd. Denk hierbij aan de ligging van de kruinlijnen, teenlijnen, berm, sloot etc. (zie [figuur 4.7](#)). De karakteristieke punten zijn feitelijk kenmerkende punten op het profiel. Deze punten worden gebruikt voor het sturen van de algoritmes in DAM. Het definiëren van de punten dient dan ook zorgvuldig te gebeuren.



Figuur 4.7: Karakteristieke punten weergegeven in het dwarsprofiel

Het *characteristicpoints.csv* kan op diverse wijzen gegenereerd worden.

Een mogelijkheid is om de tool [Kliktool/qDAMEdit](#) te gebruiken.

Let op: hier wordt nog **LOCATIONID** i.p.v. **Surfaceline_id** gebruikt. Dit wordt nog wel onder-

steund door DAM maar kan verwarrend zijn met Location_id uit de *locations.csv*. De **LOCATIONID** hier moet juist overeen komen met de **Surfaceline_id** van die *locations.csv*. Een andere mogelijkheid is om de tool DAM Edit Design te gebruiken (zie [figuur 4.10](#)). Voor diverse tools, mogelijke werkwijzen en ervaringsgegevens wordt verwezen naar de [DAM website \(Tools en hulpmiddelen\)](#).

Niet alle karakteristieke punten komen voor in elk profiel, zo kunnen sloten en/of bermen ontbreken, daarom zijn daaraan gerelateerde punten niet verplicht. Deze, niet-aanwezige, karakteristieke punten worden wel vermeld in het bestand (*characteristicpoints.csv*), waarbij de X, Y, Z-coördinaat voor alle drie -1 is. DAM interpreteert deze punten dan als niet aanwezig.

Nadat er een DAM-project is aangemaakt en de karakteristieke punten zijn ingelezen, kan de ligging van de karakteristieke punten nog aangepast worden. Zie [figuur 4.8](#).

Eigenschappen			
Locatie	Locatie scenario's	Hoogtegeometrie	
Punten			
Karakteristiek punt	X [m]	Z [m NAP]	
Rand verkeersbelasting buitenwaarts	39,670	5,325	
Geen	41,110	5,370	
Geen	41,540	5,360	
Rand verkeersbelasting binnenwaarts	42,170	5,360	
Kruin binnentalud	42,170	5,360	
Geen	43,380	5,050	
Geen	46,710	4,090	
Geen	50,180	3,230	
Teen dijk binnenwaarts	52,340	2,890	
Geen	56,390	2,570	
Insteek sloot dijkzijde	60,640	2,310	
Geen	61,770	2,000	
Slootbodembod dijkzijde	63,130	0,990	
Slootbodembod polderzijde	63,690	1,000	

Figuur 4.8: Eigenschappenvenster - Tabblad Hoogtegeometrie

Verschuiven is mogelijk door bij een punt 'Geen' aan te passen naar een punt, mits aan de voorwaarden voldaan blijft worden. DAM controleert op de geldigheid van de invoergegevens en geeft een foutmelding als niet aan de voorwaarden wordt voldaan.

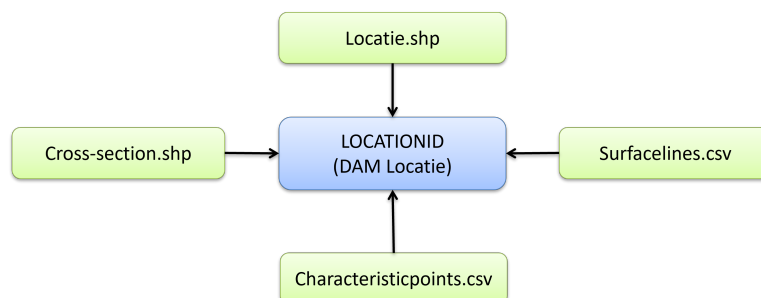
Voorwaarden:

- ◇ De naam "characteristicpoints.csv" mag niet aangepast worden.
- ◇ Verplichte karakteristieke punten moeten aanwezig zijn. Dit zijn: Maaiveld buiten- en binnenwaarts, Teen dijk buiten- en binnenwaarts, Kruin buitentalud en Kruin binnentalud. In [appendix B](#) zijn de kolomnamen (karakteristieke punten) opgenomen welke aanwezig moeten zijn in de *characteristicpoints.csv*. Daarnaast is aangegeven welke punten verplicht zijn en welke niet.
- ◇ Karakteristieke punten (m.u.v. verkeersbelasting) mogen niet samenvallen. Daarnaast mag de teen nooit hoger liggen dan de kruinlijn.
- ◇ Verkeersbelastingpunten mogen in de *characteristicpoints.csv* wel samenvallen met andere karakteristieke punten; het punt op de maaiveldlijn komt dan twee keer voor in de tabel, zie [figuur 4.8](#). Bij het verschuiven is het echter niet mogelijk om een verkeersbelastingpunt samen te laten vallen met een ander karakteristiek punt omdat elk punt

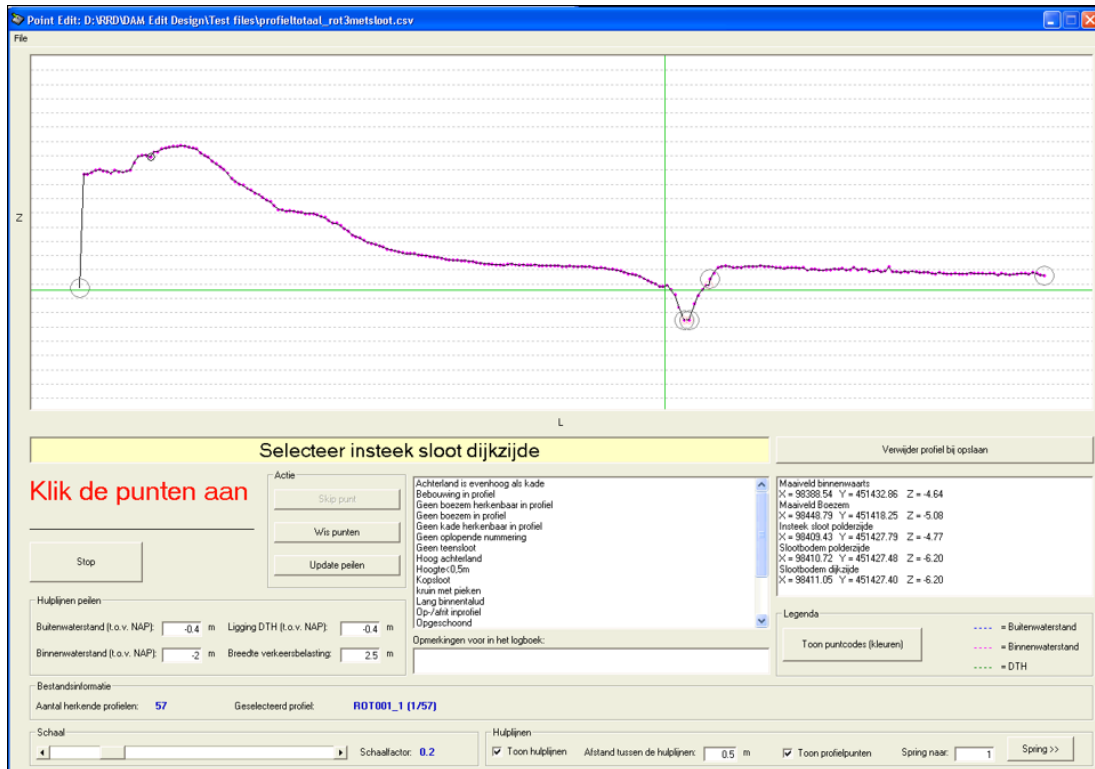
op de maaiveldlijn maar 1 keer in de tabel voorkomt.

Tip: zorg voor voldoende punten op de hoogtegeometrie (*surfelines.csv*) om het verschuiven van de verkeersbelasting naar elke gewenst punt mogelijk te maken.

- ◇ De karakteristieke punten dienen op volgorde te liggen, zie [figuur 4.7](#), m.u.v. de verkeersbelasting.
- ◇ Sets van karakteristieke punten dienen compleet te zijn. Sets zijn: bermen, sloot en verkeersbelasting. Deze punten zijn niet verplicht, maar wanneer 1 van de punten aanwezig is, dienen ook de overige punten van de set aanwezig te zijn. Bijvoorbeeld: insteek binnenberm wordt opgegeven, dan dient ook de kruin binnenberm aanwezig te zijn.
- ◇ De X-, Y- en Z-waarden van de karakteristiekepunten dienen in *characteristicpoints.csv* achter elkaar en op dezelfde regel te worden geplaatst. Per regel één dwarsprofiel (Profielnaam, oud: LOCATIONID). Daarnaast dienen de karakteristieke punten ook voor te komen in de *surfelines.csv*. Met andere woorden de X, Y, Z-coördinaat van een karakteristiekpunt dient exact hetzelfde voor te komen in de *surfelines.csv*. Let hierbij op de afronding van de getallen.
- ◇ De gebruikte Surfaceline_id's (profielnamen) dienen gelijk te zijn aan de Surfaceline_id's in de *surfaceline.csv*, maar ook aan de LOCATIONID's in de *locatie.shp* en *cross-section.shp* (zie [figuur 4.9](#)). DAM koppelt namelijk de gegevens in deze bestanden met elkaar op basis van de LOCATIONID en Surfaceline_id. Dit is schematisch weergegeven in [figuur 4.9](#).



Figuur 4.9: Om een DAM locatie aan te maken worden de gegevens uit verschillende bestanden aan elkaar gekoppeld op basis van de LOCATIONID en Surfaceline_id



Figuur 4.10: Screenshot van de tool DAM Edit Design

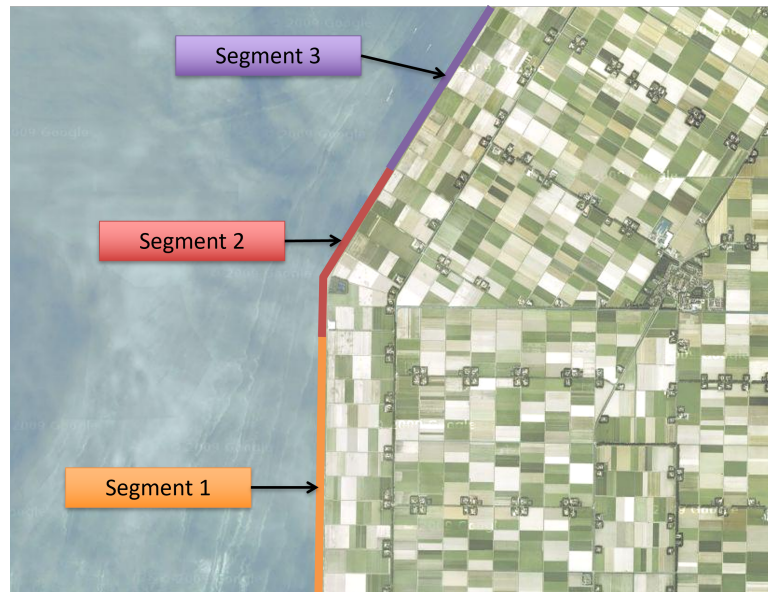
4.4 Ondergrondmodel

4.4.1 Inleiding ondergrondmodel

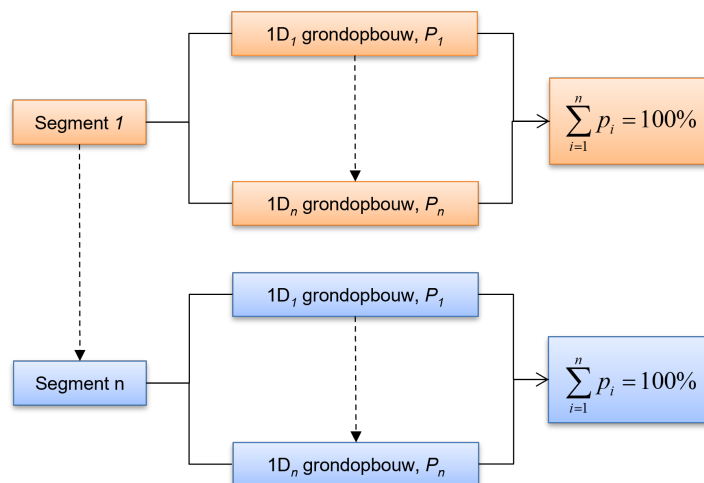
Een schematisering van de ondergrond voor het beoordelen van de sterkte of faalkans van een waterkering dient voor geotechnische beschouwingen (berekeningen) in kwantitatieve termen vast te leggen. De ruimtelijke variatie in soortelijk gewicht, doorlatendheid, sterkte-eigenschappen en eventueel stijfheid in de ondergrond, moet representatief geschematiseerd worden. Een dergelijke schematisering wordt vaak in termen van de verticale laagopbouw gegeven, waarbij het accent vaak op het voorkomen van mogelijk ongunstige omstandigheden wordt gelegd.

In hoeverre individuele grondeenheden onderscheiden moeten worden hangt af van de betrokken soorten grond en van de vereiste en mogelijke nauwkeurigheid en de mate van zekerheid over de resultaten. De mogelijke en vereiste nauwkeurigheid en zekerheid hangt mede af van de berekeningsmethode en het doel van de beschouwing: bijvoorbeeld een algemene beoordeling van de sterkte of faalkans van een waterkering (globale toetsing) of bijvoorbeeld het versterken van een kering (ontwerp). De schematisering van de gehele grondopbouw in grondeenheden met bijbehorende grondeigenschappen en (eventuele) kansen van voorkomen moet vanuit het perspectief van de toepassing de werkelijke grondopbouw omvatten.

DAM gaat uit van een gebiedsindeling waarbij het beschouwde gebied in segmenten (dijks-trekkingen) wordt opgedeeld (zie figuur 4.11). Deze indeling is afhankelijk van de ondergrond-schematisering. Elk segment bestaat uit een aantal (n) eendimensionale (1D) of tweedimensionale (2D) grondopbouw profielen (zie figuur 4.12). Van elk 1D/2D profiel wordt aangegeven met welke kans de relevante typen ondergrond aanwezig zijn op een willekeurige locatie in het segment.



Figuur 4.11: Voorbeeld gebiedsindeling op basis van ondergrond segmenten



p = kans op voorkomen 1D profiel grondopbouw binnen het desbetreffende segment

Figuur 4.12: Relatie segment en 1D profielen grondopbouw. In bovenstaande figuur kan waar 1D staat ook 2D gelezen worden.

Voor de toetsing van regionale keringen met behulp van DAM is in de meeste gevallen een stochastisch ondergrondmodel opgesteld. Bij deze schematiseringmethode wordt onderscheid gemaakt tussen enerzijds weten welke grondlagen in de ondergrond aanwezig zijn of kunnen zijn in een bepaald gebied en weten waar die grondlagen dan eventueel zitten of kunnen zitten in dat gebied. Bij het schematiseren wordt voor beide gebruik gemaakt van inzicht in de opbouw van een gebied en van grondgegevens van een locatie en de directe omgeving ervan (sonderingen en boringen).

De typen ondergrond die in de methode benoemd worden, bestaan elk uit een stapel van grondeenheden, meestal komen deze overeen met de grondlagen. Afhankelijk van de vraagstelling wordt een grondeenheid relevant geacht en opgenomen in de stapel. Elke grondeenheid onderscheidt zich van de onderliggende of bovenliggende eenheid door de grond-

eigenschappen (sterkte, doorlatendheid, etc.). Verder worden alle grondeenheden horizontaal geschematiseerd, ook al zullen er in werkelijkheid soms grondlagen zijn die uitwigen of scheefgesteld zijn. Elke grondeenheid in de stapel heeft een bepaalde kans van voorkomen op een locatie. Omdat grondeenheid dus mogelijk wel of niet aanwezig zijn op een bepaalde locatie, zijn er meerdere soorten stapels mogelijk voor de locatie. Op elke locatie kunnen dus meerdere soorten stapels, typen ondergrond, voorkomen, met een bepaalde kans die volgt uit de kansen van voorkomen van de verschillende grondeenheden in de stapels. De kans op het type ondergrond wordt berekend uit de combinatie van de kansen van voorkomen van de eenheden in elk van de mogelijke stapels. De methode maakt gebruik van de omstandigheid dat er voldoende bekend is over de opbouw van een gebied om een gefundeerde uitspraak te doen over de kans dat bepaalde grondeenheden in een bepaalde strekking van de waterkering voorkomen.

Indien na het gereedkomen van een eerste schematisering voor een locatie grondonderzoek wordt uitgevoerd waarmee meer definitief wordt vastgesteld welke opbouw daar voorkomt, kunnen de kansen voor de omgeving van die, dan bekende, locatie worden aangepast en wordt de schematisering nauwkeuriger. Door middel van gericht grondonderzoek in strekkingen die meer zekerheid vergen, kunnen de in een eerder stadium vastgestelde kansen van voorkomen dan nader gespecificeerd worden evenals de detaillering van de opbouw.

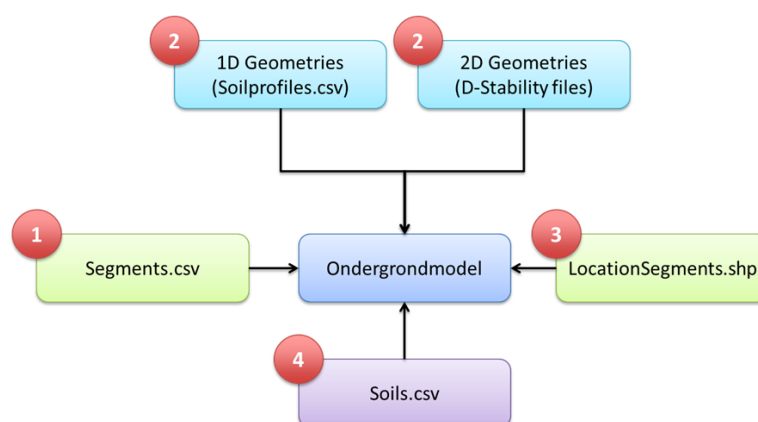
Het op bovengenoemde wijze opgebouwde ondergrondmodel, waarin aan verschillende soorten grondopbouw kansen worden toegedicht, wordt een stochastisch ondergrondmodel genoemd.



Bij een volledige deterministische benadering bestaat een segment uit één 1D of 2D grondopbouw met een kans van voorkomen van 100%. In deze situatie zal meestal één segment het gebied bestrijken van één dwarsprofiel.

Het ondergrondmodel binnen DAM bestaat uit een aantal verschillende componenten (zie figuur 4.13):

- 1 Ondergrondsegmenten
- 2 Ondergrondopbouw, 1D of 2D
- 3 Locatie ondergrondsegmenten
- 4 Grondeigenschappen



Figuur 4.13: Samenhang tussen de verschillende elementen welke een ondergrondmodel vormen in DAM

4.4.2 Ondergrondsegmenten

Het bestand *segments.csv* bevat per ondergrondsegment een kansverdeling op een bepaalde ondergrondprofiel, relevant voor piping of voor stabiliteit. Dit bestand koppelt dus de segmenten aan de ondergrondprofielen, inclusief kans van voorkomen. In [tabel 4.2](#) is een voorbeeld opgenomen van *segments.csv*. Het bestand *segments.csv* dient altijd aanwezig te zijn als gegevens in DAM geïmporteerd worden.

segment_id	soilprofile_id	probability	calculation_type
1	Ondergrond_1	15	Stability
1	Ondergrond_1	15	Piping
1	Ondergrond_2	85	Stability
1	Ondergrond_2	85	Piping
2	Ondergrond_3	30	Stability
2	Ondergrond_3	30	Piping
2	Ondergrond_4	70	Stability
2	Ondergrond_4	70	Piping
3	...etc...

Tabel 4.2: Voorbeeld *segments.csv* bestand (1D geometrie)

Segment_id is de nummering van de segmenten. Deze dient overeen te komen met de naamgeving in de *LocationSegment.shp* (zie [paragraaf 4.4.5](#)) en uniek te zijn. De *Soilprofile_id* is de naam van een specifieke ondergrondopbouw, oftewel het 1D ondergrondprofiel in het bestand *soilprofiles.csv* en dient ook uniek te zijn (zie [paragraaf 4.4.3](#)).

In het geval gewerkt wordt met 2D geometrieën (alleen geldig voor stabiliteitsberekeningen) dan dient de kolom *soilprofile_id* vervangen te worden door de kolomnaam *Soilgeometry2D_name*. In deze kolom worden dan de bestandsnamen van *D-Stability* (*.stix) geometrieën opgenomen.

In de kolom *probability* wordt de kans van voorkomen van het ondergrondschematisering opgenomen. De som van de kansen is per faalmechanisme, per segment altijd 100%.

In de kolom *calculation_type* wordt aangegeven of de desbetreffende ondergrondopbouw gebruikt moet worden voor het uitvoeren van een piping of een stabiliteit (stability) analyse.

4.4.3 Ondergrondopbouw

DAM kan gebruik maken van [1D ondergrondschematiserings](#) of [2D ondergrondschematiserings](#).

Een 1D-ondergrondopbouw is een ondergrondopbouw in lagen. Deze worden opgegeven in meters ten opzichte van NAP. Er is geen koppeling met een geometrie: de lagen lopen oneindig door. De bovenkant wordt dus weergegeven door het aantal meters tov NAP en is dus een oneindig vlak. Pas wanneer de 1D-ondergrond wordt gecombineerd met een maaiveldlijn ontstaat er een ondergrondprofiel met begin en eind: een 2D-ondergrondopbouw.

Een 2D-ondergrondopbouw bestaat uit aaneengesloten en/of geheel binnen elkaar vallende ondergrondlagen (vlakken). Deze lagen delen een linkerzijde, rechterzijde en een onderzijde

als begrenzing. De bovenzijde is vrij en kan bestaan uit 1 of meerdere naast elkaar gelegen vlakken. Alle punten aan de bovenzijde vormen tezamen de lokale maaiveldlijn die per definitie van geheel links naar geheel rechts loopt. Een eis aan deze lokale maaiveldlijn is dat de X-coördinaten stringent oplopend zijn en dus geen teruglopende en/of verticale stukken mag bevatten. Deze lokale maaiveldlijn kan een ruimtelijke ligging hebben (geografisch georiënteerd door RD-coördinaten), maar deze wordt vertaald naar een lokaal assenstelsel (x-z). Veelal zal de 2D-ondergrondopbouw echter al uit een puur lokaal assenstelsel (x-z) bestaan.

Vooralsnog is het niet mogelijk om binnen één project 1D en 2D ondergrondschematiserings door elkaar te gebruiken voor het uitvoeren van stabiliteitsberekeningen.

Zowel een 1D- als een 2D-ondergrondopbouw wordt binnen DAM gecombineerd met de bijbehorende dwarsprofielgeometrie om zo te komen tot het eigelijke rekenprofiel. Bij het combineren is altijd de dwarsprofielgeometrie leidend voor het vaststellen van zowel de begrenzing aan de linker- en rechterzijde als voor wat betreft de uiteindelijke bovenzijde van het rekenprofiel (zie [paragraaf 4.4.4](#)).

4.4.3.1 1D ondergrondschematiserings

1D ondergrondschematiserings worden opgenomen in het bestand *soilprofiles.csv*. Het bestand bestaat uit tenminste vier kolommen, waarbij de naam vastgelegd is in de header regel:

- ◇ *soilprofile_id*: de unieke naam van het 1D ondergrondprofiel. In het bestand *segments.csv* wordt gekoppeld op deze naam (zie [paragraaf 4.4.2](#)).
- ◇ *top_level*: dit is de bovenkant van de grondlaag ten opzichte van het referentievlak (meestal NAP).
- ◇ *soil_name*: de naam van de grondsoort in desbetreffende laag. Deze naam dient ook terug te komen in de grondeigenschappendatabase (zie [paragraaf 4.4.6](#)).
- ◇ *is_aquifer*: TRUE als het een watervoerende laag is, anders FALSE.

In [appendix H](#) is een beschrijving opgenomen van een *soilprofiles.csv*.

DAM gaat er altijd vanuit dat de laatste laag in een 1D profiel een watervoerende laag is, bijvoorbeeld het pleistoceen. De schematisering moet dan ook doorlopen tot en met een watervoerende laag.

In principe hoeft de onderkant van de laatste laag niet opgegeven te worden, DAM zal dan zelf een dikte aanhouden van 20m. Echter, bijvoorbeeld met het oog op het uitvoeren van pipingberekeningen, kan de onderkant wel opgegeven worden. Dit kan door in de laatste regel van het 1D profiel als *soil_name* "DummyForBottomLevel" op te nemen. De *top_level* wordt voor deze regel dan gezien als onderkant van de laag.

In [tabel 4.3](#) is een voorbeeld opgenomen van een *soilprofiles.csv*, met daar in opgenomen twee 1D ondergrondschematiserings. Bij het eerste 1D profiel (Profiel_1) is de onderkant van de onderste watervoerende laag opgenomen ([blauw gearceerd](#)). Bij het tweede 1D profiel (Profiel_2) is dit achterwege gelaten. De dikte van het Pleistoceen zal hier 20 meter zijn.

Alle 1D ondergrondprofielen worden daaraanvolgend, onder elkaar, in het bestand gezet.

soilprofile_id	top_level	soil_name	is_aquifer
Profiel_1	5	Veen	FALSE
Profiel_1	-2	Klei1	FALSE
Profiel_1	-5	Veen2	FALSE
Profiel_1	-5.5	Klei1	FALSE
Profiel_1	-12	Pleistoceen	TRUE
Profiel_1	-18	DummyForBottomLevel	TRUE
Profiel_2	5	Veen	FALSE
Profiel_2	-2.5	Klei2	FALSE
Profiel_2	-6	Klei1	FALSE
Profiel_2	-11.3	Pleistoceen	TRUE

Tabel 4.3: Voorbeeld van een soilprofiles.csv bestand

Verschuiven van de 1D-ondergrondlagen

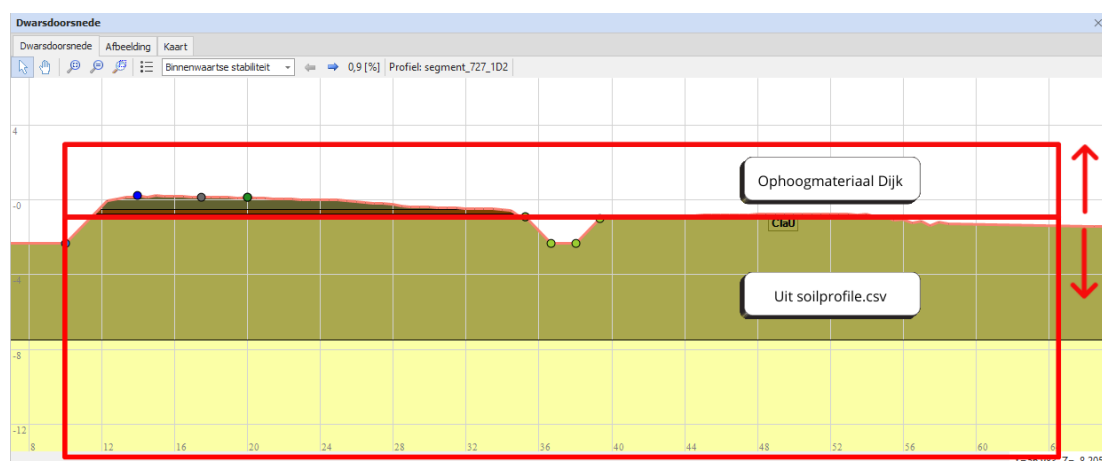
Het is mogelijk om de 1D ondergrondlagen op te geven ten opzichte van het maaiveld. Hiertoe wordt in het databronbestand (*.defx) een karakteristiek punt opgegeven ter referentie van de bovenkant van de 1D ondergrondprofielen.

In het databronbestand wordt de volgende regel toegevoegd boven de DataSourceList:

```
<DataSourceContainer Key="1" SoilProfileCharacteristicPointReference="SurfaceLevelInside"
IsImportAsRelativeProfiles="True">
```

Dit houdt in dat alle 1D-ondergrondprofielen ten opzichte van het karakteristiek punt Maaiveld binnenwaarts (SurfaceLevelInside) worden geschematiseerd. Boven dit niveau wordt het ondergrondprofiel opgevuld met het materiaal, opgeven als ophoogmateriaaldijk. In [figuur 4.14](#) wordt maaiveld binnenwaarts als referentie gebruikt.

Boven wordt het Ophoogmateriaal Dijk gebruikt, onder de laagscheidingen conform soilprofiles.csv.



Figuur 4.14: Verschuiving van 1D ondergrondprofiel

Let op: Deze functionaliteit is alleen getest met het maaiveld binnenwaarts als referentie en de soilprofiles.csv waarbij alle profielen een bovengrens van 0 m kennen. Afwijken van deze uit-

gangspunten kan mogelijk tot ongewenste geometrieën leiden en dienen goed gecontroleerd te worden.

4.4.3.2 2D ondergrondschematiserings

Alleen voor macrostabiliteit (Bishop/UpliftVan) kunnen 2D profielen gebruikt worden. 2D ondergrondschematiserings dienen gemaakt te zijn met *D-Stability*. De bestandsnaam van de *D-Stability* geometrie (*.stix) wordt opgegeven in de *segments.csv*, in de kolom *soilgeometry2D* (zie [paragraaf 4.4.2](#)).

Binnen DAM wordt er vanuit gegaan dat de linkerkant van de ondergrondschematisering gelijk ligt met het eerste punt van de dwarsprofielgeometrie (zie [paragraaf 4.3](#)).

Als binnen DAM uiteindelijk de dwarsprofielgeometrie gecombineerd wordt met de 2D ondergrondschematisering, dan vallen alle grondlagen die boven de dwarsprofielgeometrie ligt weg. Als de dwarsprofielgeometrie hoger ligt dan de 2D ondergrondschematisering, dan worden de open ruimtes opgevuld met het opgegeven dijksmateriaal (zie [paragraaf 4.5](#)). Dit geldt overigens ook als gewerkt wordt met 1D ondergrondschematiserings.

De in de *D-Stability* geometrieën gebruikte grondnamen dienen ook aanwezig te zijn in de grondeigenschappendatabase (zie [paragraaf 4.4.6](#)). De namen dienen exact overeen te komen.

Evenals de dwarsprofielgeometrieën (zie [paragraaf 4.3](#)), dienen ook de ondergrondschematiserings feitelijk lang en diep genoeg te zijn. Dit is van belang bij het vinden van een juiste (diepe) glijcirkel en dus een geldig stabiliteitsresultaat.

Als deze even lang zijn als de profiellijnen is er geen probleem. Als ze langer zijn, dan worden ze automatisch op de randen afgekapt. Als de profiellijnen te kort zijn, dan worden de lagen horizontaal verlengd tot de boundaries, opgelegd door de lengte van de dwarsprofielgeometrieën. Daarnaast moet de schematisering van de ondergrond ver genoeg doorlopen in de verticaal. Dus naar boven voor de dijkgeometrie en naar beneden om een (eventuele) diepe glijcirkel te kunnen vinden.

4.4.4 Combineren dwarsprofielgeometrie met ondergrondschematisering

Uitgangspunt voor het combineren van een dwarsprofielgeometrie met een ondergrondschematisering is dat beide alleen valide data bevatten. Het doel van de combinatie is het samenstellen van het uiteindelijk door te rekenen 2D-profiel (= 2D-geometrie + laaginformatie).

4.4.4.1 Definities geometrie van een dwarsprofielgeometrie

De geometrie van een dwarsprofielgeometrie bestaat uit een reeks van punten. Binnen het gegeven lokale X-Z assenstelsel moeten de X-coördinaten stringent oplopend (dus van links naar rechts) te zijn. Teruglopende X-coördinaten alsmede gelijke X-coördinaten mogen dus niet voorkomen. De geldige geometrie dient te zijn opgegeven in de *surfelines.csv* en de bijbehorende *characteristicpoints.csv* files.

4.4.4.2 Definities 1D ondergrondschematisering

Een 1D ondergrondschematisering bestaat uit een rij naar de diepte toe afnemende waarden voor laaghoogtes.

De eerste waarde is hierbij de bovenkant van de toplaag, de 2e waarde de bovenkant van de 2e laag en hiermee de onderkant van de toplaag enz. In principe volstaat slechts 1 waarde (voor bovenkant toplaag) omdat DAM automatisch een laag op 20 meter onder het laagst opgegeven niveau toevoegt.

Per laag dient de naam van het laagmateriaal te zijn gespecificeerd. Deze naam moet gelijk zijn aan 1 materiaal met eigenschappen zoals deze elders zijn vastgelegd.

De geometrie zelf dient te zijn opgegeven in de soilprofiles.csv en de bijbehorende materialen en eigenschappen in de soils.csv files.

4.4.4.3 Definities 2D ondergrondschematisering

Een 2D ondergrondschematisering wordt gelezen vanuit een stix file. Deze stix-file dient een geldige geometrie te bevatten. Ook dienen de material namen zoals ze zijn toegekend aan de lagen in de stix-file overeen te komen met materiaalnamen met eigenschappen zoals deze elders zijn vastgelegd.

De namen van de te gebruiken stixfiles dienen opgegeven te worden in de segments.csv en de bijbehorende materialen en eigenschappen in de soils.csv files.

4.4.4.4 Combineren dwarsprofielgeometrie met 1D- of 2D-ondergrondschematisering

Middels het combineren dwarsprofielgeometrie met 1D-ondergrondschematisering ontstaat het eigenlijke rekenprofiel. Dit rekenprofiel is een 2D-profiel dat bestaat uit een 2D-geometrie en aanvullende informatie ten aanzien van de gegenereerde surfaces.

Indien de dwarsprofielgeometrie geheel onder de ondergrondschematisering ligt, kan er geen combinatie worden gemaakt. Een berekening kan voor deze situatie niet worden gemaakt en er volgt een foutmelding. Deze foutmelding zal het gehele DAM-proces niet onderbreken, de melding komt in de logfile te staan.

Voor het samenvoegen van een dwarsprofielgeometrie met ondergrondschematisering is de dwarsprofielgeometrie leidend. Hieruit volgt de linker begrenzing (X-coördinaat van het 1e punt in de dwarsprofielgeometrie) van de te maken 2D-geometrie. Ook volgt hieruit de rechter begrenzing (X-coördinaat van het laatste punt in de dwarsprofielgeometrie) van de te maken 2D-geometrie.

Een speciale optie bij het combineren van 2D-ondergrondschematiseringen is het mogelijk gebruik van een oorsprong-correctie op de geometrie zoals deze in de stix file staat. Middels het opgeven van een waarde in meters voor `x_soilgeometry2D_origin` (in de locations.csv) kan de gehele geometrie met die waarde in X-richting worden verschoven. Bijvoorbeeld als de originele geometrie begint op -50 (in de stix file), kan deze naar 0 worden opgeschoven door een `x_soilgeometry2D_origin = 50` op te geven. `x_soilgeometry2D_origin` mag zowel positieve als negatieve waarden bevatten.

sigmataucurves.csv

Een van de optionele kolommen in de soils.csv betreft de sigma_tau_curve_name kolom. Indien hiervoor een naam is opgegeven dan dient de curve ook gedefinieerd te zijn in de sigmataucurves.csv. Zie [appendix E](#) voor meer informatie.

De naam van het sigma tau curves bestand is altijd *sigmataucurves.csv*.

sutables.csv

Een van de optionele kolommen in de soils.csv betreft de su_table_name kolom. Indien hiervoor een naam is opgegeven dan dient de tabel ook gedefinieerd te zijn in de sutables.csv. Zie [appendix F](#) voor meer informatie.

De naam van het su tabel bestand is altijd *sutables.csv*.

aquifers.csv

Voor de correcte werking van het schematiseringsalgoritme in DAM is het nodig om te weten welke lagen watervoerend zijn. DAM zal hier een PL lijn aan toekennen.

Voor een 1D geometrie wordt in de soilprofiles.csv file aangegeven of een laag watervoerend is, zie [paragraaf 4.4.3.1](#).

In het geval van een 2D geometrie worden de watervoerende lagen opgegeven in de aquifers.csv file. Voor een beschrijving van deze file zie [appendix G](#).

Schuifsterktemodel

Per materiaal wordt het schuifsterktemodel opgegeven. Deze worden verder toegelicht in [Schuifsterktemodellen \(op materiaalniveau\)](#).

4.5 Locatiegegevens

Naast de bovenbeschreven gegevens heeft DAM nog een aantal parameters nodig. Deze zijn afhankelijk van de toepassing. Daarnaast zijn sommige parameters verplicht en andere niet. Voor niet verplichte parameters worden default waardes gehanteerd als er geen waarde opgegeven is in de invoer. Default waardes zijn binnen DAM eenvoudig te herkennen aan de licht geel gekleurde cellen in de diverse tabellen.

In [appendix A](#) is een beschrijving opgenomen van een *locations.csv*.

4.6 Rekenscenario's

DAM kan, per locatie, meerdere rekenenscenario's doorrekenen, waarbij gevarieerd kan worden met de parameters uit [tabel 4.4](#). Deze parameters worden opgegeven in een *scenarios.csv* bestand (deze naam is hard).

Er is minimaal 1 rekenscenario nodig.

Een groot aantal parameters heeft betrekking op de waternetcreator.

NB: Niet alle parameters zijn verplicht; dit staat in de derde kolom vermeld.

In [appendix C](#) is een uitgewerkt voorbeeld opgenomen.

Tabel 4.4: *Overzicht van de parameters van het scenarios.csv bestand*

Kolomnaam	Type	Eenheid	Verplicht	Omschrijving
Location_id	StringId	-	ja	Referentie naar locatie (in locations.csv). NB Moet gelijk zijn!
Location_scenario_id	Integer	-	ja	Volgordenummer voor de scenarios
water_height	Float	m	ja	Buitenwaterstand
water_height_low	Float	m	nee	Buitenwaterstand voor stabiliteit buitenwaarts, indien niet aanwezig wordt de water_height gebruikt bij een berekening van Stabiliteit buitenwaarts
polderlevel	Float	m	nee ⁽¹⁾	Stijghoogte freatische lijn in de polder. Indien sloot aanwezig: gelijk aan slootpeil.
dike_table_height	Float	m	ja	Dijktafelhoogte; naar deze hoogte wordt het profiel aangepast. Indien geen aanpassing gewenst is, Z-waarde van buitenkruin nemen
safety_factor_piping	Float	-	nee	Benodigde veiligheidsfactor piping; veiligheidsfactor waaraan getoetst wordt bij geometrie aanpassing
safety_factor_stability_inner_slope	Float	-	nee	Benodigde veiligheidsfactor binnenwaartse stabiliteit; veiligheidsfactor waaraan getoetst wordt bij geometrie aanpassing
safety_factor_stability_outer_slope	Float	-	nee	Benodigde veiligheidsfactor buitenwaartse stabiliteit; veiligheidsfactor waaraan getoetst wordt bij geometrie aanpassing
uplift_criterion_piping	Float	-	nee	Opdrijfveiligheidsfactor voor piping
uplift_criterion_stability	Float	-	nee	Opdrijfveiligheidsfactor voor stabiliteit
PLLineOffsetBelowDikeTopAtRiver	Float	m	nee	Offset van PL1 onder buitenkruin t.o.v. buitenwaterstand
PLLineOffsetBelowDikeTopAtPolder	Float	m	nee	Offset van PL1 onder binnenkruin t.o.v. buitenwaterstand
PLLineOffsetBelowShoulderBase Inside	Float	m	nee	Offset van PL1 onder insteek binnenberm [m] t.o.v. maaiveld
PLLineOffsetBelowDikeToeAtPolder	Float	m	nee	Offset van PL1 onder binnentoe t.o.v. maaiveld
UsePLLineOffsetBelowDikeCrest Middle	Boolean	-	nee	Gebruik van offset van PL1 onder midden van kruin t.o.v. maaiveld
PLLineOffsetBelowDikeCrestMiddle	Float	m	nee	Offset van PL1 onder midden van kruin t.o.v. maaiveld
UsePLLineOffsetFactorBelow ShoulderCrest	Boolean	-	nee	Gebruik van offset van PL1 onder kruin binnenberm t.o.v. maaiveld
PLLineOffsetFactorBelowShoulder Crest	Float	-	nee	Offset van PL1 onder kruin binnenberm t.o.v. maaiveld
Head PL2	Float	m	nee	Stijghoogte PL2
Head_PL3	Float	m	nee	Stijghoogte PL3 (NB: demping wordt in locations.csv opgegeven)
Head_PL4	Float	m	nee	Stijghoogte PL4 (NB: demping wordt in locations.csv opgegeven)

⁽¹⁾ het polderlevel is WEL verplicht indien data voor DamLive wordt klaargezet!

Let op: Er wordt bij macrostabiliteit één 'Benodigde veiligheidsfactor' opgegeven. Deze blijft gelijk, wanneer er gewisseld wordt tussen de rekenmodellen Bishop en UpliftVan.

4.7 Comma separated files gebruiken

Indien geen shape bestanden beschikbaar zijn kan DAM ook gebruik maken van enkel *.csv bestanden. In een *.csv bestand zijn de gegevens al gekoppeld aan via zogenaamde identifiers:

- ◇ de **Location_id** wordt gebruikt om de scenarios (in de *scenarios.csv*) aan de locaties (in de *locations.csv*) te koppelen.
- ◇ de **Surfaceline_id** wordt gebruikt om de surface lines (in de *surfacelines.csv*), karakteristieke punten (in de *characteristicpoints.csv*) en de locaties (in de *locations.csv*) aan elkaar te koppelen.
- ◇ de **Segment_id** wordt gebruikt om de segmenten (in de *segments.csv*) te koppelen aan de locaties (in de *locations.csv*).
- ◇ In het geval 2D ondergrondschematiseringen worden gebruikt, wordt de **SoilGeometry2D_name** gebruikt om de segmenten (in de *segments.csv*) te koppelen aan de 2D ondergrondschematiseringen (stix files).
- ◇ In het geval 1D ondergrondschematiseringen worden gebruikt, wordt de **soilprofile_id** gebruikt om de segmenten (in de *segments.csv*) te koppelen aan de 1D ondergrondschematiseringen in de *soilprofiles.csv*.
- ◇ de **stix_filename** in de *aquifer.csv* wordt gebruikt om aquifers te koppelen aan lagen in de stix files.
- ◇ de **soil_name** in de *soils.csv* wordt gebruikt om de materiaaleigenschappen te koppelen aan de grondlagen van de ondergrondschematiseringen (1D: *soilprofiles.csv* en 2D: stix files).
- ◇ de **sigma_tau_curve_name** in de *soils.csv* wordt gebruikt om de sigma/tau tabellen (in de *sigmataucurves.csv*) aan de materiaaleigenschappen te koppelen.
- ◇ de **su_table_name** in de *soils.csv* wordt gebruikt om de su tabellen (in de *sutables.csv*) aan de materiaaleigenschappen te koppelen.

Alle parameters welke in shapes worden aangeleverd kunnen in *.csv worden opgenomen in *locations.csv*. In [appendix A](#) zijn alle parameters weergegeven. Deze namen dienen gebruikt te worden als header in de *.csv file. Let op dat deze namen exact overeen moeten komen, tijdens het importeren van de gegevens wordt namelijk op de aanwezigheid van de kolommen gecontroleerd, hiervoor worden de kolomnamen in de header regel gebruikt. Daarnaast is in [appendix A](#) opgenomen of de kolom verplicht is of niet.

Een project bestaande uit alleen *.csv bestanden bevat minimaal (afhankelijk van de toepassing) de volgende bestanden:

- ◇ *locations.csv* (zie [paragraaf 4.5](#))
- ◇ *surfacelines.csv* (zie [paragraaf 4.3](#))
- ◇ *characteristicpoints.csv* (zie [paragraaf 4.3](#))
- ◇ *segments.csv* (zie [paragraaf 4.4.2](#))
- ◇ *soilprofiles.csv* of 2D geometrieën (zie [paragraaf 4.4.3](#))

- ◇ soils.csv (zie [paragraaf 4.4.6](#))
- ◇ sigmataucurves.csv (zie [paragraaf 4.4.6](#))
- ◇ sutable.csv (zie [paragraaf 4.4.6](#))
- ◇ aquifers.csv (zie [paragraaf 4.4.6](#))
- ◇ scenarios.csv (zie [paragraaf 4.6](#))

Tot slot dienen alle bestanden in dezelfde map te staan.

5 Configureren DAM

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de wijze waarop DAM de invoer van de data georganiseerd heeft. DAM werkt aan de hand van projecten. Deze worden aangemaakt door basisdata in te lezen (zie hoofdstuk 4).

De informatie over welke basisdata wordt ingelezen en waar deze basisdata vandaan komt, is vastgelegd in een **DAM-databronbestand (*.defx)**. Feitelijk is dit een kruisverwijzing tabel (mapping table). Een compleet voorbeeld van een databronbestand (*.defx) is in [appendix I](#) opgenomen.

Nadat DAM, aan de hand van het DAM databronbestand (*.defx), de basisdata heeft ingelezen, kan het project worden opgeslagen. Dit gebeurt in de vorm van een **DAM-projectbestand (*.damx)**. Het project kan op een later tijdstip of door een andere gebruiker worden geopend door het project bestand (*.damx) te openen. De originele **Databronnen** of bronbestanden (shape bestanden en *.csv) dienen dan niet meegestuurd te worden. Na het importeren wordt de projectnaam aan dit bestand gegeven. Bij het doorsturen naar iemand anders dient dit bestand ook meegestuurd te worden. Indien 2D geometrieën tot de bronbestanden horen, dient ook het mapje met de 2D (Projectnaam.geometries2D.0) meegestuurd te worden.

5.1 DAM-databronbestand (*.defx)

De DAM databronbestand (*.defx) is feitelijk een *.xml bestand en legt vast waar de bronbestanden staan en welke basisdata uit deze bronbestanden gehaald moet worden. Het bestaat dan ook uit twee gedeeltes:

- 1 DataSourceList waarin de locaties van de **Databronnen** gedefinieerd worden
- 2 DataAttributes waarin per parameter (benodigd voor DAM) wordt aangegeven in welke shape bestand en in welke attribuut kolom deze zich bevindt ([Verwijzen naar attributen](#)).

Overigens hoeven niet al deze elementen aanwezig te zijn. Als alleen gewerkt wordt met *.csv bestanden dan kan de achtergrondkaart en shape bestanden achterwege gelaten worden.

5.1.1 Databronnen

DAM kent de volgende databronnen:

- 1 **Comma separated bestanden (*.csv)**
- 2 **Achtergrondkaart**
- 3 **Shape bestanden**

Overigens hoeven niet al deze elementen aanwezig te zijn. Als alleen gewerkt wordt met *.csv bestanden dan kan de achtergrondkaart en shape bestanden achterwege gelaten worden.



DAM maakt gebruik van een hiërarchische inleesstructuur. De *.csv bestanden hebben hierbij de laagste rangorde en de shape bestanden de hoogste. Het gevolg hiervan is dat wanneer, bijvoorbeeld, het polderpeil gegeven is in het *.csv bestand, maar ook in een shape bestand dan zal de waarde opgenomen in het *.csv bestand overruled worden bij de waarde in het shape bestand. Het voordeel hiervan is dat wanneer in eerste instantie alleen *.csv bestanden voorhanden zijn, per gegeven overgegaan kan worden naar shape bestanden.

In de DataSourceList in het DAM databronbestand (*.defx) staat de locatie van deze bronbe-

standen aangegeven. Onderstaand wordt verder ingezoomd op het DAM databron bestand (*.defx), waarbij een voorbeeld mapstructuur gehanteerd wordt.

5.1.1.1 Comma separated bestanden (*.csv)

Tekst in databronbestand (*.defx):

```
DataSourceType="CsvFiles" DataLocation="csvfiles"
```

Hierbij wordt aangegeven dat de csv-bestanden in een map genaamd 'csvfiles' bevinden en dat deze map zich op hetzelfde niveau bevindt als het DAM databronbestand (*.defx).

Zie ook [Comma separated files gebruiken](#).

5.1.1.2 Achtergrondkaart

Tekst in databronbestand (*.defx):

```
DataSourceType="BackgroundShapeFiles" DataLocation="..\shapefiles\Top50.shp" /
```

Hierbij wordt aangegeven dat de shape 'Top50' gebruikt moet worden als achtergrond en dat deze in een map genaamd 'shapefiles' zit en dat deze map zich op een niveau hoger bevindt dan het DAM databronbestand (*.defx). Deze data source hoeft niet aanwezig te zijn.

5.1.1.3 Shape bestanden

Tekst in databronbestand (*.defx):

```
DataSourceType="DataShapeFiles" DataLocation="..\shapefiles\" /
```

Hierbij wordt aangegeven dat de shape bestanden zich in de map, genaamd 'shapefiles', bevinden en dat deze shapefile-map in een niveau hoger zit dan het DAM databron bestand (*.defx).

Deze *data source* hoeft niet aanwezig te zijn wanneer alleen csv-bestanden worden gebruikt. Bij het gebruik van shape bestanden dient er een *crosssections.shp* bestand aanwezig te zijn voor de [Data extractie](#).

Dit geldt ook voor de X- en Y-coördinaten van de locations; deze dienen óf in de *locations.csv* vermeld te zijn óf in een shape bestand.

5.1.2 Verwijzen naar attributen

Het DAM databronbestand omschrijft de naam van de parameters zoals in DAM wordt gebruikt, gekoppeld aan het bronbestand en het 'attribuut' in de shape-file. De naam van de parameter is vastgelegd en kan niet aangepast worden. Het bronbestand en de attributen zijn door de gebruiker zelf te definiëren.

Voorbeeld

```
Id="PolderLevel" DataSource="PolderLevel.shp" Name="PLHIGH" /
```

Hiermee wordt aangegeven dat de invoerparameter 'Polderlevel' uit de shapefile 'Polderlevel.shp' gehaald dient te worden. Een shape file kan meerdere attributen bevatten, daarom is er nog een verwijzing naar het attribuut nodig: 'PLHIGH'.

De naam (id) van de parameter ligt vast in DAM en kan niet aangepast worden (rood), bronbestand en attribute wel (groen):

```
Id="PolderLevel" DataSource="PolderLevel.shp" Name="PLHIGH" /
```

Een overzicht met alle parameter id's wordt weergegeven in [appendix J](#).



Om snel te kunnen starten met DAM is een handige ingang om het databronbestand (*.defx) uit [appendix I](#) aan te passen zodat de naamgeving van de te gebruiken shape bestanden overeenkomen met de namen bij het waterschap; dat wil zeggen DataSource en Name moet overeenkomen met de namen van de shape bestanden.

5.2 DAM-projectbestand (*.damx)

Nadat DAM, aan de hand van het [DAM-databronbestand \(*.defx\)](#), de basisdata heeft ingelezen, kan het project worden opgeslagen. Dit gebeurt in de vorm van een DAM projectbestand (*.damx). Het project kan op een later tijdstip of door een andere gebruiker worden geopend door het project bestand (*.damx) te openen. De originele [Databronnen](#) of bronbestanden (shape bestanden en *.csv) dienen dan niet meegestuurd te worden. Na het importeren wordt de projectnaam aan dit bestand gegeven. Bij het doorsturen naar iemand anders dient dit bestand ook meegestuurd te worden. Indien 2D geometrieën tot de bronbestanden horen, dient ook het mapje met de 2D (Projectnaam.geometries2D.0) meegestuurd te worden.

Het inlezen van damx bestanden gemaakt met DAM versies eerder dan 26.1 wordt niet ondersteund vanwege de grote aantallen veranderingen in DAM. Wij adviseren om een nieuw DAM project in DAM 26.1 aan te maken met de (aangepaste) oorspronkelijke invoergegevens.

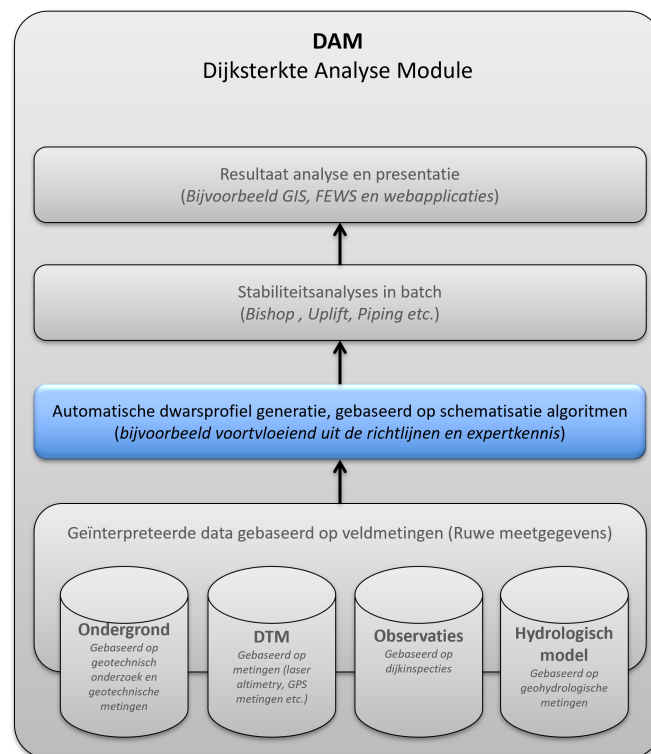
6 Schematisering algoritmen DAM

De tweede globale stap binnen het DAM concept is de schematisering van de modelinvoer, zoals weergegeven in [figuur 6.1](#). DAM maakt gebruik van verschillende schematiseringalgoritmen. Deze zijn opgenomen in verschillende modules welke los, of in combinatie met elkaar, gebruikt worden. Op hoofdlijnen betreft het de volgende modules:

- 1 DAM Waternet Creator (Waterspanningen generatie)
- 2 Geometrie aanpassen



Binnen diverse onderzoeksporen wordt gewerkt aan nieuwe modules welke geschikt gemaakt worden voor toekomstige versies van DAM.



Figuur 6.1: Stap 2 in het DAM concept is de schematisering van de modelinvoer

6.1 DAM Waternet Creator (Waterspanningen generatie)

Voor de generatie van de waterspanningen maakt DAM gebruik van een aantal stappen.

- 1 Controle geometrie
- 2 Schematisering freatisch vlak (PL1)
- 3 Initiele schematisering stijghoogtes (PL3, PL2, PL4)
- 4 Controle op opdrijven
- 5 Definitieve schematisering stijghoogtes

De beschrijving van de verschillende piezometrische lijnen is samengevat in [tabel 6.1](#).

In DAM wordt gebruik gemaakt van nummers voor de waterspanningslijnen:

Piëzolinj	Omschrijving
PL1	Freatische lijn. Voor stabiliteitsberekeningen met stationair freatisch vlak.
PL2	De waterspanning aan de bovenkant van de indringingszone.
PL3	Waterspanning in de onderste watervoerende laag.
PL4	Waterspanning in een watervoerende tussenlaag (indien aanwezig).

Tabel 6.1: Omschrijving verschillende piëzometrische lijnen

6.1.1 Controle geometrie

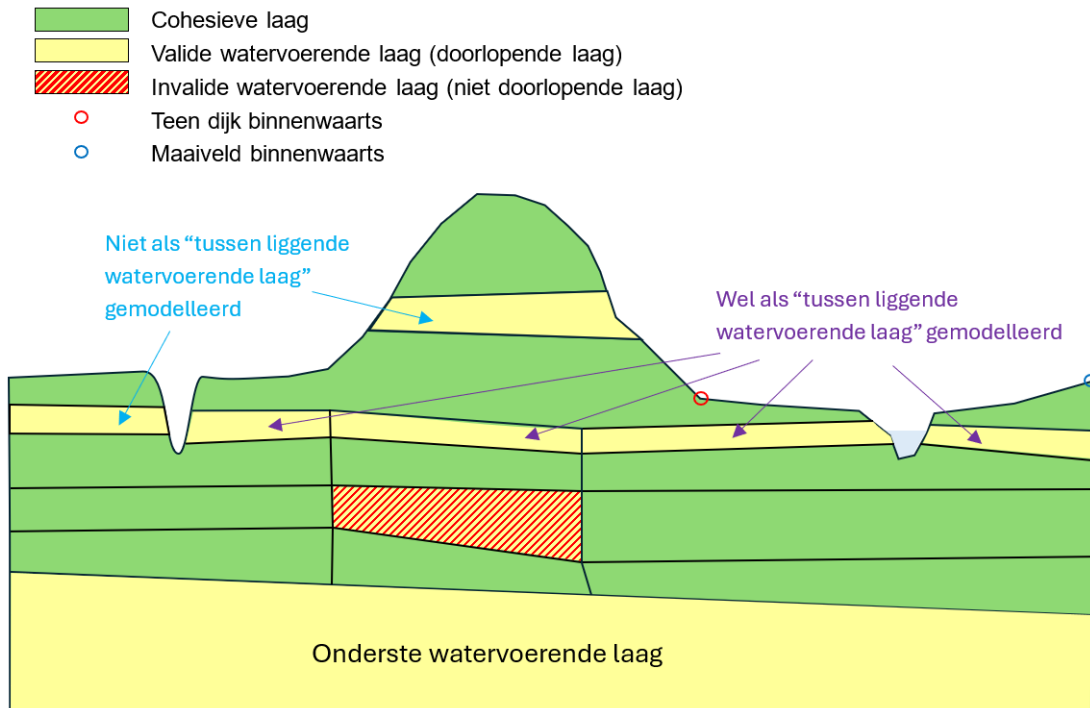
Om de waterspanningen automatisch te genereren, dient een geometrie aan de volgende voorwaarden te voldoen:

- ◇ Minimaal een watervoerende laag (aquifer). Wanneer watervoerende lagen op elkaar liggen, worden ze als één geteld.
- ◇ Minimaal een cohesieve laag (aquitard). Wanneer cohesieve lagen op elkaar liggen, worden ze als één geteld.
- ◇ Meerdere watervoerende lagen (aquifers) is mogelijk.
- ◇ De watervoerende lagen lopen door van grens tot grens; een niet doorlopende watervoerende laag is niet toegestaan.
- ◇ De buitenwaterstand is aan de linkerzijde van de geometrie gesitueerd.
- ◇ De onderste laag dient watervoerend te zijn.

Note: Als de hoogtegeometrie een watervoerende laag raakt of (geheel) doorsnijdt in het gebied tussen de binnenteen en het profieleinde aan polderzijde wordt deze laag als tussenliggende watervoerende laag geschematiseerd, anders niet.

De bovenste zandlaag in de dijk kern in [figuur 6.2](#) is dus niet als tussenliggende watervoerende laag geschematiseerd. Hetzelfde geldt voor de zandlaag tussen het profieleinde aan rivierzijde en de linker sloot.





Figuur 6.2: Controle van de watervoerende lagen

6.1.2 Schematisering freatisch vlak (PL1)

In DAM zijn momenteel twee verschillende methoden beschikbaar om de ligging van het freatisch vlak te schematiseren:

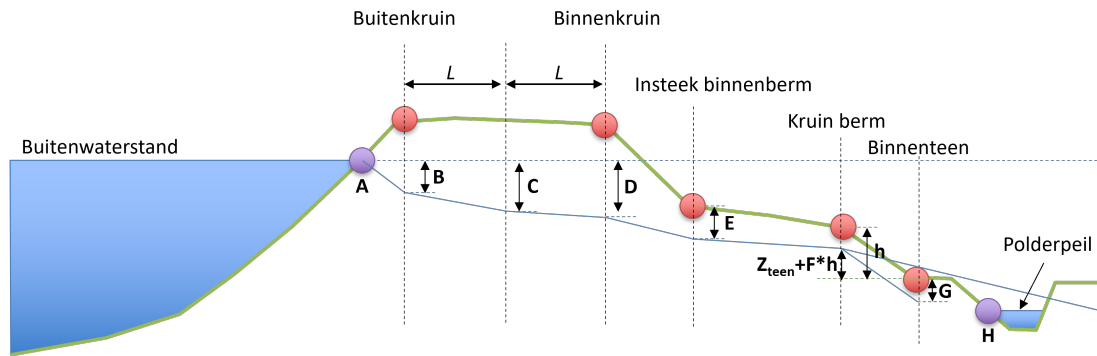
- 1 ExpertKnowledgeRRD
- 2 ExpertKnowledgeLinearInDike

De schematiseringsmethode is door de gebruiker op te geven bij de kerngegevens (attribuut: PLLineCreationMethod) en is makkelijk binnen DAM te wijzigen om zo (bijvoorbeeld) het effect van de verschillende schematisering keuzes op de berekeningsresultaten te onderzoeken. De schematiseringsmethode, als wel de bijbehorende waarden, zijn op locatie niveau te definiëren.

Binnen DAM wordt het freatisch vlak aangeduid als Piëzo Line 1 (PL1).

Ad 1 ExpertKnowledgeRRD

Bij de ExpertKnowledgeRRD methode wordt de ligging van het freatisch vlak vastgelegd ter plaatse van (maximaal) 8 punten, A tot en met H. Deze locaties zijn weergegeven in [figuur 6.3](#). De hoogteligging van het freatisch vlak wordt gedefinieerd door het opgeven van een aantal verticale offsets ten opzichte van de buitenwaterstand of maaiveld ligging. Voor het punt onder de kruin van de binnenberm wordt een factor (F) van de hoogte van de berm ten opzichte van de binnenteen aangehouden. In [tabel 6.2](#) is per punt weergegeven hoe deze bepaald/vastgelegd wordt. Tussen de punten wordt de ligging van het freatisch vlak bepaald met behulp van lineaire interpolatie. Het gebruik van de punten C en F is optioneel; het gebruiken of niet gebruiken van deze punten kan worden in- en uitgeschakeld met de booleans "Gebruik PL1-kruin midden" en "Gebruik PL1-factor kruin binnenberm". In oude projecten staan deze opties standaard op False.



Figuur 6.3: Schematisering freatisch vlak binnenwaartse stabiliteit bij gebruik Expert-KnowledgeRRD

Punt	Hoogte ligging bepaald door
A	Snijpunt buitenwaterstand met buitentalud (wordt automatisch bepaald)
B	Buitenwaterstand – opgegeven offset
C	Buitenwaterstand – opgegeven offset
D	Buitenwaterstand – opgegeven offset
E	Hoogteligging maaiveld ter plaatse van insteek binnenkruin – opgegeven offset
F	Hoogte binnenberm (= Hoogte kruin binnenberm – Hoogte binnenteen) ten opzichte van binnenteen * opgegeven factor
G	Hoogteligging maaiveld ter plaatse van binnenteen – opgegeven offset
H	Snijpunt polderpeil met teensloot (wordt automatisch bepaald).

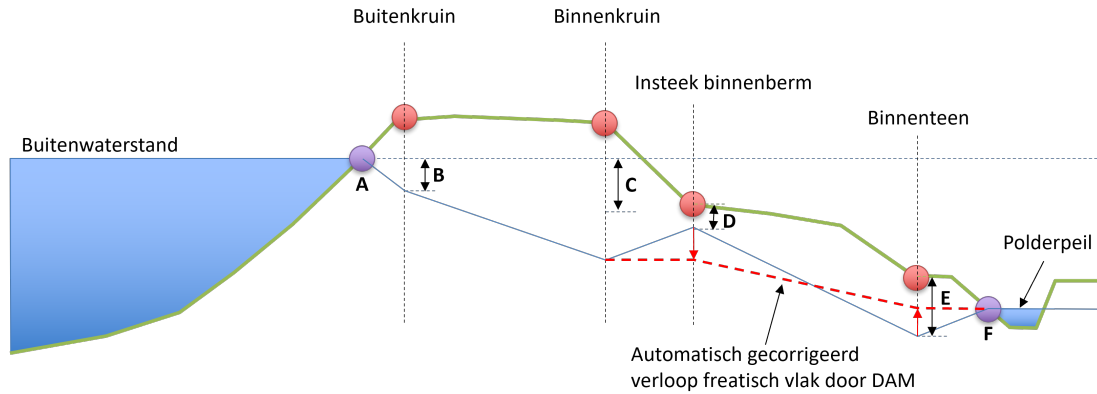
Tabel 6.2: Parameters per schematisering-punt voor het vastleggen van het freatisch vlak binnen de schematisering optie ExpertKnowledgeRRD

Verlagingen ten opzichte van het referentiepunt/vlak worden uitgedrukt met een positieve waarde. Voor het schematiseren van een opbolling dient de offset opgegeven te worden als een negatief getal.

DAM controleert of het freatisch vlak niet uit het talud treedt. Als dit het geval is dan wordt de ligging automatisch aangepast, zodat het maaiveld gevolgd wordt met een verlaging van 1 cm.

In het geval geen berm aanwezig is wordt punt E overgeslagen. In het geval er geen sloot aanwezig is wordt het maaiveld aan de binnenzijde (vanaf punt G) gevolgd met een verlaging van 1 cm. De aanname is hier dat onder maatgevende omstandigheden het achterland erg nat kan zijn en door deze schematisering dit meegenomen wordt. Bij erg lange profielen is het de vraag of dit waar is, echter zal de invloed van deze keuze niet/nauwelijks doorwerken in de juistheid van de stabiliteitsanalyse. In ieder geval zal het niet leiden tot te optimistische resultaten.

DAM controleert of de ligging van het freatisch vlak als gevolg van de opgegeven offsets niet onder het opgegeven polderpeil komt te liggen ter plaatse van punt E, F en G. Als dit wel het geval is zal DAM automatisch de ligging van het freatisch vlak gelijk maken aan het polderpeil. Daarnaast corrigeert DAM of het freatisch vlak ter plaatse van punt E, F en G niet hoger ligt dan de voorgaande punten (zie [figuur 6.4](#)). Punt C en D mogen wel hoger liggen dan punt B.

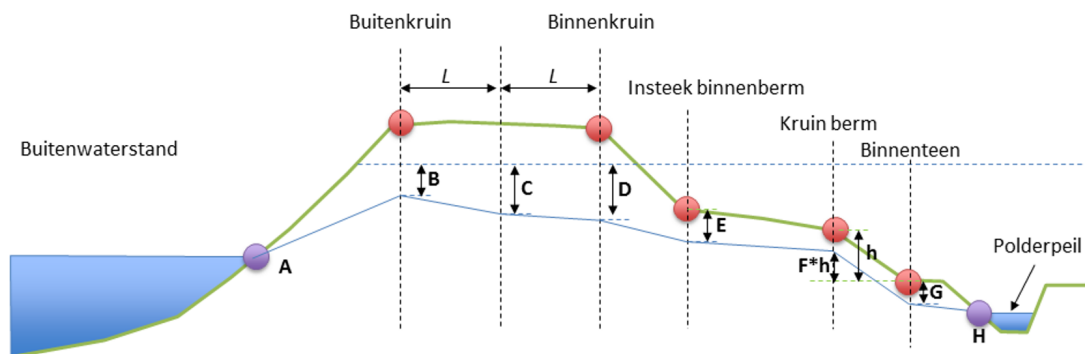


Figuur 6.4: Schematisering freatisch vlak binnenwaartse stabiliteit bij gebruik Expert-KnowledgeRRD

De buitenwaterstand voor de bepaling van punt A, B en C komt uit de scenario's (zie paragraaf 4.6 Ad 3). In het geval van de analyse voor binnenwaartse macrostabiliteit wordt de parameter *Water_height* (buitenwaterstand) gebruikt.

Voor het berekenen van de buitenwaartse stabiliteitsanalyse wordt de hoogteligging van het freatisch vlak ter plaatse van punt B en C de *water_height* als referentievlak gebruikt. Voor de bepaling van punt A (en verdere schematisering) wordt de *water_height_low* (beschouwde buitenwaterstand) gebruikt (zie figuur 6.5).

Door deze aanpak is het mogelijk om een val van hoog water naar lager water te schematiseren. Als dit niet gewenst is kan de gebruiker de *water_height* gelijkstellen aan de *water_height_low*. DAM gebruikt namelijk altijd de *water_height_low* voor het bepalen van punt A bij het uitvoeren van een buitenwaartse stabiliteitsanalyse.

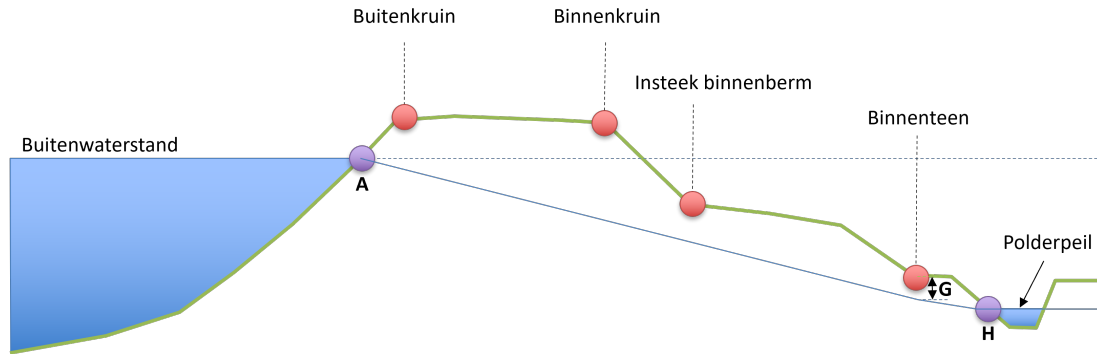


Figuur 6.5: Schematisering freatisch vlak buitenwaartse stabiliteit bij gebruik Expert-KnowledgeRRD

Mocht de opgegeven *water_height_low* lager liggen dan het maaiveld aan de buitenzijde ('links' van de buitenteen), dan wordt de ligging van het freatischvlak gelijk gesteld aan de hoogte van het maaiveld. De gedachte hier achter is dat wanneer sprake is van een val van hoog naar laag water de grond nog verzadigd is.

Ad 2 ExpertKnowledgeLinearInDike

Hier verloopt het freatisch vlak van het snijpunt van de beschouwde buitenwaterstand (Punt A in figuur 6.6) met het buitentalud lineair naar punt E en vervolgens naar punt F.



Figuur 6.6: Schematisering freatisch vlak buitenwaartse stabiliteit bij gebruik Expert-KnowledgeLinearInDike

Punt	Hoogte ligging bepaald door
A	Snijpunt buitenwaterstand met buitentalud (wordt automatisch bepaald)
G	Hoogteligging maaiveld ter plaatse van binnenteen – opgegeven offset
H	Snijpunt polderpeil met teensloot (wordt automatisch bepaald).

Tabel 6.3: Parameters per schematisering-punt voor het vastleggen van het freatisch vlak binnen de schematisering optie ExpertKnowledgeLinearInDike

Evenals bij *ExpertKnowledgeRRD* (zie Ad 1) wordt voor de bepaling van punt A de waterstand gebruikt uit de opgegeven scenario's (zie paragraaf 4.6). In het geval van de analyse voor binnenwaartse macrostabiliteit wordt de parameter *Water_height* (buitenwaterstand) gebruikt. Voor het uitvoeren van buitenwaartse stabiliteitsberekeningen wordt voor het bepalen van punt A *water_height_low* (beschouwde buitenwaterstand) gebruikt uit de gedefinieerde scenario('s).

DAM controleert of het freatisch vlak niet uit het (binnen)talud treedt. Als dit het geval is wordt het freatisch vlak ter plaatse verlaagd tot 1 cm onder het maaiveld.

In het geval er geen sloot aanwezig is dan bestaat punt F niet (zie figuur 6.6). DAM trekt dan het freatischvlak recht door, op de hoogte gelijk aan de hoogteligging van het freatisch vlak ter plaatse van de binnenteen. Dit geldt voor beide schematisering keuzes beschreven onder Ad1 en Ad2.

6.1.3 Initiele schematisering stijghoogtes (PL3, PL2, PL4)

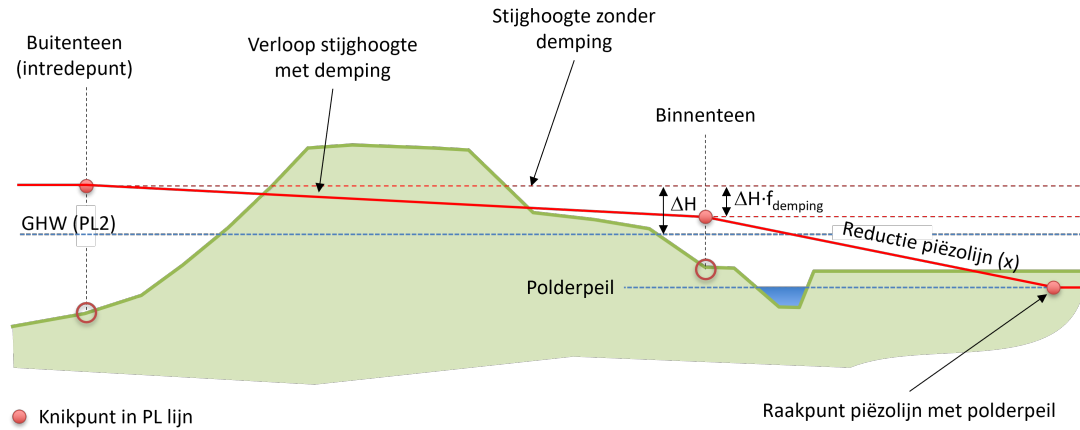
De schematisering bestaat uit het verloop van de stijghoogte (paragraaf 6.1.3.1) en de toekenning van de stijghoogte aan de lagen (paragraaf 6.1.3.2).

6.1.3.1 Verloop stijghoogte

In DAM wordt gebruik gemaakt van nummers voor de waterspanningslijnen:

Piëzolin	Omschrijving
PL1	Freatische lijn. Voor stabiliteitsberekeningen met stationair freatisch vlak. De DAM schematisering van PL1 wordt beschreven in paragraaf 6.1.2 .
PL2	De waterspanning aan de bovenkant van de indringingszone. De PL2 wordt niet beïnvloedt door de stijghoogte in het onderliggende watervoerende pakket en is constant (geen demping) over de gehele breedte van het dwarsprofiel. De waarde van PL2 wordt door de gebruiker ingevoerd (attribuut: HeadPL2), evenals de dikte van de indringingslaag. DAM gebruikt alleen de PL2 als de laagdikte van de indringingslaag > 0 m is en het verloop van de stijghoogte in verticale richting is geschematiseerd met de optie <i>Semi-tijdsafhankelijk</i> . Als de indringingslaag gedeeltelijk overlapt of zich uitstrekt boven het tussenliggende watervoerende pakket wordt PL2 gelijkgesteld aan PL4.
PL3	<p>Waterspanning in de onderste watervoerende laag. De waarde kan opgegeven worden (attribuut: HeadPL3). Als er geen waarde opgegeven is dan wordt PL3 gelijkgesteld aan de buitenwaterstand opgegeven in de scenario's (zie paragraaf 4.6).</p> <p>Ter plaatse van de binnenteen (zie figuur 6.7) hangt de waarde van PL3 af van de opgegeven dempingsfactor (attribuut: DampingPL3). Deze dempingsfactor, waarbij 0 betekent geen demping (PL3 is constant). De waarde 1 suggereert volledige demping tot PL2 (attribuut: PL2). Als PL2 niet opgegeven is, dan wordt voor PL2 de polderwaterstand gebruikt (attribuut: PolderLevel), zoals in figuur 6.7. Na de binnenteen reduceert de PL3 tot polderpeil onder een op te geven helling (attribuut: SlopeDampingPiezometricHeightPolderSide). Daarna loopt de PL3 gelijk met polderpeil. De helling van deze PL reductie kan worden opgegeven. De default waarde is 0. Dit betekent dat er geen reductie plaatsvindt.</p>
PL4	<p>Waterspanning in een watervoerende tussenlaag (indien aanwezig). De schematisering van PL4 is analoog aan hetgeen beschreven onder PL3. Echter met dien verstande dat overal waar PL3 staat dit vervangen moet worden door PL4.</p> <p>Note: Zowel PL3 en PL4 gebruiken dezelfde helling voor de reductie van de PL lijn aan de polderzijde.</p>

Tabel 6.4: Omschrijving verschillende piezometrische lijnen



Figuur 6.7: Gebruik van dempingsfactor (f) en reductie piëzolin aan de polderzijde (X) voor schematisering horizontaal stijghoogte verloop

Voorbeeld schematisatie PL-lijnen

Hier is een voorbeeld van de schematisatie van de PL-lijn uitgewerkt. In dit voorbeeld worden de stappen die DAM volgt uitgewerkt met afbeeldingen.

Stap 1

Teken de initiële PL lijn afhankelijk van dempingsfactor_pl3 ¹. De waarde bij de buitenteen wordt gegeven door head_pl3.

- ◇ dempingsfactor_pl3= 0: is geen demping van buitenteen naar binnenteen (punt X_A in dit voorbeeld); de PL loopt horizontaal.
- ◇ dempingsfactor_pl3= 1: er is demping tot PL2 of polderpeil (indien PL2 niet gegeven) in punt X_A .
- ◇ Voor dempingsfactor_pl3 met waarden tussen 0 en 1 dient te worden geïnterpoleerd.

Na de binnenteen bepaalt de SlopeDampingPiezometricHeightPolderSide (Slope damping factor in de UI) de helling na de buitenteen.

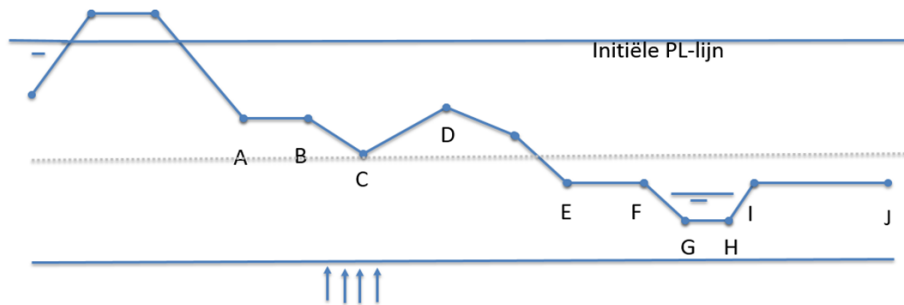
Slope damping factor = 0 (min waarde) is geen demping; de PL loopt horizontaal.

Slope damping factor = 1 (max waarde); de PL gaat met een helling van 1:1 naar PL2 (of polderpeil indien PL2 niet gegeven is).

NB: Slope damping factor = 0.01 wil zeggen helling 1:100.

¹In dit voorbeeld wordt van PL3 gesproken, hier kan ook PL4 gelezen worden.

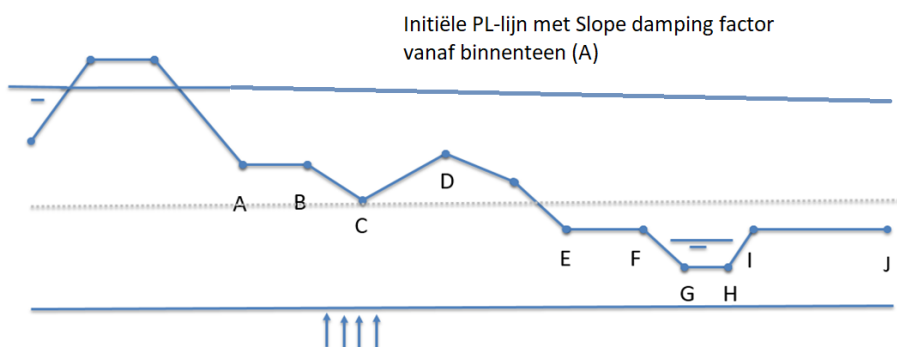
A: Binnenteen
 C: Eerste opdruklocatie



In bovenstaande afbeelding geldt: $dempingsfactor_{pl3} = 0$ en $SlopeDampingPiezometricHeightPolderSide = 0$.

Indien $SlopeDampingPiezometricHeightPolderSide$ niet gelijk is aan nul, volgt de initiële PL-lijn vanaf de binnenteen de opgegeven helling, zie onderstaande afbeelding.

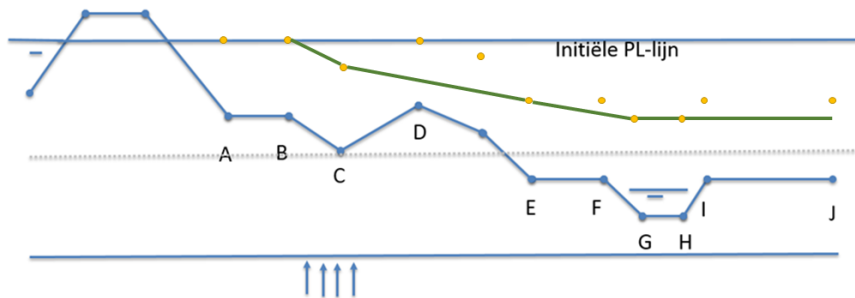
A: Binnenteen
 C: Eerste opdruklocatie



Stap 2

Bereken de oprijfveiligheid in alle surface line punten vanaf de insteek binnenberm of binnenteen (indien geen berm aanwezig). In dit voorbeeld zijn dat de punten A t/m J en punt tussen D en E, de gecorrigeerde PL waarde is weergegeven in gele punten in onderstaande afbeelding. NB: de gecorrigeerde PL waarde wordt nooit hoger dan de initiële PL. In onderstaand voorbeeld is locatie C het eerste oprijfpunt en bij locaties E, F, G, H, I en J treedt ook oprijven op. NB: Of bij de sloot rekening gehouden wordt met oprijven, wordt uitgelegd in het [Controle op oprijven](#).

A: Binnenteen
 C: Eerste opdruklocatie



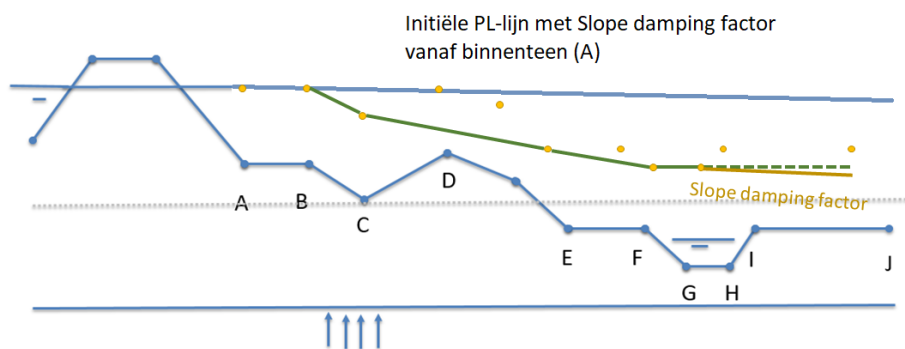
Stap 3

Teken de PL- lijn over de minimale punten, de groene lijn; oftewel de PL lijn loopt nooit omhoog.

Stap 4 (indien Slope damping factor ongelijk is aan nul)

Teken vanaf de laatste (minimale) opdrijfpunt met een helling volgens Slope damping factor de PL lijn naar een waarde van PL2 (of polderpeil indien PL2 niet gegeven is).

A: Binnenteen
 C: Eerste opdruklocatie



6.1.3.2 Toekenning stijghoogte aan de lagen

Voor DAM is het noodzakelijk dat de onderste laag een watervoerende laag is; d.w.z. opgegeven in de aquifers.csv in het geval van een 2D geometrie of in het geval van een 1D geometrie aangegeven als aquifer in de soilprofiles.csv.

DAM definieert de watervoerende lagen vanaf onder naar boven (richting maaiveld). Aan de onderste laag (altijd een watervoerende laag) wordt piëzoliijn (PL3) toegekend. De waterspanningen in de indringingslaag worden geschematiseerd met behulp van PL2. In het geval een watervoerende tussenlaag aanwezig is, dan wordt hier PL4 aan toegewezen.

Als er meerdere watervoerende lagen aaneengesloten boven elkaar liggen (stapeling), dan zal DAM aan al deze lagen dezelfde PL toekennen, uitgaande van een hydrostatisch verloop van de waterspanningen. De scheiding tussen de watervoerende laag en cohesieve laag wordt dan bepaald door de bovenkant van de hoogst gelegen watervoerende laag in de stapeling.

DAM kan overweg met meerdere watervoerende lagen (aquifers, zie [paragraaf 4.4.6](#)). Er is er altijd minimaal 1 nodig. Voor (stabiliteits)berekeningen kunnen in DAM verschillende opties worden gekozen om het verloop van de stijghoogte in verticale richting te schematiseren:

- 1 DAM Standaard
- 2 Lineair
- 3 Hydrostatisch
- 4 Volledig hydrostatisch
- 5 Semi-tijdsafhankelijk

Tabel 6.5 geeft een overzicht van de positie van de waternetlijnen per optie.

Verloop stijghoogte	Positie van de waternetlijn toegekend aan piëzoliijn ...			
	PL 1	PL 2	PL 3	PL 4
DAM Standaard	Onderzijde van de lagen waarin PL 1 ligt ²	Geen	Bovenkant onderste watervoerende laag	Elke watervoerende tussenlaag (indien aanwezig) ³
Semi-tijdsafhankelijk		Bovenkant indringingszone ⁴		
Lineair	Maaiveld	Geen		
Hydrostatisch	Bovenkant bovenste watervoerende laag + 1 mm ⁵	Geen		
Volledig hydrostatisch	Onderkant onderste watervoerende laag	Geen	Geen	Geen

Tabel 6.5: Omschrijving van de positie van de verschillende waternetlijnen per verloop stijghoogte type

²Als PL 1 in de onderste watervoerende laag ligt, dan wordt de bovenkant van de onderste watervoerende laag met 1 mm verhoogd om te voorkomen dat deze waternetlijn samenvalt met de waternetlijn die bij PL 3 hoort.

³Met uitzondering van watervoerende tussenlagen die in het dijklichaam liggen.

⁴Deze waternetlijn wordt alleen gemaakt als de laagdikte van de indringingslaag > 0 m.

⁵Met 1 mm verhoogd om te voorkomen dat deze waternetlijn samenvalt met de waternetlijn die bij PL 3 (of PL 4 indien aanwezig) hoort.

Ad 1 Verloop waterspanning DAM Standaard

Standaard schematiseert DAM de stijghoogten in verticale richting middels lineaire interpolatie in de slappe lagen. In het dijklichaam, de grondlagen waarin het freatisch vlak ligt en de watervoerende lagen wordt uitgegaan van een hydrostatisch verloop. Dit betekent dat de waternetlijn waar PL 1 op gebaseerd is, op de onderzijde van de grondlagen ligt “waarin het freatisch vlak ligt”. Daar waar PL 1 boven het maaiveld ligt, ligt de lijn op het maaiveld. Dat is geschematiseerd in [figuur 6.8](#) en [figuur 6.9](#).

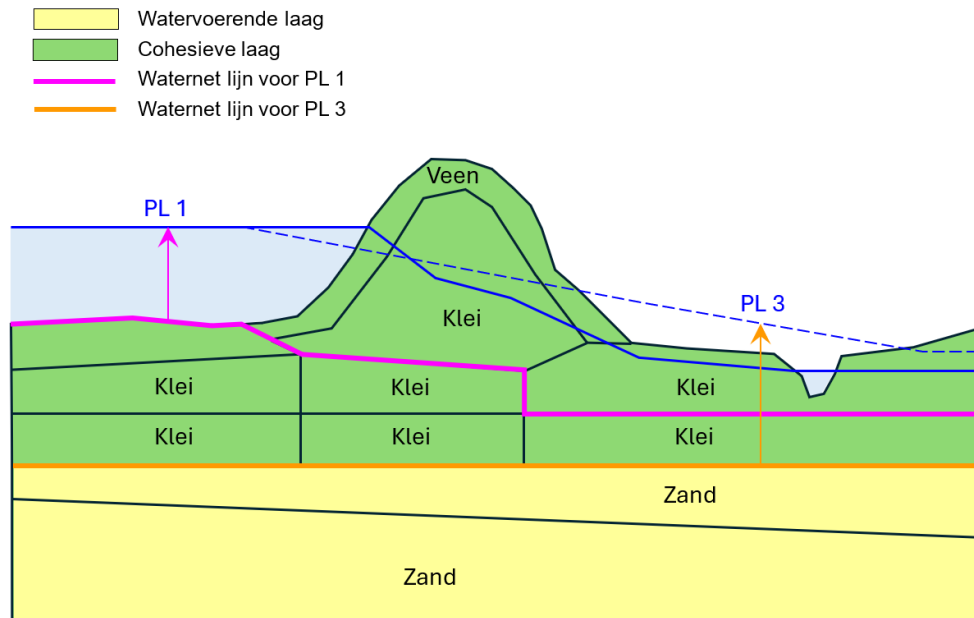
Note: Als (een deel van) het freatisch vlak in de onderste watervoerende laag ligt ([figuur 6.10](#)), dan wordt de positie van de waternetlijn waar PL 1 op gebaseerd is gecorrigeerd door de bovenkant van de onderste watervoerende laag te nemen.

De waternetlijn waar PL 3 op gebaseerd is, ligt op de bovenkant van de onderste watervoerende laag. Wanneer watervoerende lagen op elkaar liggen, worden ze als één geteld.

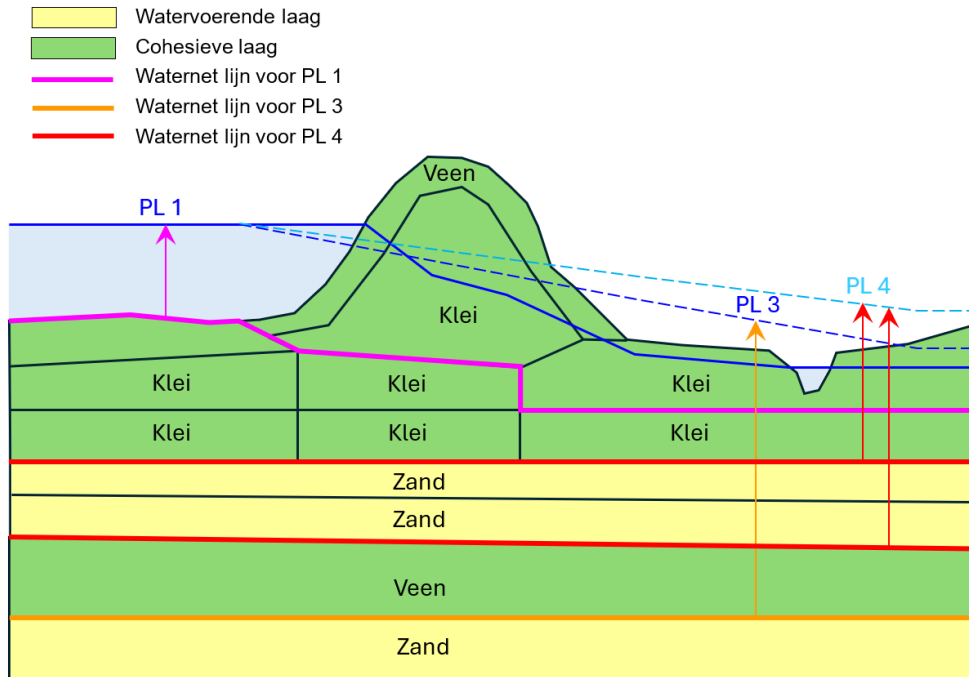
Als er watervoerende tussenlagen aanwezig zijn, wordt rondom elke watervoerende tussenlaag een gesloten waternetlijn toegekend aan PL 4, met uitzondering van de watervoerende tussenlagen die in het dijklichaam liggen.

Note: Voor de tussenliggende watervoerende lagen die de sloot doorsnijden, zijn de waternetlijnen aan de boven- en onderkant alleen geschematiseerd voor het 1D-profiel, niet voor het 2D-profiel.

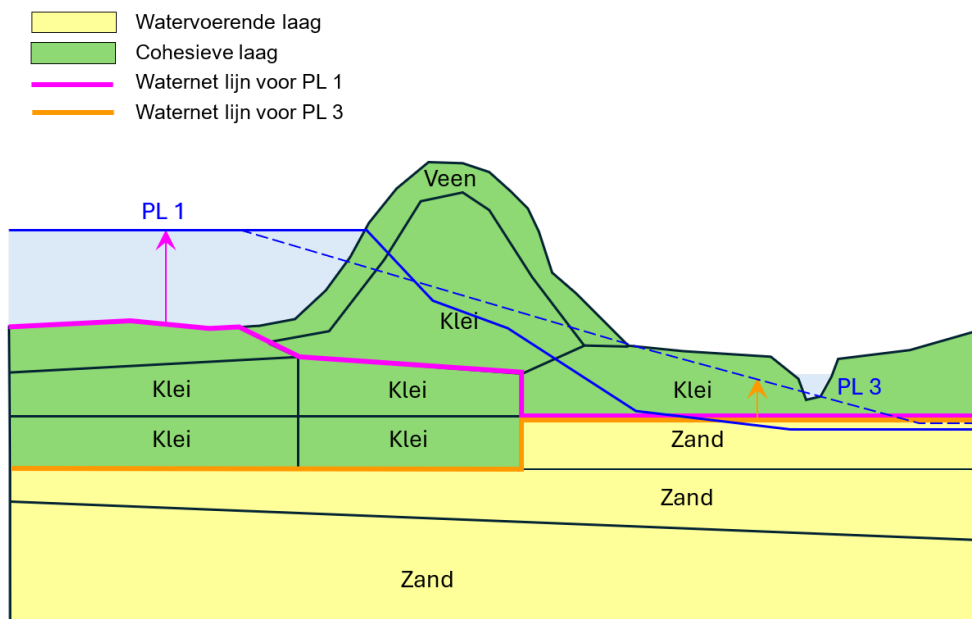
Note: In de *DAM Standaard* schematisatie wordt geen indringingszone geschematiseerd, ook als er een indringingslengte opgegeven is. Om de indringingszone te schematiseren moet de *Semi-tijdsafhankelijk* optie gekozen worden.



Figuur 6.8: Schematisering van waterspanningen DAM Standaard zonder tussenliggende watervoerende laag



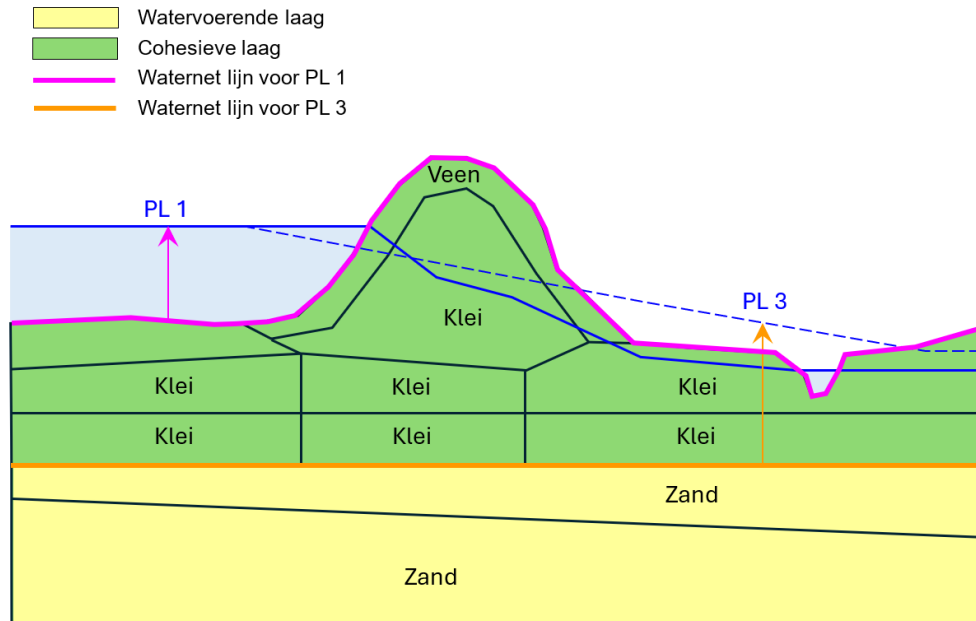
Figuur 6.9: Schematisering van waterspanningen DAM Standaard met tussenliggende watervoerende laag



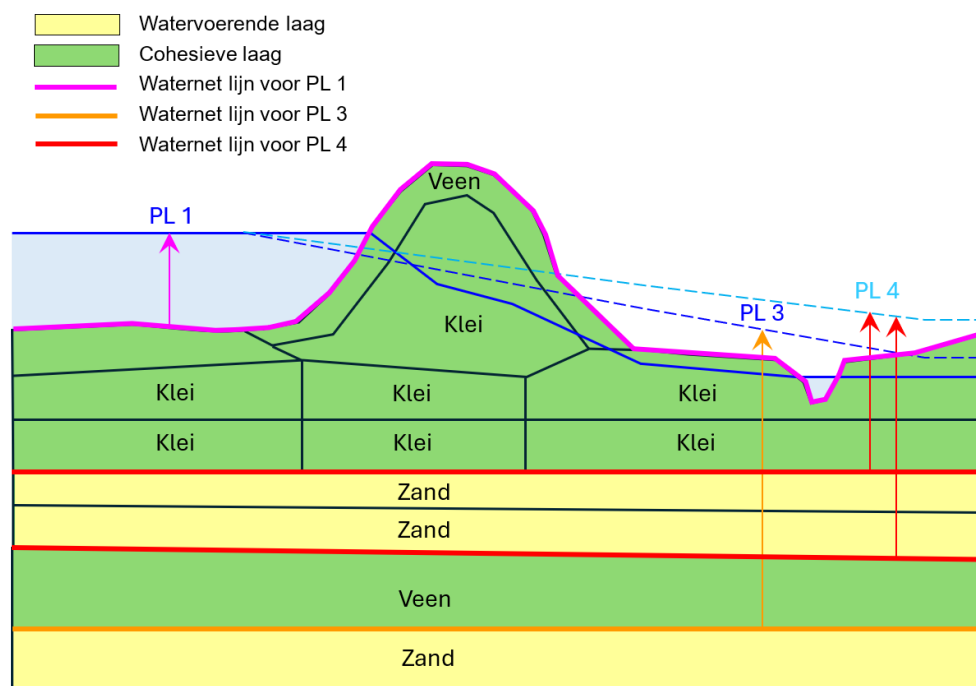
Figuur 6.10: Schematisering van waterspanningen DAM Standaard wanneer een deel van het freatisch vlak in de onderste watervoerende laag ligt

Ad 2 Volledig lineair verloop waterspanningen

Deze schematiseringsmethode ligt het dichtst bij de 'DAM Standaard' schematisering. In deze variant zullen de waterspanningen in de lagen waar het freatisch vlak doorloopt niet meer hydrostatisch verlopen, maar lineair. De waternetlijn waar PL1 op gebaseerd is, ligt in dit geval op het maaiveld (figuur 6.11).



Figuur 6.11: Schematisering van waterspanningen "Volledig lineair zonder tussenliggende watervoerende laag"



Figuur 6.12: Schematisering van waterspanningen "Volledig lineair" met tussenliggende watervoerende laag

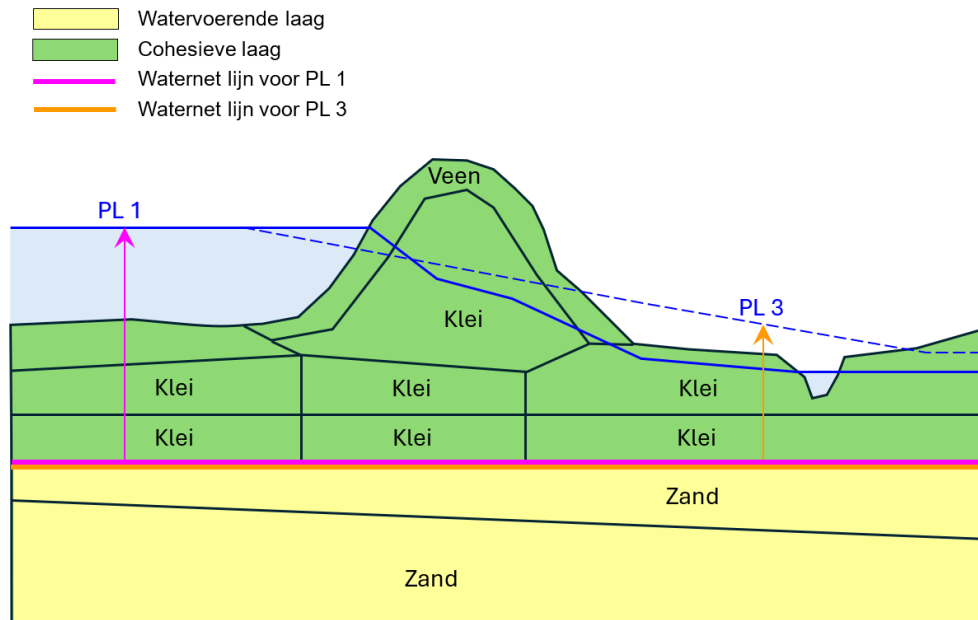
Ad 3 Hydrostatisch verloop waterspanning

In geval van één aquifer zullen de waterspanningen van het freatisch vlak (PL 1) tot de stijghoogte (PL 3) in de aquifer, hydrostatisch verlopen. De waternetlijn waar PL 1 op gebaseerd is, ligt in dit geval op de bovenzijde van de (hoogst liggende) aquifer. De waternetlijn waar PL 3 op gebaseerd is, ligt op de bovenkant van de onderste watervoerende laag.

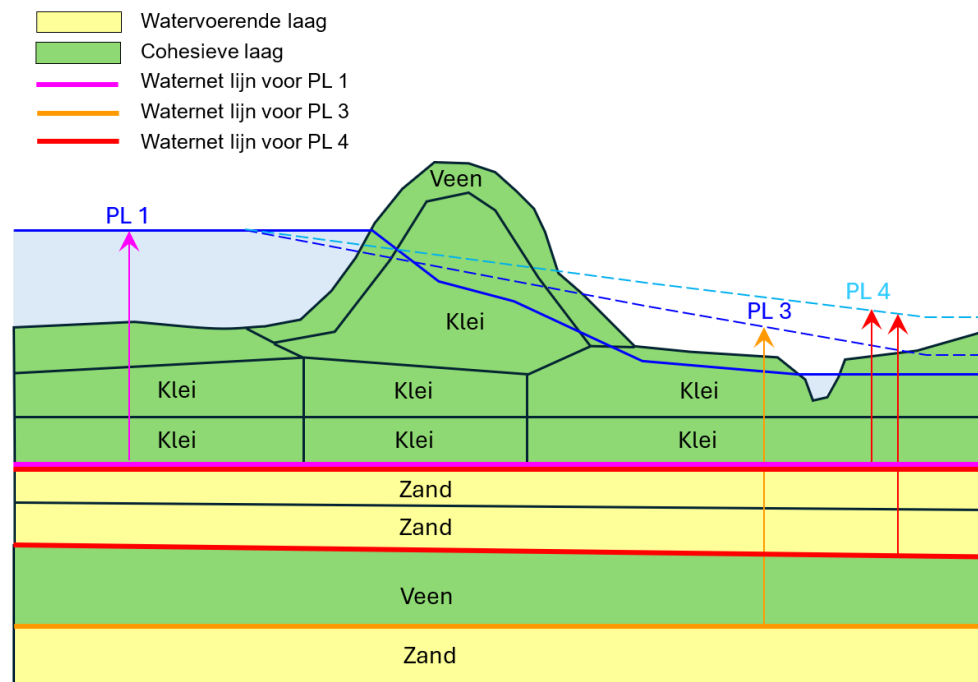


Note: De waternetlijn PL 1 en de waternetlijn PL3 vallen samen (figuur 6.11). Dat is niet toegestaan in de Macrostability kernel. De waternetlijn PL 1 wordt daarom 1 mm boven de waternetlijn PL 3 verschoven.

In geval van twee, niet op elkaar liggende, aquifers zal het verloop van het freatisch vlak tot de eerste aquifer, hydrostatisch verlopen (figuur 6.12). Dus idem als het geval met één aquifer. Vervolgens zullen de waterspanningen tussen de verschillende aquifers lineair verlopen.



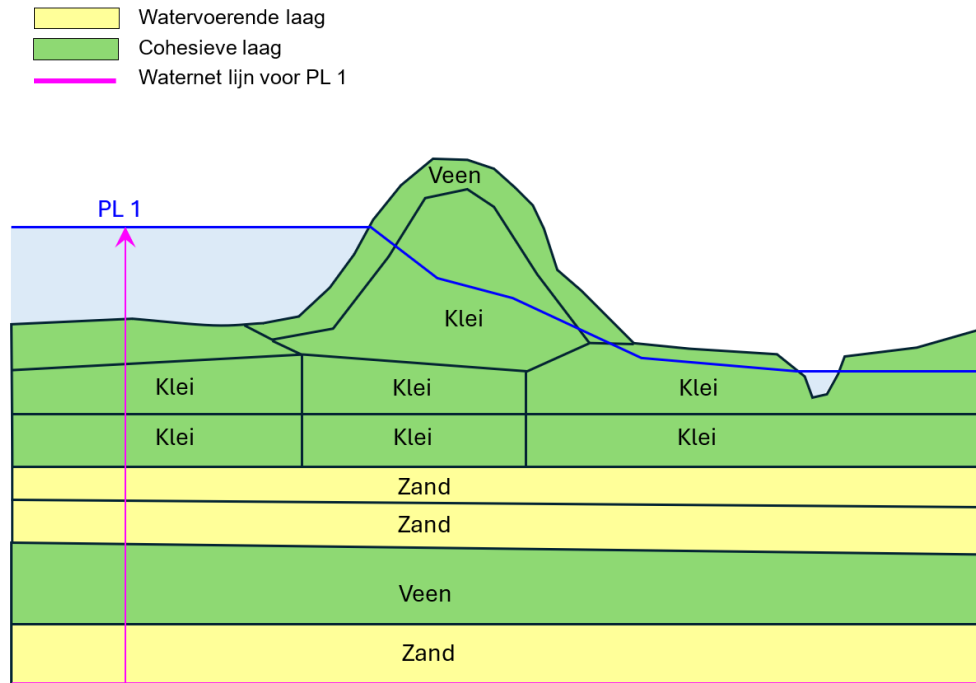
Figuur 6.13: Schematisering van waterspanningen Hydrostatisch zonder tussenliggende watervoerende laag



Figuur 6.14: Schematisering van waterspanningen "Hydrostatisch" met tussenliggende watervoerende laag

Ad 4 Volledig hydrostatisch

Deze schematisering is identiek als *Ad 3 Hydrostatisch*, met het verschil dat de aquifer ook de stijghoogte van het freatisch vlak toegewezen krijgt (PL 1). De waternetlijn waar PL 1 op gebaseerd is, ligt dus op de onderzijde van de onderste aquifer (figuur 6.15). Alle PL3 en PL4 toewijzingen vervallen hier. Opdrijven zal dan nooit voorkomen.

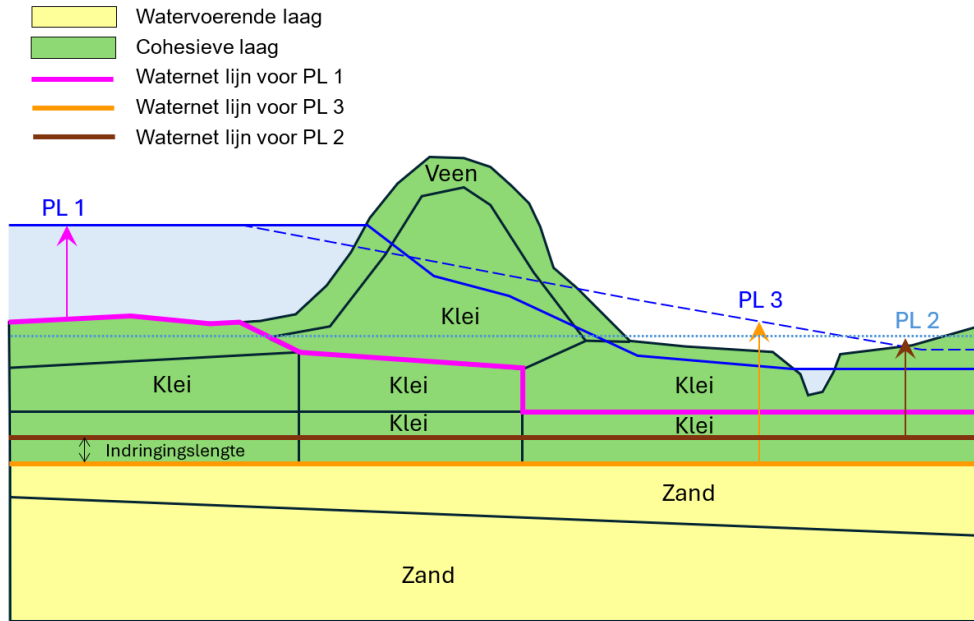


Figuur 6.15: Schematisering van waterspanningen "Volledig hydrostatisch"

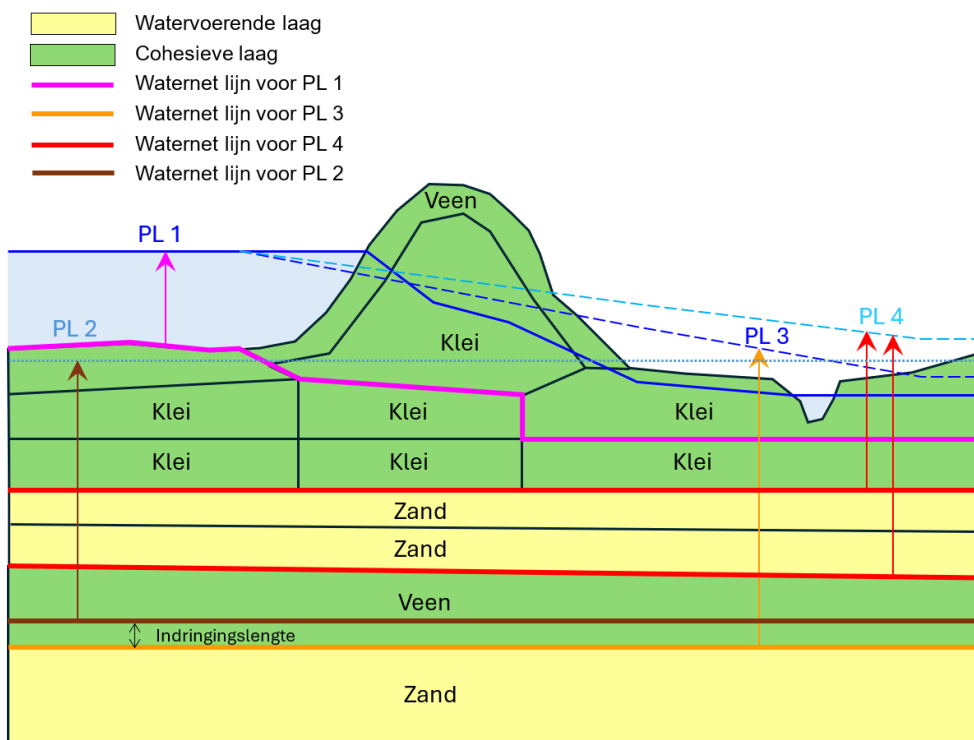
Ad 5 Semi-tijdsafhankelijk

Voor het waterspanningsverloop semi-tijdsafhankelijk moet een indringingslengte (penetratieleugte) worden opgegeven.

Voor het waterspanningsverloop wordt de schematisering van "DAM Standaard" (zie Ad 1) aangehouden, maar over de indringingslaag verloopt de stijghoogte van PL 2 naar PL 3 lineair, zie figuur 6.16. Als er ook een tussenzandlaag is gedefinieerd (figuur 6.17), moet de gebruiker er zelf voor zorgen dat de indringingslaag niet samenvalt met de tussenzandlaag.



Figuur 6.16: Schematisering van waterspanningen Semi-tijdsafhankelijk zonder tussenliggende watervoerende laag



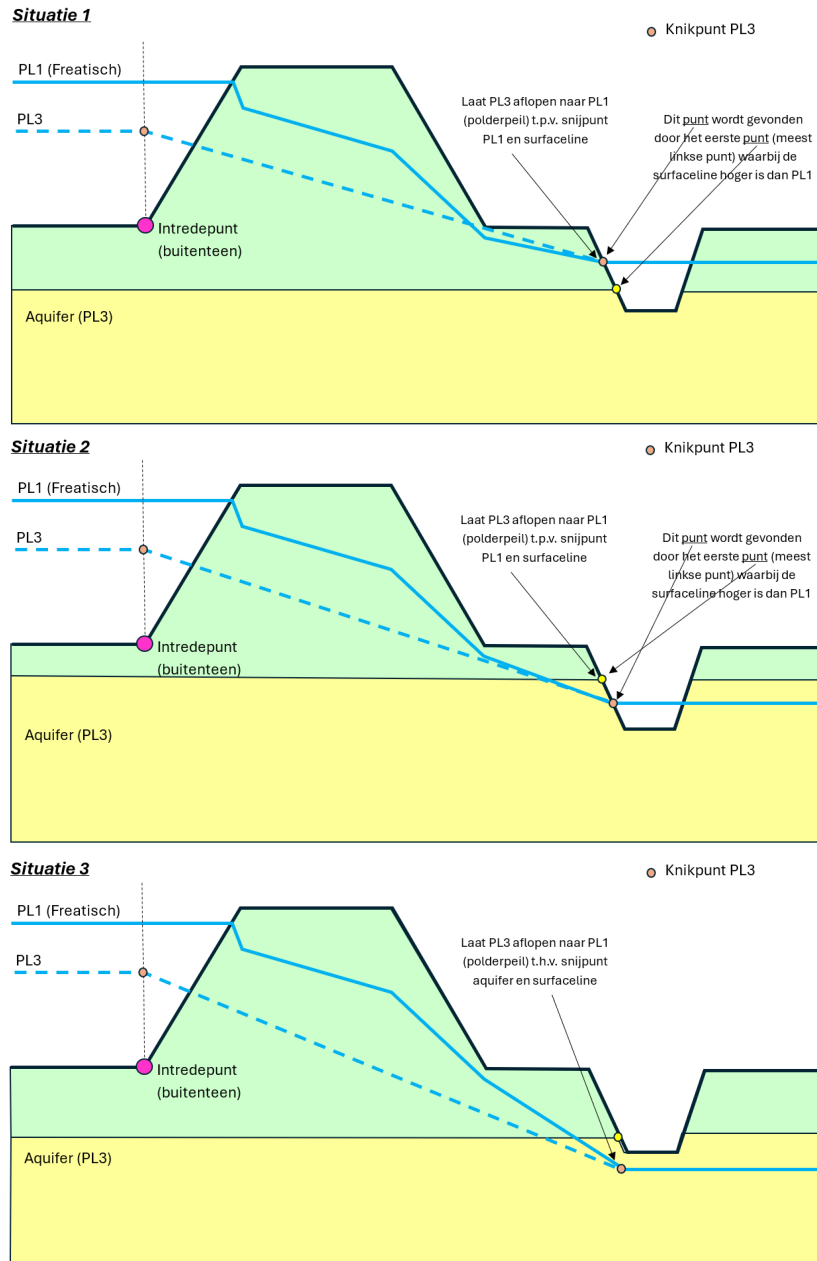
Figuur 6.17: Schematisering van waterspanningen Semi-tijdsafhankelijk met tussenliggende watervoerende laag

6.1.4 Controle op het raken of doorsnijden van de hoogtegeometrie met de watervoerende laag

Voorafgaand aan de controle op opdrijven, wordt er een controle gedaan op het raken of doorsnijden van de hoogtegeometrie met de watervoerende laag. Als er geen doorsnijdingen zijn dan dient de bestaande beslisboom voor opdrijven ([paragraaf 6.1.5](#)) te worden gevolgd.

Als er wel doorsnijdingen zijn dan wordt de bestaande beslisboom voor opdrijven ([figuur 6.21](#)) niet gebruikt en volgt de volgende procedure:

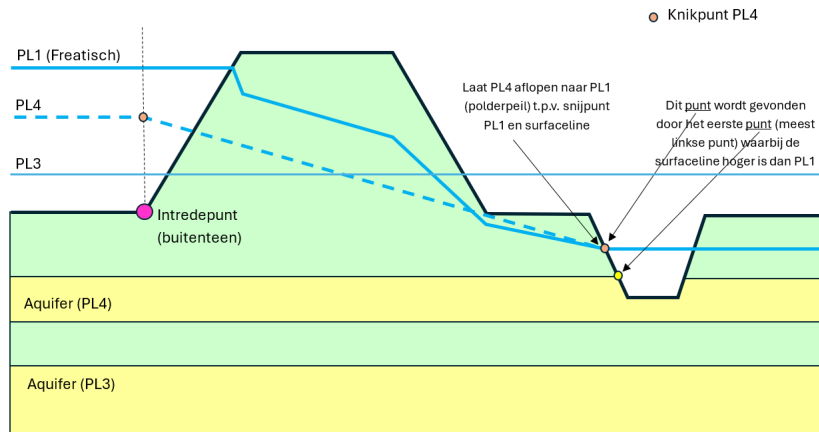
- ◇ We bepalen het verloop van PL3 van “links naar rechts” (van buitenwaarts naar binnenwaarts)
- ◇ PL3 krijgt een knikpunt ter plaatse van de buitenteen (eigenlijk intredepunt).
- ◇ Ter plaatse van de eerste (meest buitenwaartse) doorsnijding van de watervoerende laag door de hoogtegeometrie wordt het meest “linkse” (buitenwaterzijde) punt gezocht waarbij de surfaceline hoger is dan de freatische lijn (PL1). Dit is het volgende knikpunt voor PL3.
 - In het geval dat PL1 lager is dan de hoogtegeometrie, bevindt het knikpunt van PL3 zich ter hoogte van het snijpunt tussen hoogtegeometrie en watervoerende laag.
- ◇ Na dit knikpunt verloopt PL3 richting achterland zoals PL1.
- ◇ Het verticale verloop van de waterspanningen volgt de gebruikelijke procedure.



Figuur 6.18: Situaties waar teensloot insnijdt in watervoerende laag – Situatie 1: PL1 ligt boven het snijpunt; situatie 2: PL1 ligt onder het snijpunt; situatie 3: PL1 is lager dan de hoogtegeometrie

Schematisering PL4 en PL3 bij tussenzandlaag (d.w.z. 2 watervoerende lagen)

Bij een tussenzandlaag wordt de procedure voor het bepalen van PL4 gelijk aan de procedure zoals deze hierboven is beschreven voor PL3. Als de onderste aquifer (PL3) niet wordt doorsneden door de hoogtegeometrie dan is het verloop van PL3 gelijk aan de gebruikelijke procedure. Als de onderste aquifer (PL3) wel wordt doorsneden door de hoogtegeometrie dan wordt het verloop eveneens bepaald door de hierboven beschreven procedure voor het bepalen van PL3 bij één doorsneden aquifer.



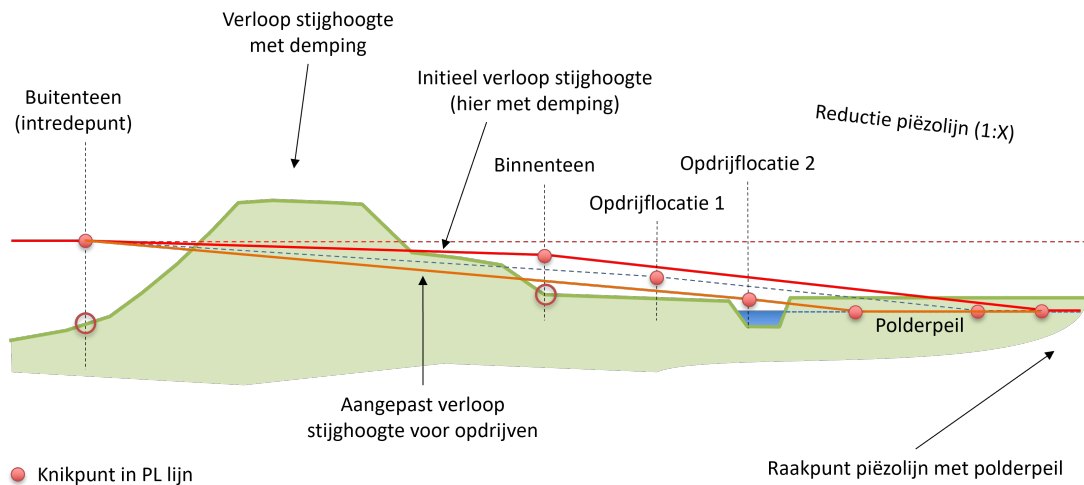
Figuur 6.19: Situaties waar teensloot insnijdt in tussenliggende watervoerende laag

6.1.5 Controle op opdrijven

Vanaf de binnenteen tot midden slootbodembodem, wordt door DAM berekeningen gemaakt of er opdrijven optreedt. Hiervoor wordt de formule uit het VTV (Rijkswaterstaat) gebruikt en de initiële schematisering van de stijghoogten):

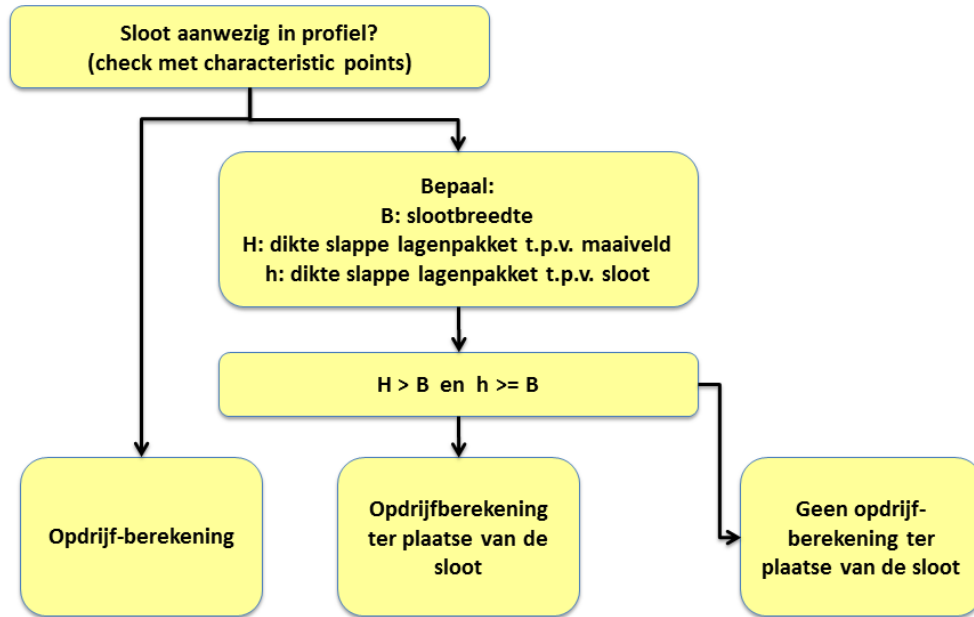
$$\text{opdrukveiligheid} = \frac{\sigma_g}{\sigma_w} \tag{6.1}$$

Als er geen sloot aanwezig is, worden de berekeningen tot de grens van het dwarsprofiel uitgevoerd. Indien er opdrijven wordt berekend, reduceert DAM de PL3 of PL4 naar een waarde waarbij opdrijven net niet meer optreedt, oftewel label evenwicht (zie figuur 6.20).

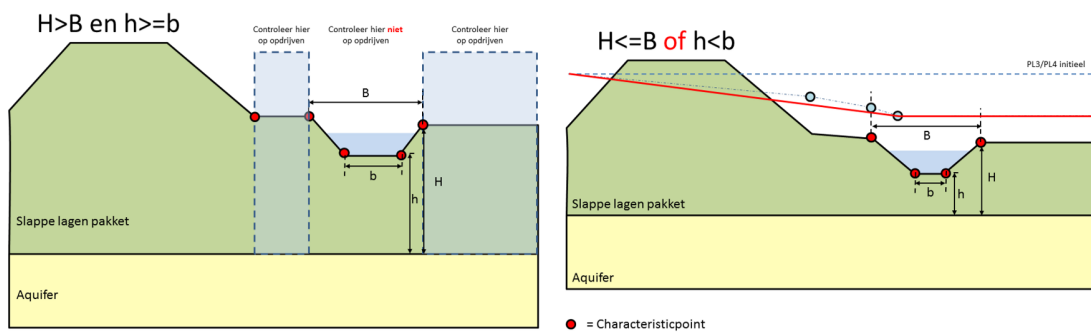


Figuur 6.20: Reductie stijghoogte bij opdrijven. DAM controleert van de binnenteen tot het midden van de sloot op opdrijven en past daarop de stijghoogte aan tot label evenwicht

Indien er wel een sloot aanwezig is, wordt op opdrijven van PL3/PL4 gecontroleerd zoals beschreven in Bijlage 1 van het Technisch Rapport Waterspanningen bij dijken (TAW) aangehouden met daarop 1 uitzondering dat de laatste bullet niet meegenomen is. De beslisboom in figuur 6.21 zal doorlopen worden binnen de opdrijfberekening, om te bepalen of ook opdrijven bij de sloot wordt meegenomen. Figuur 6.22 verduidelijkt de beslisboom. De opdrijfberekening geldt zowel voor primaire, als wel, regionale keringen.

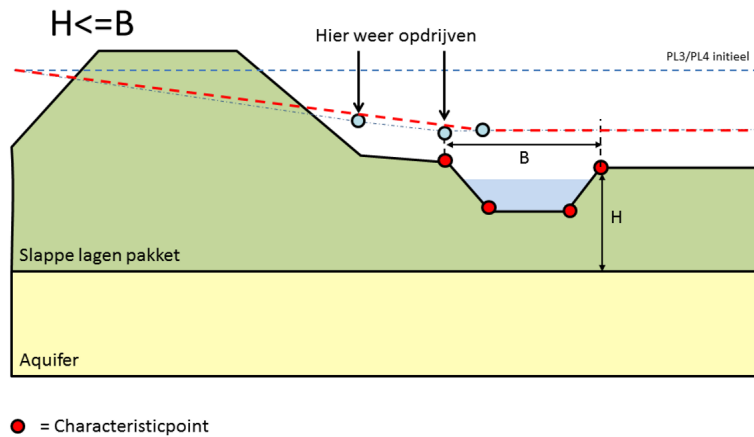


Figuur 6.21: Beslisboom opdrijven



Figuur 6.22: Opdrijfberekening ter plaatse van de sloot

Een opmerking dient gemaakt te worden ten aanzien van het geval dat er wel een opdrijf-berekening uitgevoerd wordt ter plaatse van de sloot. Het kan dan namelijk zijn dat door het weggooien van de voorliggende punten feitelijk weer opdrijven kan ontstaan tussen de binnenteen en de sloot. Dit is weergegeven in [figuur 6.23](#). Om dit te corrigeren wordt een controlestep uitgevoerd, zoals weergegeven in het schema. Met de aangepaste PL lijn voor PL3/4 wordt de opdrijfberekening nog een keer uitgevoerd.



Figuur 6.23: Opdrijfberekening ter plaatse van de sloot na opdrijfberekening in de sloot



Het mag duidelijk zijn dat de ligging van de karakteristieke punten van groot belang is voor het schematiseren. Het vastleggen van deze punten is dan ook een belangrijk onderdeel binnen het spoor “data op orde”.

6.1.6 Definitieve schematisering stijghoogtes

Op basis van de initiële generatie van de waterspanningen en controle op opdrijven wordt de definitieve schematisering van de waterspanningen aangemaakt. Hierbij wordt in horizontale richting lineair geïnterpoleerd tussen de verschillende (berekende) knikpunten in de PL lijnen.

6.2 Geometrie aanpassen

Ten behoeve van beleidsstudies of het vaststellen van de invloedsgrenzen, of noodmaatregelen kan het handig zijn om een profiel te kunnen genereren die voldoet aan opgegeven veiligheidsfactor. Hiervoor is DAM in staat om automatisch profielaanpassing te doen, op basis van een aantal uitgangspunten.

De automatische profielaanpassing in DAM bestaat uit de volgende stappen:

- 1 Kruinverhoging
- 2 Taludverflauwing
- 3 Bermontwikkeling

Na de aanpassing van de kruinhoogte naar DTH (indien nodig), zal DAM eerst een stabiliteitsom uitvoeren. Indien de veiligheidsfactor niet voldoet aan de opgegeven norm, zal DAM de geometrie aanpassen tot deze wel voldoet. Hier zijn twee opties mogelijk:

1 Optimaal taludverflauwing en bermaanleg

Als blijkt dat het uittredepunt van de glijcirkel op het binnentalud ligt én de berekende veiligheidsfactor kleiner is dan de opgegeven veiligheidsfactor, dan zal DAM (mits de optie profiel adaptie aanstaat) overgaan tot taludverflauwing totdat de berekende veiligheidsfactor \geq benodigde veiligheidsfactor en het uittredepunt van de glijcirkel op het binnentalud ligt (zie [figuur 6.29](#)). Als het uittredepunt niet meer op het binnentalud ligt en de berekende veiligheidsfactor niet voldoet aan de gewenste veiligheidsfactor, dan zal DAM overgaan tot het genereren van een stabiliteitsberm (zie [paragraaf 6.2.3](#)).

2 Eerst taludverflauwing en daarna bermaanleg

Indien (vanwege ontwerpredenen) het onwenselijk is om een berm aan te leggen, kan voor deze optie gekozen worden. Dit betekent dat als de veiligheidsfactor kleiner is dan de opgegeven veiligheidsfactor, een geometrieanpassing altijd gedaan wordt door het toepassen van taludverflauwing (paragraaf 6.2.2). Pas nadat de “taludverflauwing eind cotangent” bereikt is en het profiel nog niet aan de gestelde veiligheidsfactor voldoet zal een berm worden ontworpen.

6.2.1 Kruinverhoging

Tijdens deze stap controleert DAM of de aanwezige kruinhoogte voldoet aan de benodigde (opgegeven) dijktafelhoogte (DTH, attribuut: DikeTableHeight).

Indien de kruinhoogte (Z-waarde van karakteristiek punt ‘Buitenkruin’) gelijk of hoger is dan de opgeven DTH dan wordt het profiel niet aangepast. Indien het profiel lager is dan de opgegeven DTH dan past DAM de geometrie aan en creëert een nieuwe oppervlaktelijn (surface line). De nieuwe geometrie kan

- 1 op basis van de oorspronkelijk taludhellingen (α en β) en de oorspronkelijke kruinbreedte (B) (zie figuur 6.24) worden bepaald of
- 2 op basis van vooraf opgegeven waarden.

Ad 1

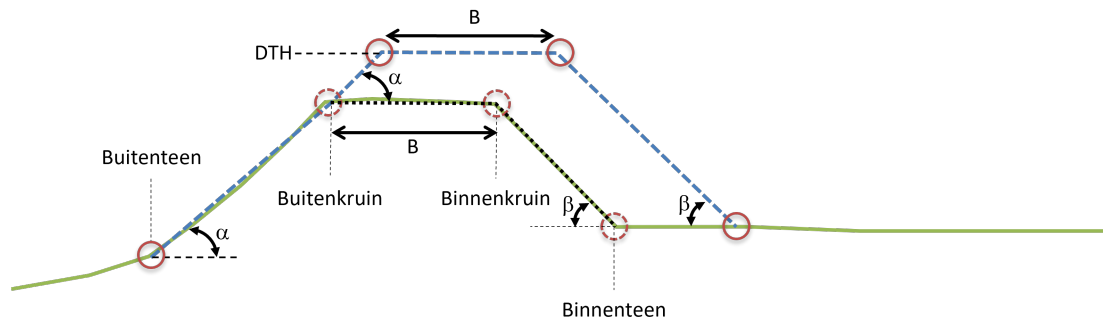
De taludhellingen, als wel de kruinbreedte, worden vastgesteld op basis van de karakteristieke punten:

- ◇ De buitentaludhelling (α) volgt uit de berekende helling op basis van de buitenteen en de buitenkruinlijn. In geval een buitenberm aanwezig is wordt de buitentaludhelling bepaald op basis van de insteek van de buitenberm en de buitenkruinlijn.
- ◇ De kruinbreedte (B) volgt uit de afstand tussen de karakteristieke punten buitenkruinlijn en binnekruinlijn.
- ◇ De binnentaludhelling (β) volgt uit de berekende helling op basis van de binnenteen en de binnenkruinlijn. In geval een binnenberm aanwezig is wordt de binnentaludhelling bepaald op basis van de insteek van de binnenberm en de binnenkruinlijn.

Ad 2

Er kan door de gebruiker een nieuwe waarde voor profielaanpassingen gegeven worden door het bijbehorende vakje aan of uit te vinken. De parameters die handmatig gekozen worden staan onderstaand opgesomd. Indien een vakje uitgevinkt staat, wordt de standaardoptie conform Ad 1 gebruikt.

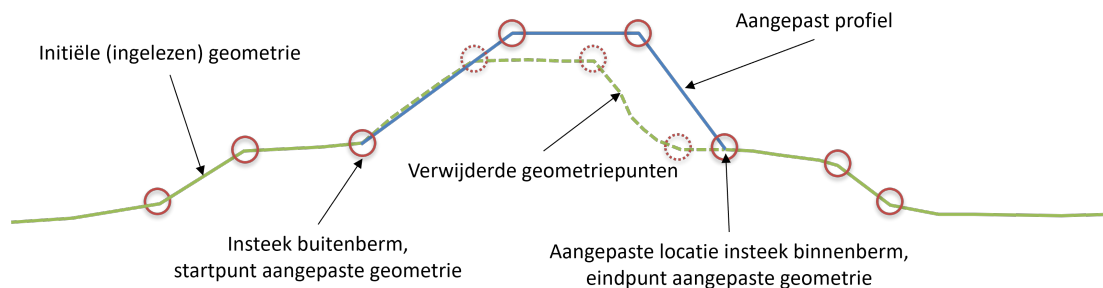
- ◇ Kruinbreedte (UseNewDikeTopWidth, NewDikeTopWidth)
- ◇ Helling binnenzijde (UseNewDikeSlopeInside, NewDikeSlopeInside)
- ◇ Helling buitenzijde (UseNewDikeSlopeOutside, NewDikeSlopeOutside)



Figuur 6.24: Aangepaste geometrie voor DTH

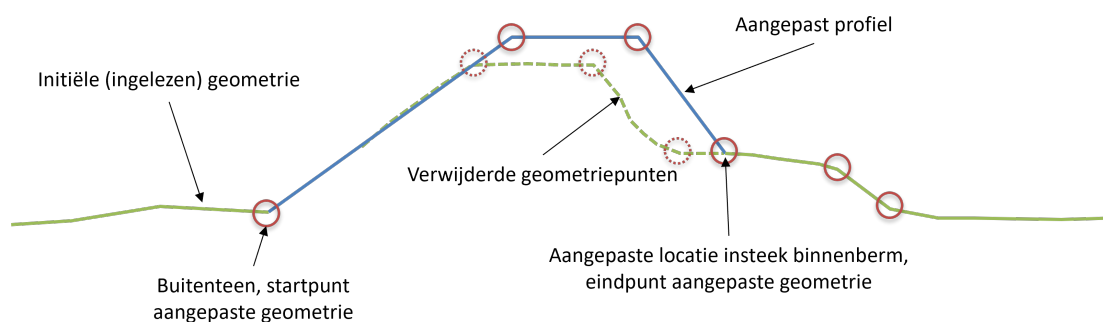
De aangepaste geometrie heeft als startpunt de buitenteen van het initiële profiel (zie [figuur 6.25](#)). In het geval er geen binnenberm aanwezig is zal de binnenteen van het aangepaste profiel verder weg liggen langs het profiel dan de oorspronkelijke binnenteen (zie [figuur 6.24](#)). Als de situatie zich voordoet dat de aangepaste geometrie snijdt met een aanwezig binnenberm, dan zal de insteek van de binnenberm opschuiven (zie [figuur 6.25](#)).

Voor alle aangepaste profielen geldt dat de geometriepunten vallend binnen het aangepaste profiel worden verwijderd. De karakteristieke punten schuiven mee met de geometrie aanpassing.



Figuur 6.25: Aangepaste geometrie met startpunt geometrie aanpassing in de buitenteen

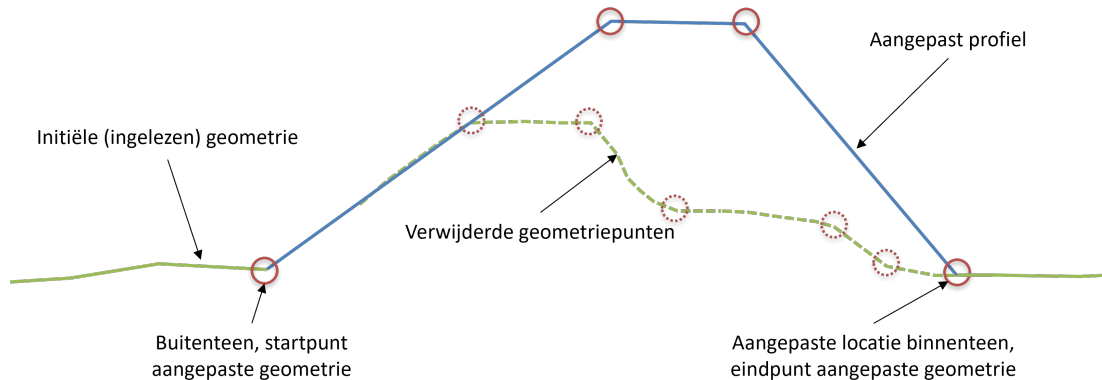
In het geval sprake is van een buitenberm zal de aangepaste geometrie starten vanuit de insteek van de buitenberm (zie [figuur 6.26](#)).



Figuur 6.26: Aangepaste geometrie met startpunt geometrie aanpassing buitenberm

Als door de geometrie aanpassing de nieuwe dijkbasis dusdanig breed wordt dat de gehele

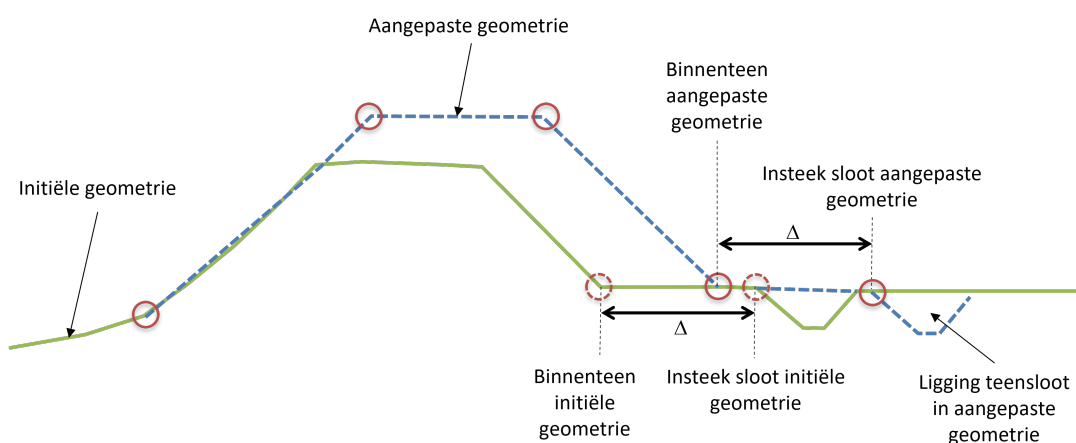
initiële geometrie binnen het aangepaste profiel valt, dan worden alle tussenliggende geometriepunten, inclusief de karakteristieke punten van de binnenberm, verwijderd (zie [figuur 6.27](#)).



Figuur 6.27: Aangepaste geometrie met startpunt geometrie buitenteen en toegenomen dijkbasis

Als een sloot aanwezig is in het profiel zal DAM de sloot opschuiven in het geval de ligging van de aangepaste binnenteen verder ligt dan de ligging van de binnenteen in het initiële profiel (zie [figuur 6.27](#)). De sloot schuift langs het niet aangepast deel van het initiële profiel. Bij de verschuiving van de sloot houdt DAM de oorspronkelijke afstand van de binnenteen tot de insteek sloot (Δ) gelijk. Daarbij houdt de sloot zijn oorspronkelijke afmetingen. Zie [figuur 6.28](#). Daarnaast kan de gebruiker nieuwe gewenste parameters voor de sloot opgeven:

- ◇ Toegestane afstand binnenteen-sloot
- ◇ Nieuwe definitie sloot:
 - Breedte slootbodem (UseNewMinDistanceDikeToeStartDitch, NewMinDistanceDikeToeStartDitch)
 - Helling sloot (UseNewDitchDefinition, NewWidthDitchBottom)
 - Diepte sloot (NewDepthDitch, NewSlopeAngleDitch)



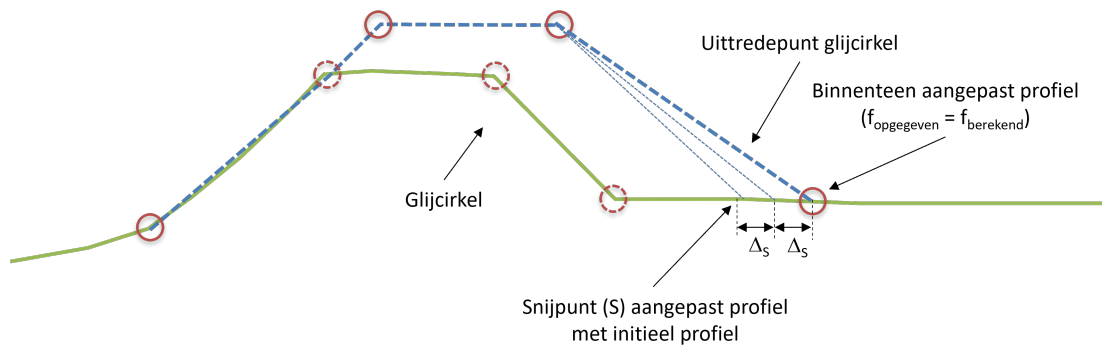
Figuur 6.28: Verschuiving teensloot

6.2.2 Taludverflauwing

De taludverflauwing wordt stapsgewijs uitgevoerd. De stappen zijn gedefinieerd ten opzichte van het snijpunt (S) van het aangepaste profiel met het initiële profiel. Feitelijk geeft de gebruiker op hoeveel dit snijpunt opschuift per rekenstap (attribuut: StabilitySlopeAdaptionDeltaX). De opgegeven waarde (Δ_s) is de horizontale afstand (in meters) van het snijpunt (S) langs het profiel. Het maximaal aantal iteraties is begrensd op 200. Dit om te voorkomen dat DAM in een oneindige lus komt als de opgegeven veiligheidsfactor niet bereikt kan worden.



Des te kleiner Δ_s gedefinieerd is, des te meer de oplossing (geometrie aanpassing) in de buurt zal liggen van de opgegeven veiligheidsfactor. Echter, dit zal de rekentijd (afhankelijk van het aantal iteratieslagen) wel doen toenemen. Als default waarde wordt 1 m aangehouden.



Figuur 6.29: Iteratieve taludverflauwing binnentalud op basis van uittredepunt glijcirkel

De gebruiker kan nieuwe gewenste parameters voor de taludontwikkeling opgeven:

- ◇ Taludverflauwing start cotangent
- ◇ Taludverflauwing eind cotangent
- ◇ Taludverflauwing stap cotangent

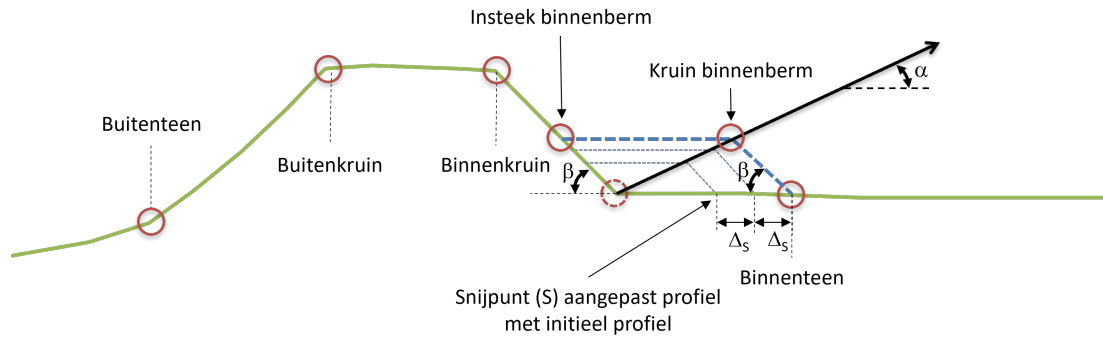
6.2.3 Bermontwikkeling

DAM ontwikkelt iteratief een stabiliteitsberm zolang de opgegeven veiligheid nog niet bereikt wordt. Het maximaal aantal iteratiestappen is 200. Deze limiet voorkomt dat DAM in een oneindige iteratielust terecht komt als het opgegeven veiligheidsniveau niet gehaald wordt.

Het gebruikte algoritme is gebaseerd op het verleggen van de kruin binnenberm over een rechte lijn met een hellingshoek (α), zie [figuur 6.30](#). De standaardwaarde is 0,33 (1:3), maar is ook door de gebruiker op te geven (attribuut 'StabilityShoulderGrowSlope').

Het aanpassen gaat in stappen met een opgegeven horizontale stap grootte van verlegging van de binnenteen (Δ_s). De stapgrootte staat standaard op 1 m, maar is aan te passen (attribuut 'StabilityShoulderGrowDeltaX'). De bermontwikkeling stopt als de berekende veiligheidsfactor van het aangepaste profiel \geq de opgegeven veiligheidsfactor.

Voor het startpunt van de bermontwikkeling wordt de binnenteen gebruikt. Als er in het oorspronkelijke dwarsprofiel al een berm aanwezig is, wordt het punt 'Kruin binnenberm' als oorsprong gebruikt. Tijdens de bermontwikkeling blijft de kruin van de berm horizontaal, vergelijkbaar met de kruinverhoging, zie [paragraaf 6.2.1](#).



Figuur 6.30: Iteratieve bermontwikkeling bij macrostabiliteit

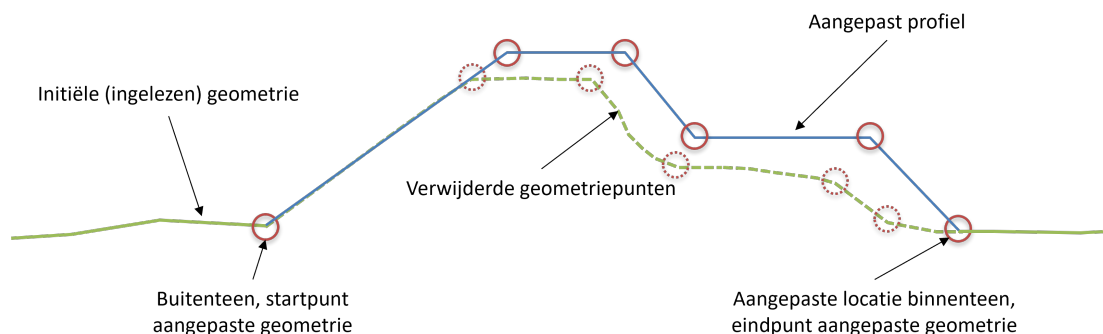
De bermталudhelling (β) volgt uit de berekende helling op basis van de binnenteen en de binnenkruinlijn. In geval een binnenberm aanwezig is wordt de binnentaludhelling bepaald op basis van de insteek van de binnenberm en de binnenkruinlijn.

De hoogte van de berm is begrensd tot $\frac{2}{3}$ kruinhoogte, dat wil zeggen het verschil in hoogte tussen binnenteen en kruin binnentalud. Wanneer deze bermhoogte is bereikt, wordt de berm uitsluitend in horizontale richting ontwikkeld polder.

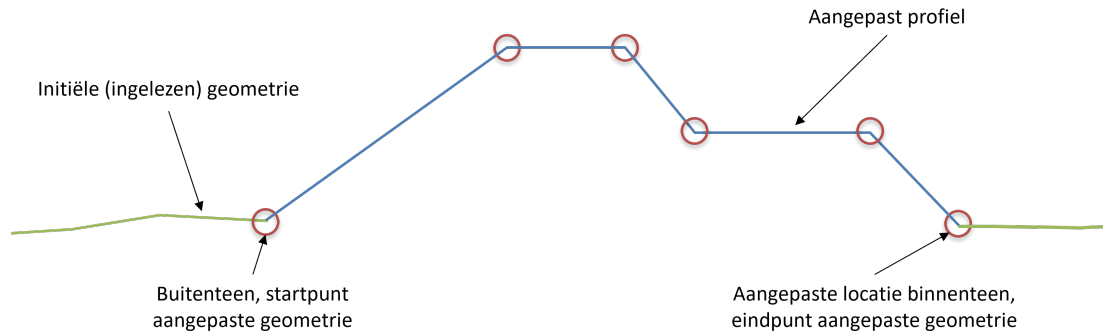
In het geval een sloot aanwezig is wordt hier hetzelfde mee omgegaan als beschreven bij Taludverflauwing (zie [paragraaf 6.2.2](#)).

De iteratieve bermontwikkeling gaat door totdat het opgegeven veiligheidsniveau is bereikt. De aangepaste geometrie bestaat uit rechte lijnen. Alle profielpunten liggende tussen de insteek binnenberm en binnenteen worden verwijderd.

[Figuur 6.31](#) toont een mogelijke geometrie aanpassing waarbij eerst een dijkverhoging uitgevoerd is, vervolgens een taludverflauwing en tot slot een bermontwikkeling. Al deze stappen worden door DAM automatisch doorlopen. In [figuur 6.32](#) is het profiel geschematiseerd weergegeven waarbij alleen het aangepaste profiel weergegeven is. DAM heeft de optie om dit aangepaste profiel en karakteristieke punten te exporteren naar een CSV bestand.



Figuur 6.31: Vergelijk initieel profiel en geometrie adaptatie in DAM



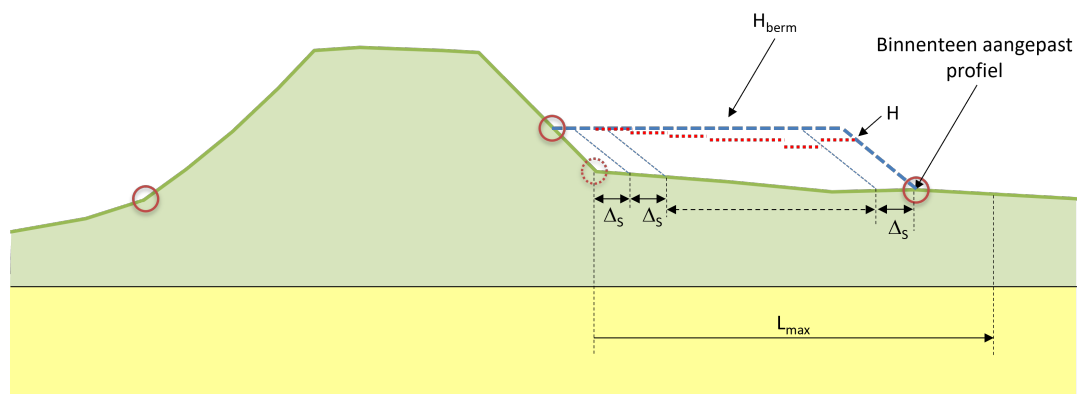
Figuur 6.32: Schematische weergave van het uiteindelijke aangepaste profiel waarbij de initiële profiel punten verwijderd zijn

DAM biedt de mogelijkheid om in de ontwerpmodule het Bishop en/of UpliftVan model te gebruiken. In beide gevallen verloopt de geometrie adaptie idem.

Daarnaast biedt DAM de mogelijkheid om de geometrie aan te passen aan het ontwerp. De gebruiker kan volgende gewenste parameters voor de berm(ontwikkeling) opgeven. Deze worden alleen gebruikt indien het vinkje van de desbetreffende eigenschap is aangevinkt.

- ◇ Helling bovenkant berm (UseNewShoulderTopSlope, NewShoulderTopSlope)
- ◇ Helling berm (UseNewShoulderBaseSlope, NewShoulderBaseSlope)
- ◇ Maximaal toegestane hoogte berm (UseNewMaxHeightShoulderAsFraction, NewMaxHeightShoulderAsFraction)

Als gekozen wordt voor piping dan zal eerst, indien nodig, de dijk verhoogd worden (zie [paragraaf 6.2.1](#)). Vervolgens controleert DAM of opdrijven langs het profiel kan optreden. Hierbij wordt begonnen in de binnenteen, richting de polder. De maximale zoekruimte is beperkt tot de maximale pipinglengte bij een theoretische deklaagdikte van 0 meter en het bepaalde potentiaalverschil tussen de buitenwaterstand en de binnenwaartse ligging van het freatisch vlak (L_{max}).



Figuur 6.33: Iteratieve bermontwikkeling bij piping

Als de opdrijfveiligheid in het beschouwde punt kleiner, of gelijk is aan de opgegeven veiligheidsfactor voor opdrijven (default 1,2), dan wordt voor deze uitreedlocatie een pipingsom gemaakt. Als de veiligheidsfactor voor piping lager is dan de opgegeven veiligheidsfactor voor piping dan wordt een berm aangemaakt, waarvan de hoogte (H_{berm}) dusdanig is dat exact voldaan wordt aan de opgegeven opdrijfveiligheidsfactor. Vervolgens wordt het volgende punt

beschouwd. Deze locatie wordt bepaald aan de hand van de opgegeven bermstapgrootte. Op de locatie van het beschouwde punt wordt wederom gecontroleerd op opdrijven en piping. Als ook hier piping kan optreden wordt weer de benodigde hoogte (H) van de pipingberm bepaald. Deze hoogte wordt vergeleken met de eerder bepaalde hoogte (H_{berm}) van de pipingberm. Als de berekende bermhoogte (H) lager of gelijk ligt dan H_{berm} , dan blijft H_{berm} ongewijzigd. Als de berekende bermhoogte (H) hoger ligt dan H_{berm} , dan wordt $H_{\text{berm}} = H$. Deze rekenslagen worden herhaald totdat het punt L_{max} bereikt is. De pipingberm loopt door tot het laatste punt waar de veiligheid tegen piping niet voldoet. De bovenkant van de berm is altijd horizontaal en is gelijk aan H_{berm} .



De geometrie adaptie vindt binnen DAM plaats per geselecteerd rekenmodel. Dit zijn Bishop, UpliftVan en piping. De bepaalde geometrie geldt dus voor het geselecteerde model. Daarnaast biedt DAM de mogelijkheid om te kiezen voor de optie Bishop/UpliftVan. Als voor deze rekenoptie gekozen wordt zal DAM zowel voor Bishop als UpliftVan de berekeningen uitvoeren, met de toevoeging dat per gebruikt model de resultaten gepresenteerd worden ook de grootste geometrie (breedste dijkbasis, gedefinieerd als buitenteen tot binnenteen) van beide gepresenteerd wordt. Dit kan handig zijn bij verdere bewerkingslagen.

6.3 Automatisch zoekgebied voor het bepalen van het minimale glijvlak

De positie en de afmetingen van het zoekgebied voor het bepalen van het minimale glijvlak zijn afhankelijk van het gekozen rekenmodel (Bishop of Uplift-Van), van het gekozen faalmechanisme voor Bishop (binnenwaarts of buitenwaarts) en van de gekozen opties.

Het zoekgebied voor de locatie van het middelpunt van de kritieke cirkel(s) kan op twee manieren worden bepaald:

◇ **Automatisch**

De positie en de afmetingen van het zoekgebied worden beide automatisch bepaald (door de automatische zoekmethode van de Macro Stability kernel te gebruiken):

- zie [paragraaf 6.3.1.1](#) voor Bishop
- zie [paragraaf 6.3.2.1](#) voor Uplift-Van

◇ **Naar opgave afstand**

De positie van het zoekgebied wordt automatisch bepaald (maar anders dan in optie *Automatisch*) en de afmetingen zijn door de gebruiker gespecificeerd (door middel van het aantal punten en de afstand tussen de punten, in beide richtingen):

- zie [paragraaf 6.3.1.2](#) voor Bishop
- zie [paragraaf 6.3.2.2](#) voor Uplift-Van

Voor Bishop en Uplift-Van met rekengrid geldt dat wanneer het middelpunt van de kritieke cirkel is gevonden in het rekengrid (eventueel verplaatst), dan wordt het rekengrid automatisch verfijnd volgens de procedure zoals beschreven in [paragraaf 6.3.3](#).

Voor Uplift-Van met BeeSwarm is deze verfijning niet van toepassing en worden alleen de grenzen van het rekengrid (niet de punten) gebruikt als zoekgebied.

Het zoekgebied voor de locatie van de tangentijs kan op drie manieren worden bepaald voor Uplift-Van, maar op slechts twee manieren voor Bishop:

◇ **Automatisch**

De positie en de afstand tussen de tangentijs worden automatisch bepaald (door de automatische zoekmethode van de Macro Stability kernel te gebruiken):

- zie [paragraaf 6.3.1.1](#) voor Bishop

- zie [paragraaf 6.3.2.3](#) voor Uplift-Van
- ◇ **Naar opgave afstand**
De tangentialijnen worden verplaatst op gelijke afstand langs een gegeven verticaal:
 - zie [paragraaf 6.3.1.2](#) voor Bishop
 - zie [paragraaf 6.3.2.4](#) voor Uplift-Van
- ◇ **Op laagscheidingen** (alleen voor Uplift-Van)
De tangentialijnen worden verplaatst op de laagscheidingen langs een gegeven verticaal, zie [paragraaf 6.3.2.5](#)

Voor Bishop en Uplift-Van met rekengrid geldt dat wanneer de kritieke tangentialijn is gevonden, de tangentialijn verfijnd wordt volgens de procedure zoals beschreven in [paragraaf 6.3.4](#). Voor Uplift-Van met BeeSwarm is deze verfijning niet van toepassing en worden alleen de onderste en bovenste tangentialijnen gebruikt als zoekgebied.

Note: Bij het kiezen van *Automatisch* voor het rekengrid en/of de tangentialijnen wordt het automatisch rekengrid of/en de automatische tangentialijnen van de MacroStability kernel gebruikt.



Note: De zoekgebieden worden bepaald op basis van de karakteristieke punten (zie [figuur 4.7](#)) en/of op basis van het bodemprofiel.



Note: De automatische bepaling van het rekengrid wijkt af van voorgaande DAM versies. Dit kan resulteren in een sterk afwijkende stabiliteitsfactor ten opzichte van eerdere berekeningsresultaten. Aanbevolen wordt om het zoekgrid te variëren. Of 'handmatig' in D-Stability een berekening uit te voeren. De invoerbestand worden opgeslagen, zie ook [paragraaf 8.3](#).



6.3.1 Bishop

Voor Bishop is de methode voor het bepalen van de rekengrid en van de tangentialijnen altijd gelijk, het combineren van *Automatisch* rekengrid met *Naar opgave afstand* tangentialijnen (en vice versa) is dus niet mogelijk.

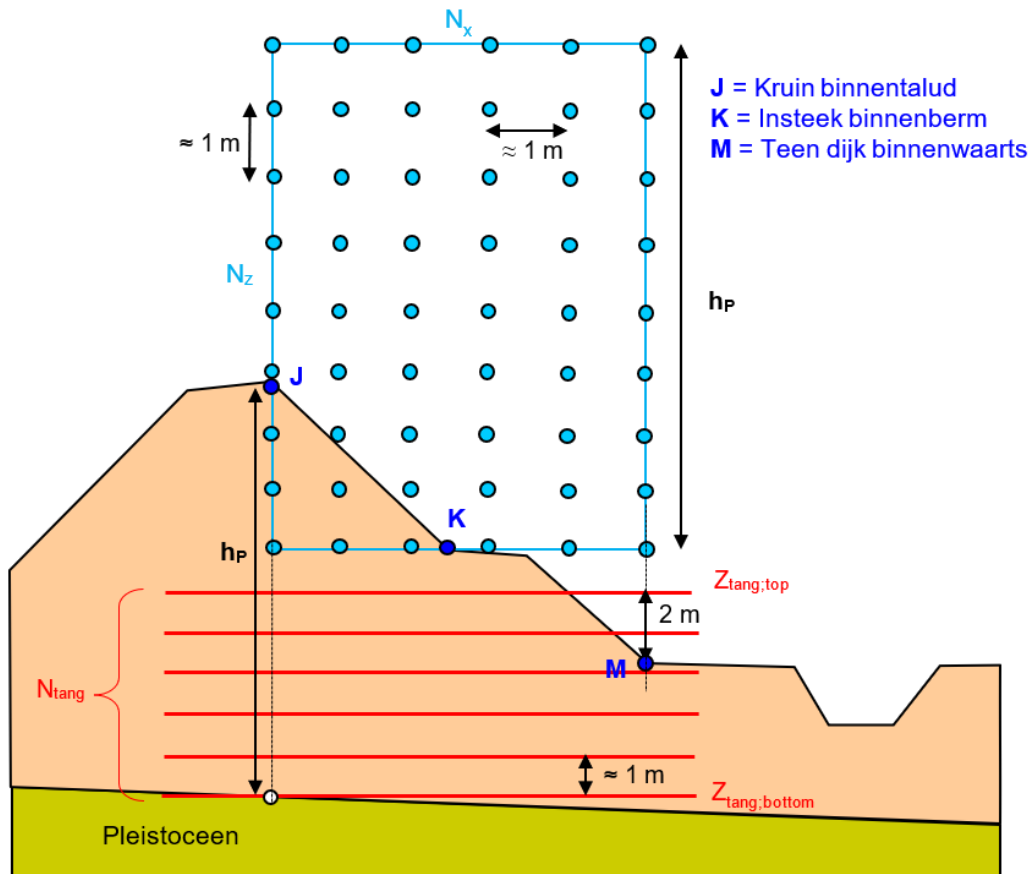
6.3.1.1 Bishop – 'Automatisch' zoekgebied (rekengrid en tangentialijnen)

De positie van het rekengrid is afhankelijk van de aanwezigheid van een berm aan de polderzijde, zoals weergegeven in [figuur 6.34](#) (met berm) en [figuur 6.35](#) (zonder berm).

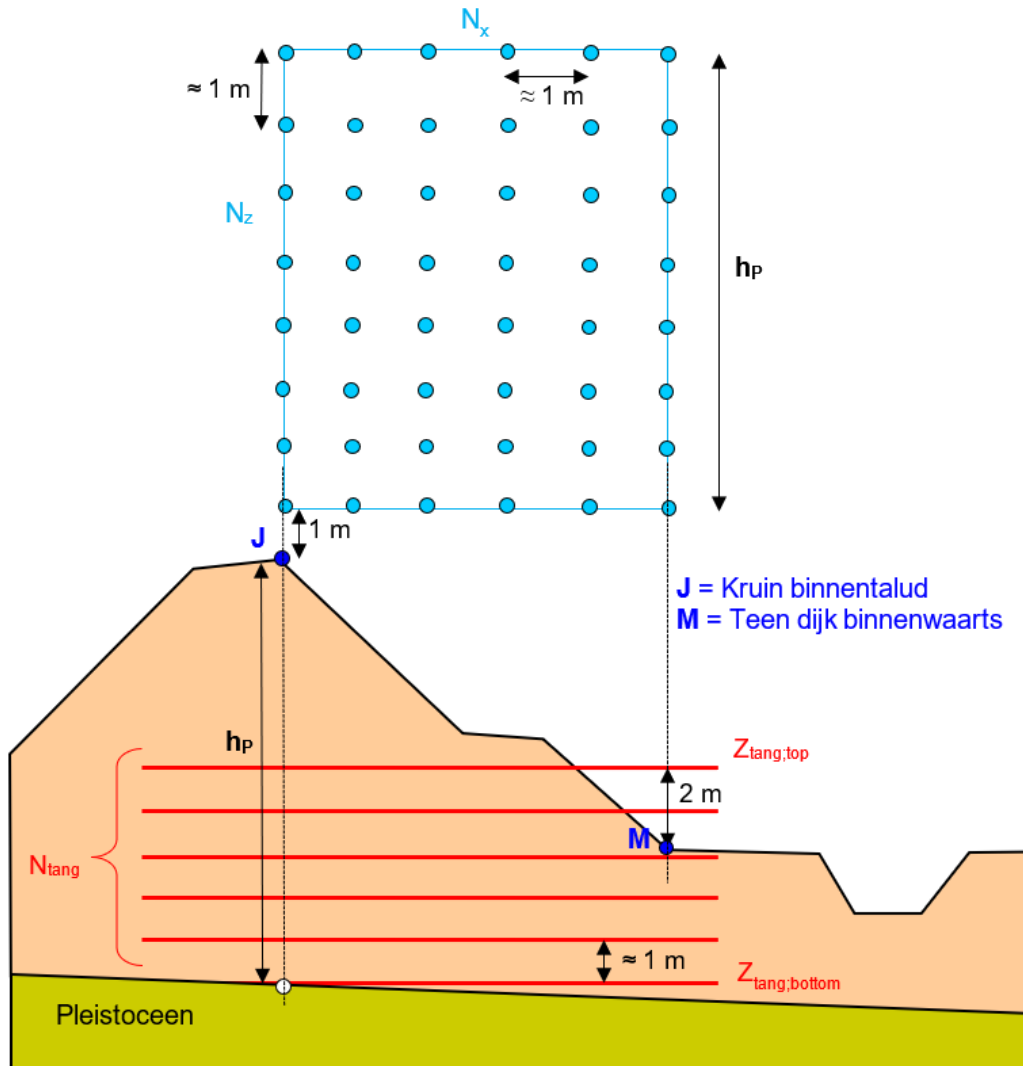
Note: De aanwezigheid van de berm aan de polderzijde wordt vastgesteld door de aanwezigheid van beide karakteristieke punten K (*Insteek binnenberm*) en L (*Kruin binnenberm*) te controleren.



Het aantal punten in het rekengrid wordt zo gekozen dat hun gelijke afstand, in verticale en horizontale richting, dicht bij 1 meter ligt.



Figuur 6.34: Automatische positie van het zoekgebied voor Bishop binnenwaarts als er een berm aanwezig is



Figuur 6.35: Automatische positie van het zoekgebied voor Bishop binnenwaarts als er geen berm aanwezig is

Note: Voor de buitenwaartse stabiliteit met Bishop wordt dezelfde procedure gebruikt als voor de binnenwaartse stabiliteit met Bishop (figuur 6.34 en figuur 6.35) om automatisch het rekengrid en de tangentialijnen te genereren, behalve dat het rekengrid aan de rivierzijde wordt geplaatst in plaats van aan de polderzijde.

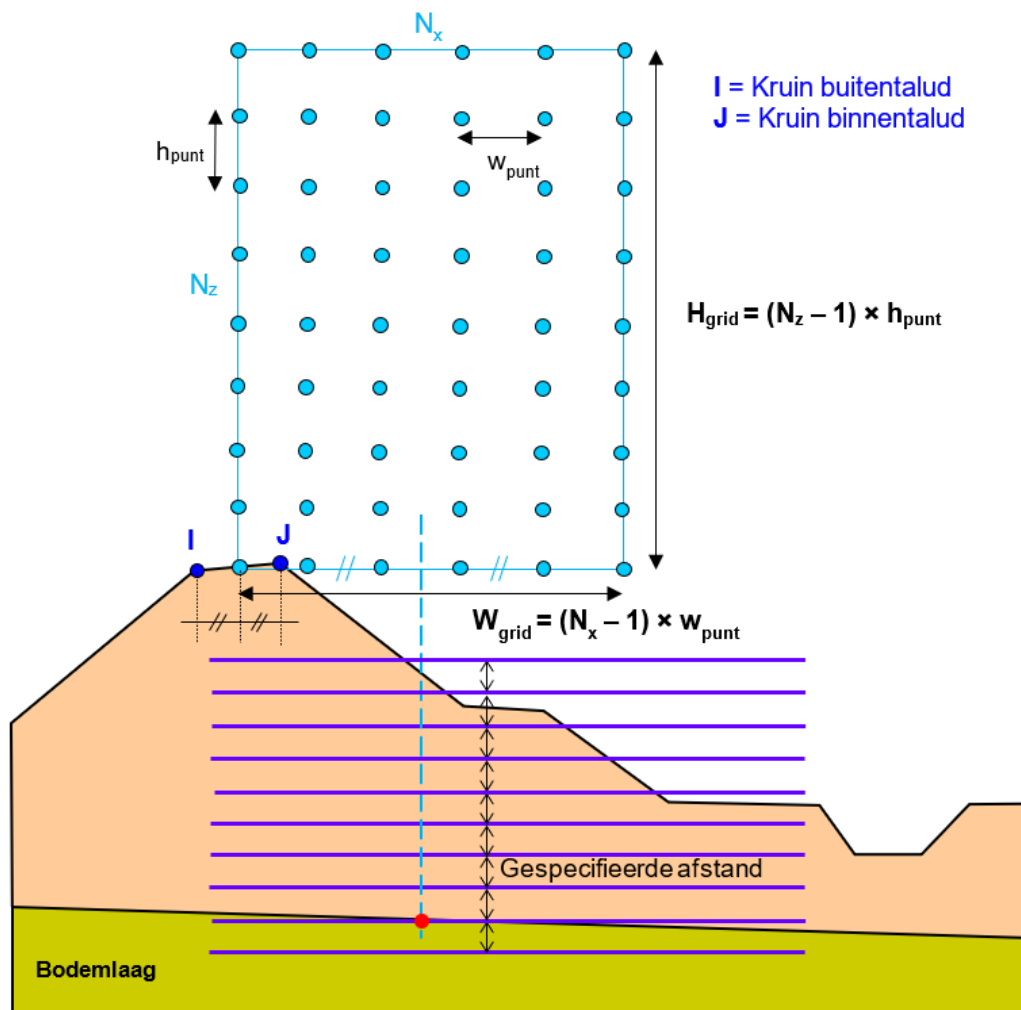


6.3.1.2 Bishop – 'Naar opgave afstand' zoekgebied (rekengrid en tangentialijnen)

De positie van het rekengrid en de tangentialijnen is weergegeven in [figuur 6.36](#).

De linkeronderhoek van het rekengrid ligt in het midden van de kruin, op het maaiveld. De breedte W_{grid} en de hoogte H_{grid} van het rekengrid zijn door de gebruiker gespecificeerd door middel van het aantal punten (N_x en N_z) en de afstand tussen de punten (w_{punt} en h_{punt}) in beide richtingen.

De horizontale tangentialijnen worden gelegd langs het midden van het rekengrid. De onderste tangentialijn ligt onder de bovenkant van de bodemlaag, op een afstand gelijk aan de gespecificeerde afstand tussen de tangentialijnen. Er worden tangentialijnen boven toegevoegd, van elkaar gescheiden door de gespecificeerde afstand, totdat het maaiveld is bereikt.



Figuur 6.36: Positie van het rekengrid en tangentialijnen voor Bishop binnenwaarts bij gespecificeerde afmetingen

Note: Voor de buitenwaartse stabiliteit wordt hetzelfde rekengrid gebruikt als voor de binnenwaartse stabiliteit behalve dat het rekengrid aan de rivierzijde wordt geplaatst in plaats van aan de polderzijde.



6.3.1.3 Bishop – 'Naar opgave afstand' tangentiallijnen

6.3.2 Uplift-Van

6.3.2.1 Uplift-Van – 'Automatisch' rekengrid

Het zoekgebied voor Uplift-Van bestaat uit twee rechthoekige rekengrids:

- ◇ Het rekengrid voor de actieve cirkel (d.w.z. de dijkzijde) heeft dezelfde vorm als voor de Bishop-methode (zie [paragraaf 6.3.1.1](#)), maar het heeft minder punten (1 punt per ≈ 2 meters in plaats van 1 punt per ≈ 1 meter) en de linkerbenenhoek bevindt zich niet op dezelfde positie, maar zoals getoond in [figuur 6.37](#) in het geval met berm en in [figuur 6.38](#) in het geval zonder berm;
- ◇ Het rekengrid voor de passieve cirkel (d.w.z. slootkant) is een rechthoek van 2 meter hoogte, bestaande uit punten met een tussenruimte van 2 meter in beide richtingen. De linkerzijde van deze rechthoek valt samen met de teen van de dijk (punt M). De positie van de rechterzijde is afhankelijk van het oprijfmechanisme:
 - Indien er een sloot aanwezig is, is de rechterzijde de ingang van de sloot aan de dijkzijde (punt N);
 - Als er geen sloot aanwezig is en er geen opdrijven⁶ plaatsvindt, wordt de breedte van de rechthoek ingesteld op 8 meter;
 - Als er geen sloot aanwezig is, maar er wel sprake is van opdrijven⁶:
 - als de zone voor opdrijven eindigt vóór de rechter geometriegrens: de rechterkant van het passieve rekengrid is het einde van het opwaartse mechanisme;
 - Als de zone voor opdrijven niet eindigt vóór de rechter geometriegrens: exact elke 2 meter wordt 1 punt gecreëerd, beginnend bij de teen van de dijk (punt M) totdat de rechter geometriegrens (punt R) is bereikt.

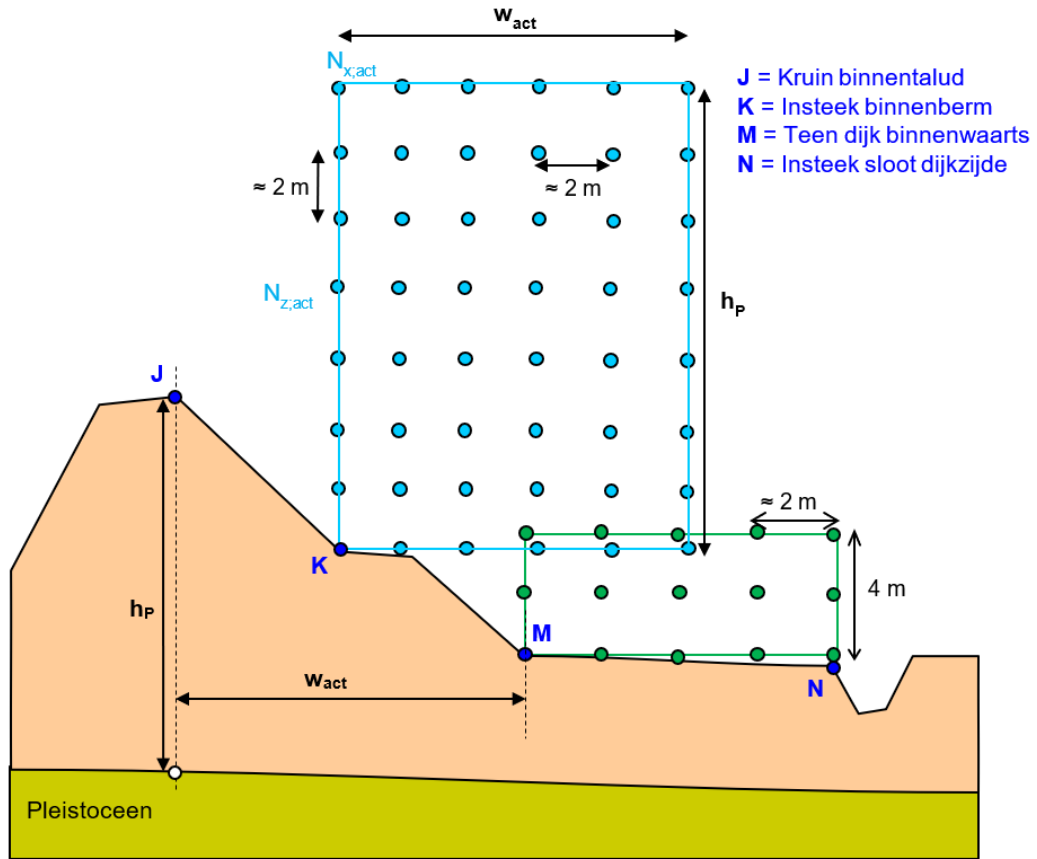
Note: De aanwezigheid van de berm aan de polderzijde wordt vastgesteld door de aanwezigheid van beide karakteristieke punten K (*Insteek binnenberm*) en L (*Kruin binnenberm*) te controleren.



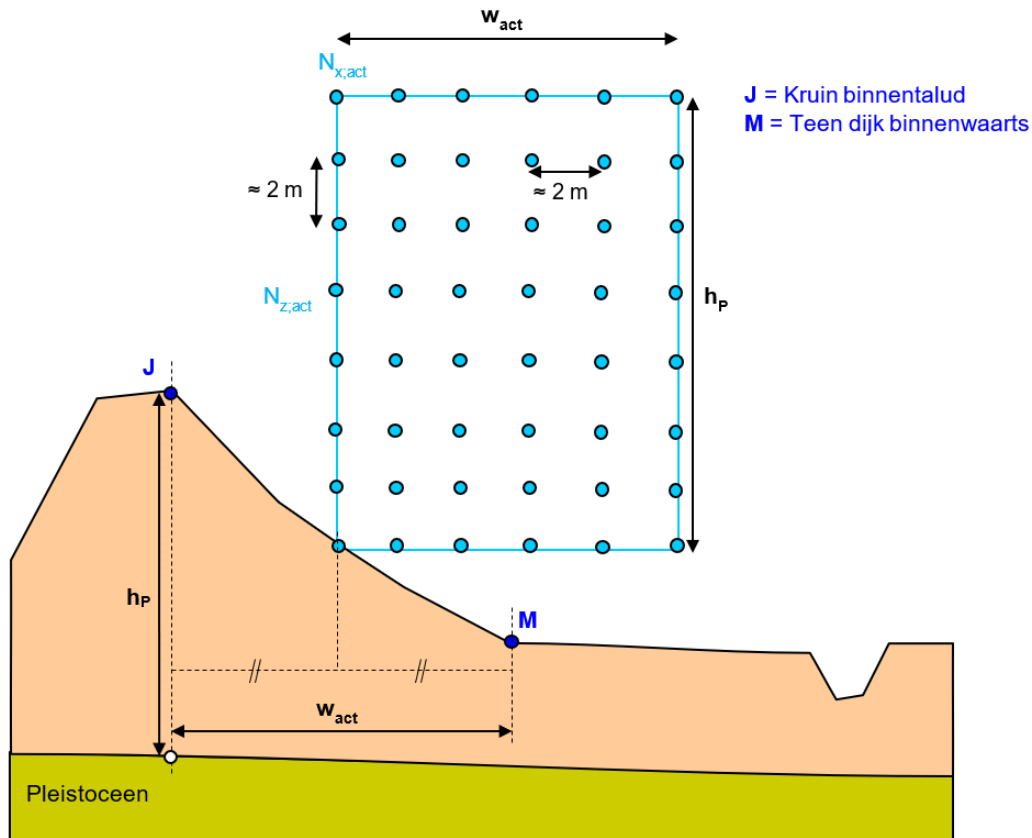
Note: De aanwezigheid van de sloot aan de polderzijde wordt vastgesteld door controle op de aanwezigheid van de volgende vier kenmerkende punten: N (*Insteek sloot dijkzijde*), O (*Slootbodem dijkzijde*), P (*Slootbodem polderzijde*) en Q (*Insteek sloot polderzijde*). Indien tenminste één van deze vier punten ontbreekt, wordt de sloot als afwezig beschouwd.



⁶Voor het bepalen of opdrijven optreedt, wordt een factor 1 toegepast in plaats van de opgegeven factor *Criterium opdrijven bij stabiliteit* in het tabblad *Scenarios* ([figuur 3.7](#)).



Figuur 6.37: Automatische positionering van de roosters voor Uplift-Van indien er een berm en een sloot aanwezig zijn



Figuur 6.38: Automatische positionering van de roosters voor Uplift-Van indien er geen berm aanwezig is

6.3.2.2 Uplift-Van – 'Naar opgave afstand' rekengrid

De positie van beide rekengrids is weergegeven in [figuur 6.39](#).

Linker rekengrid

Het linker rekengrid is identiek als voor de Bishop-methode ([paragraaf 6.3.1.2](#)): de linkeronderhoek van het rekengrid ligt in het midden van de kruin, op het maaiveld.

De breedte $W_{grid;links}$ en de hoogte $H_{grid;links}$ van het rekengrid zijn door de gebruiker gespecificeerd door middel van het aantal punten ($N_{x;links}$ en $N_{z;links}$) en de afstand tussen de punten ($w_{punt;links}$ en $h_{punt;links}$) in beide richtingen.

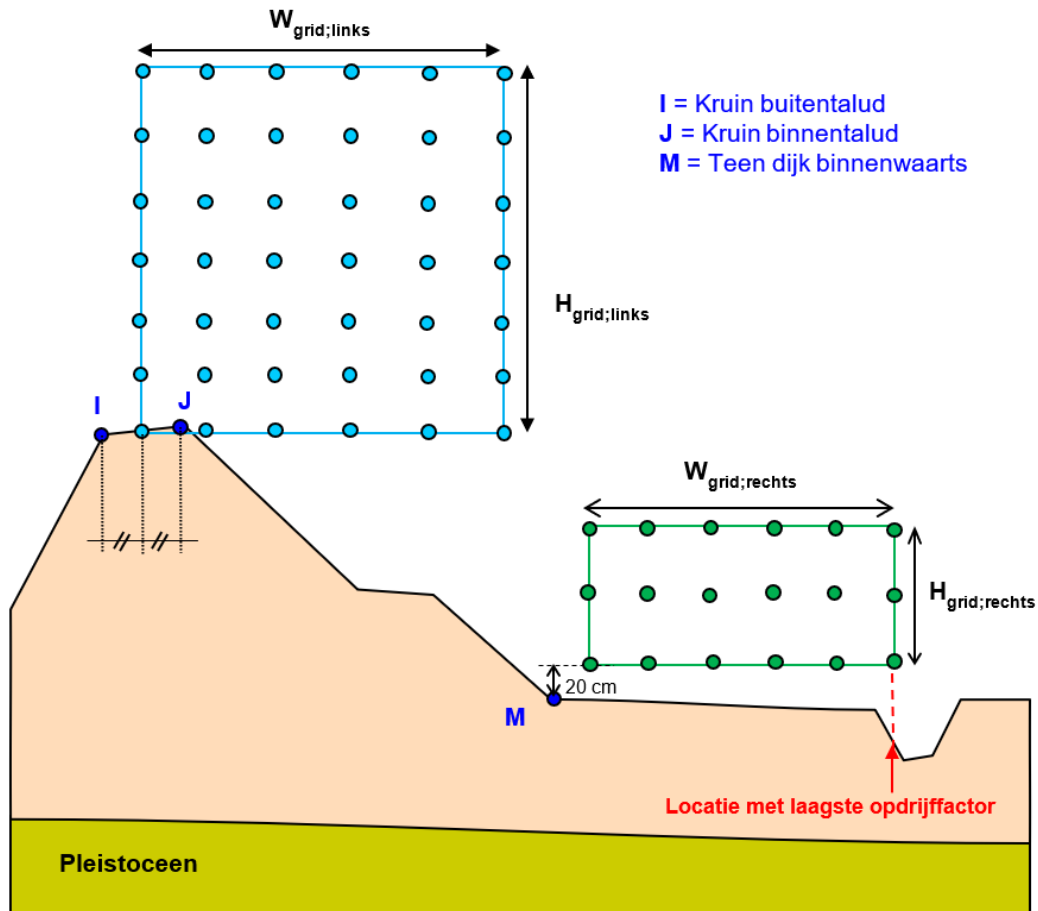
Rechter rekengrid

De onderkant van het rekengrid ligt op hetzelfde niveau als het karakteristieke punt M (*Teen dijk binnenwaarts*), verhoogd met 20 cm.

De breedte $W_{grid;rechts}$ en de hoogte $H_{grid;rechts}$ van het rekengrid zijn door de gebruiker gespecificeerd door middel van het aantal punten ($N_{x;rechts}$ en $N_{z;rechts}$) en de afstand tussen de punten ($w_{punt;rechts}$ en $h_{punt;links}$) in beide richtingen.

De linkerkant van het rekengrid ligt ter hoogte van het punt met de laagste oprijffactor minus de breedte $W_{grid;rechts}$ van het rekengrid, maar kan niet verder naar links liggen dan de *Teen dijk binnenwaarts*.

De rechterkant van het rekengrid kan niet verder naar rechts liggen dan de rechter geometriegrens.



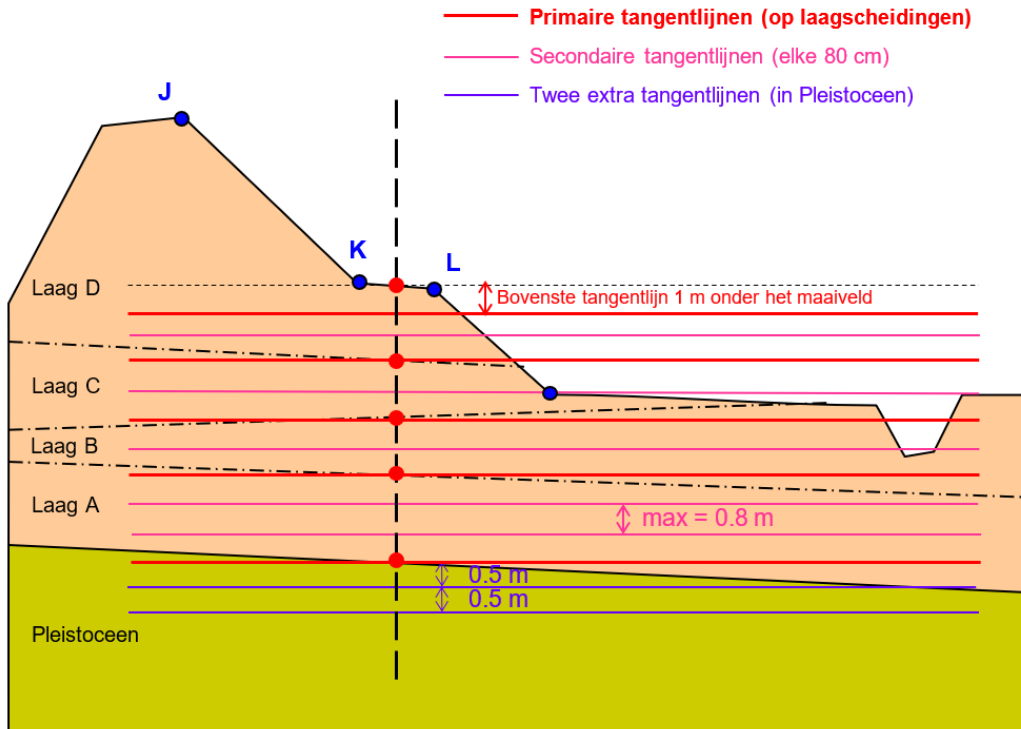
Figuur 6.39: Positie van de rekengrids voor Uplift-Van bij gespecificeerde afmetingen

6.3.2.3 Uplift-Van – 'Automatische' tangentialijnen

De posities van de horizontale tangentialijnen (zie [figuur 6.40](#)) vallen samen met de grenzen van de verschillende lagen van het bodemprofiel langs de verticaal:

- ◇ $X = (X_K + X_L) / 2$ als er een berm aanwezig is;
- ◇ $X = (X_J + X_M) / 2$ als er geen berm aanwezig is.

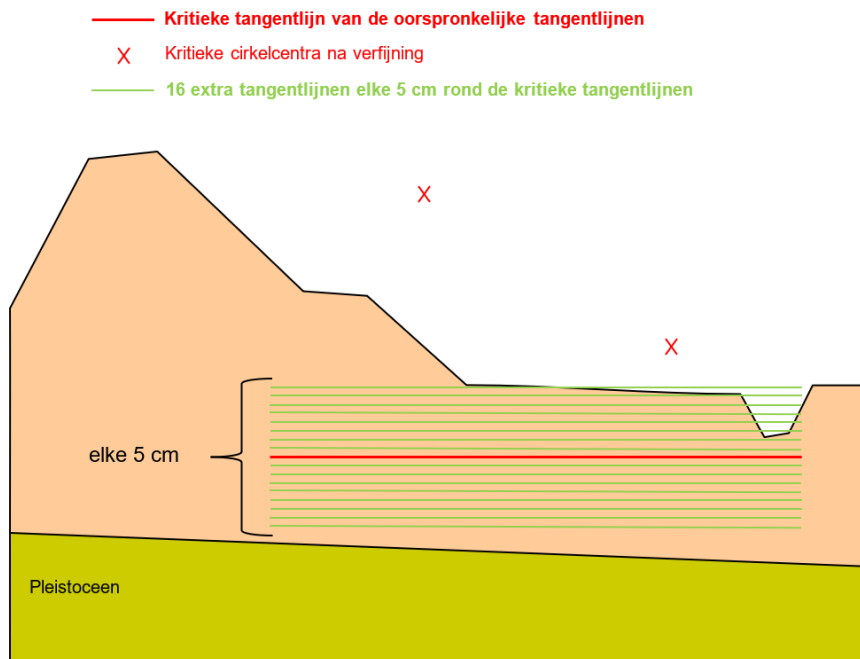
De bovenste tangentialijn (d.w.z. snijpunt met oppervlaktelijn) wordt met 1 m verschoven. Als de afstand tussen twee lagen meer dan 0.8 meter is, worden extra tangentialijnen toegevoegd om een maximale afstand tussen twee opeenvolgende tangentialijnen van 0.8 m te krijgen. Tot slot worden er twee extra tangentialijnen toegevoegd onder de onderste tangentialijn (d.w.z. snijpunt met bodemwatervoerende laag) elke 0.5 m.



Figuur 6.40: Automatische positie van de tangentialijnen voor Uplift-Van

Extra tangentialijnen

Wanneer de kritieke (actieve en passieve) cirkels zijn gevonden en de verfijning heeft plaatsgevonden (paragraaf 6.3.3), worden 16 extra berekeningen uitgevoerd door 8 tangentialijnen boven en 8 onder de kritieke tangentialijn toe te voegen, met een tussenruimte van 5 cm, zoals weergegeven in figuur 6.41.



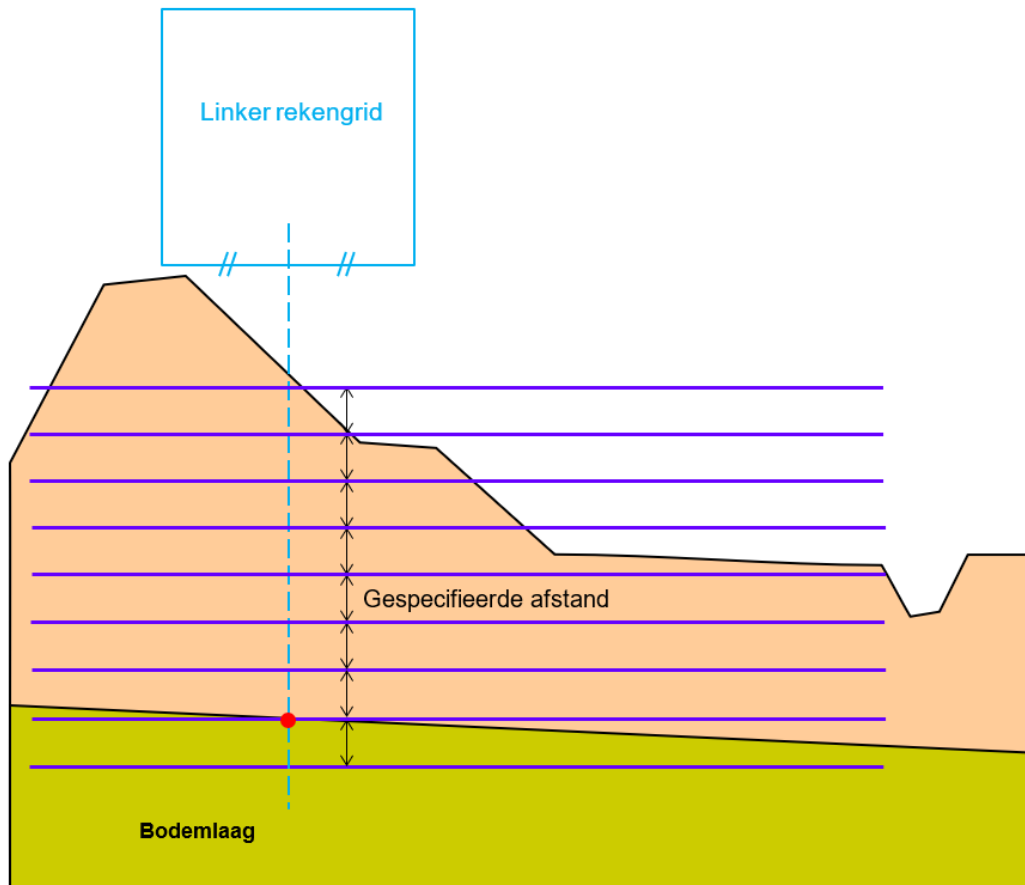
Figuur 6.41: Extra tangentialijnen rond de kritische tangentialijnen

6.3.2.4 Uplift-Van – 'Naar opgave afstand' tangentialijnen

De horizontale tangentialijnen worden gelegd langs:

- ◇ het midden van het linker rekengrid (zie figuur 6.42) bij een 'Naar opgave afstand' rekengrid;
- ◇ het karakteristieke punt *Teen dijk binnenwaarts* bij een 'Automatisch' rekengrid.

De onderste tangentialijn ligt onder de bovenkant van de bodemlaag, op een afstand gelijk aan de gespecificeerde afstand tussen de tangentialijnen. Er worden tangentialijnen boven toegevoegd, van elkaar gescheiden door de gespecificeerde afstand, totdat het maaiveld is bereikt.

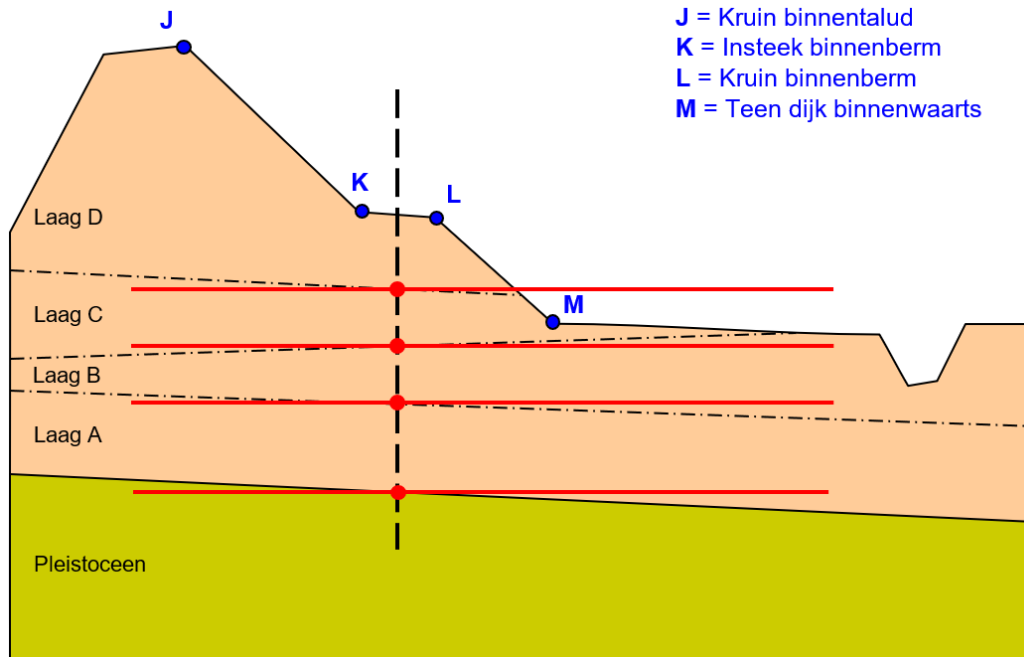


Figuur 6.42: Gespecificeerde tangentialijnen voor Uplift-Van (in geval van 'Naar opgave afstand' rekengrid)

6.3.2.5 Uplift-Van – 'Op laagscheidingen' tangentialijnen

De posities van de horizontale tangentialijnen (zie [figuur 6.43](#)) vallen samen met de grenzen van de verschillende lagen van het bodemprofiel langs de verticaal:

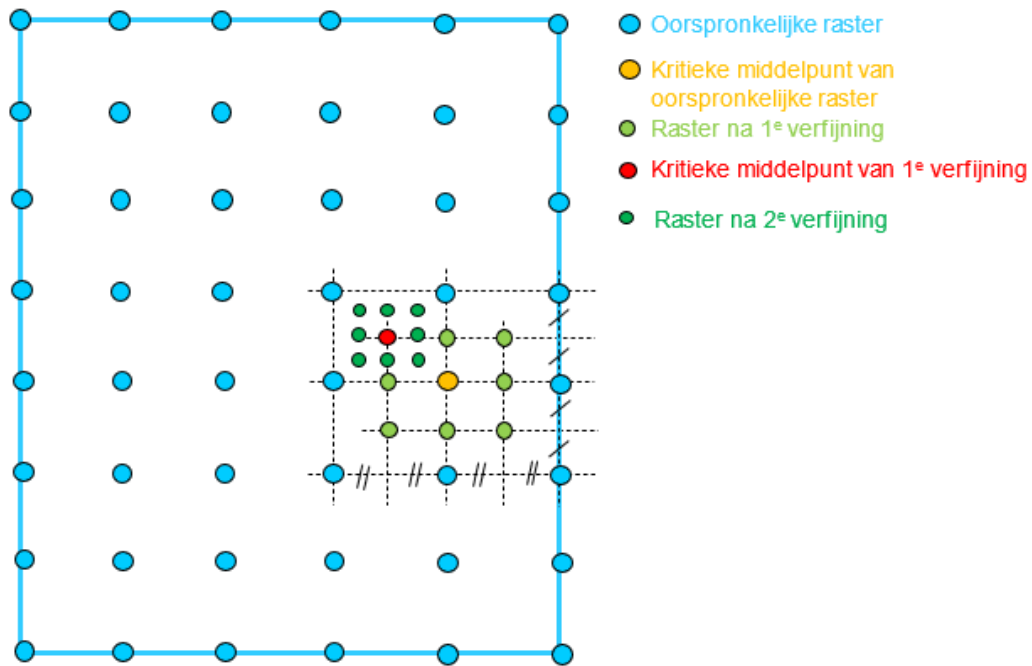
- ◇ $X = (X_K + X_L) / 2$ als er een berm aanwezig is;
- ◇ $X = (X_J + X_M) / 2$ als er geen berm aanwezig is.



Figuur 6.43: Op laagscheidingen tangentialijnen voor Uplift-Van (berm aanwezig)

6.3.3 Verfijning van het rekengrid

Voor Bishop en Uplift-Van met rekengrid geldt dat wanneer het middelpunt van de kritieke cirkel is gevonden in het rekengrid (eventueel verplaatst), dan wordt het rekengrid automatisch verfijnd rond dit kritieke punt, met de helft van de afstand tussen twee punten. Dit leidt tot 8 nieuwe evaluaties per verfijningsstap. Er worden 2 verfijningsstappen genomen zoals in [figuur 6.44](#) getoond.



Figuur 6.44: Rekeningrid verfijning met 2 verfijningsstappen

6.3.4 Verfijning van de tangentialijnen

Na de verfijning van het rekeningrid (paragraaf 6.3.3) wordt de optimale tangentialijn ook verfijnd, met de helft van de afstand tussen twee tangentialijnen. Dit leidt tot 2 nieuwe evaluaties per verfijningsstap. Er worden 2 verfijningsstappen genomen zoals getoond in figuur 6.45.



Figuur 6.45: Tangentialijnen verfijning met 2 verfijningsstappen

7 Rekenen

DAM kent een voorbereiding, namelijk het genereren van de waterspanningen, zie [DAM Waternet Creator \(Waterspanningen generatie\)](#).

DAM kent meerdere (faalmechanisme) modellen:

- ◇ binnen- en buitenwaartse stabiliteit (zie [Macrostabiliteit rekeninstellingen](#))
- ◇ piping (zie [Piping rekeninstellingen](#))

En DAM maakt onderscheid in [Berekeningstype](#).

7.1 Berekeningstype

DAM kent twee berekeningstypen:

- ◇ [Ontwerp](#)
- ◇ [DAMLive configuratie](#)

7.1.1 Ontwerp

Bij het berekeningstype ontwerp zijn er twee analyses mogelijk:

- ◇ [Geen aanpassing](#)
Er wordt 1 berekening (per locatie, per ondergrondprofiel, per rekenscenario) uitgevoerd. De uitkomst is een veiligheidsfactor in het tabblad tabellen-ontwerpberekeningen en een gekleurde locatie op de kaart:
 - rood: voldoet niet aan opgegeven veiligheidsfactor
 - groen: voldoet aan opgegeven veiligheidsfactor
 - grijs: berekening heeft niet plaatsgevonden
- ◇ [Geometriaanpassing](#)
Er worden meerdere rekenslagen (iteraties) gemaakt totdat het aangepaste profiel een veiligheidsfactor behaalt gelijk of hoger dan de opgegeven benodigde veiligheidsfactor. Zie [Geometrie aanpassen](#).

De globale rekeninstellingen kunnen worden ingesteld op projectniveau; oftewel het faalmechanisme (macrostabiliteit binnenwaarts/buitenwaarts en piping) en het te gebruiken model, bijvoorbeeld Bishop en/of UpliftVan. Op te geven via menu-berekeningen-opties. De instellingen verschillen per faalmechanisme: macrostabiliteit en piping.

7.1.2 DAMLive configuratie

DAMLive kent geen user interface. Het maakt wel gebruik van een dam project bestand (damx), dat in de DAM-UI wordt aangemaakt. Vervolgens wordt dit DAM project door DAMLive gebruikt door met sensordata berekeningen uit te voeren. In grote lijnen moet het volgende gebeuren:

- ◇ Invoer data maken.
- ◇ Aanmaken DAM project.

- ◇ DamLive calculation parameter bestand maken.

7.1.2.1 Invoer data

Invoer data definiëren en een DAM bestand gebeurt zoals beschreven in [Configureren DAM](#). Er moet echter nog 1 extra bestand worden aangemaakt: een Excel bestand met de beschrijving van de sensor configuratie. De naam van dat bestand is vrij te kiezen maar we raden aan om de naam "Sensordata.xls" te gebruiken. Een beschrijving van de opzet van de sensordata is te vinden in appendix [Sensordata](#).

7.1.2.2 Aanmaken DAM project

Het aanmaken van een DAMLive project bestand gebeurt nu met opgave van

- ◇ Het *.defx bestand ([DAM-databronbestand \(*.defx\)](#)).
- ◇ Het Sensordata.xls bestand ([Sensordata](#)).

7.1.2.3 DamLive calculation parameter bestand

Bij het maken van een DamLive berekening moet ook een calculation parameter bestand opgegeven worden. Een beschrijving van de opzet van het calculation parameter bestand is te vinden in [DamLive Calculation Parameters](#).

7.2 Macrostabiliteit rekeninstellingen

7.2.1 Macrostabiliteit rekeninstellingen op projectniveau

Voor een ontwerpberekening kunnen globale rekeninstellingen worden ingesteld (op keringniveau).

Glijvlakmodel

DAM kan gebruik maken van de volgende rekenmodellen voor *Stability Inside*:

- ◇ Bishop
- ◇ Uplift-Van
- ◇ Bishop/Uplift-Van

Bij de modellen Uplift-Van en Bishop/Uplift-Van, wordt er alleen een Uplift-Van berekening uitgevoerd indien er opdrijven optreedt. Wanneer de optie "Voer Uplift-Van alleen uit indien opdrijven optreedt" wordt uitgezet, dan wordt de Uplift-Van berekening altijd uitgevoerd.

Hiernaast biedt DAM één model (*Bishop*) aan voor *Stability Outside*.

Gridinstellingen

Er zijn verschillende opties mogelijk:

- ◇ Zoekmethode: rekengrid of BeeSwarm algoritme (de laatste alleen voor binnenwaartse stabiliteit in combinatie met Uplift-Van of Bishop/Uplift-Van¹);

¹Indien is gekozen voor Bishop/Uplift-Van als Glijvlakmodel met zoekmethode Bee Swarm, wordt de Bee Swarm methode alleen gehanteerd voor het Uplift-Van deel. Het Bishop-deel gebruikt altijd het rekengrid.

- ◇ Bepaling tangentiallijnen: op laagscheidingen², automatisch of naar opgave afstand;
- ◇ Bepaling grid: automatisch of naar opgave afstand.

Indien gekozen voor 'opgave afstand', moet deze vervolgens worden gespecificeerd.

In [paragraaf 6.3](#) worden alle gridinstellingen gedetailleerd uitgelegd.

7.2.2 Macrostabielteit rekeninstellingen op locatieniveau

◇ Zoneringsstype

DAM biedt de mogelijkheid om zonerings toe te passen op de volgende manieren. De optie is te kiezen in de locatietabel

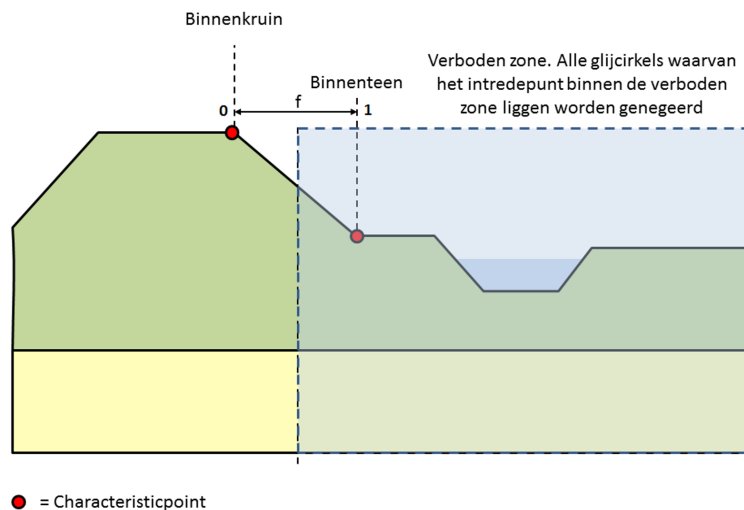
1 Geen zone

Bij deze optie wordt het glijvlak met de laagste veiligheidsfactor als uitkomst gegeven.

2 Verboden zone

Deze optie geeft de mogelijkheid om handmatig een zone op te geven voor het intredepunt van het glijvlak op basis van de karakteristieke punten, zie [figuur 4.7](#). Het intredepunt moet vallen tussen enerzijds de kruin van het buitentalud en anderzijds de kruin van het binnentalud of de teen van de dijk binnenwaarts. De factor f geeft aan hoever deze grens ligt; $f=0$ voor op de binnenkruin, $f=1$ voor op de binnenteen, zie [figuur 7.1](#).

◇ Minimale glijcirkel diepte



Figuur 7.1: Verboden zone factor

7.2.3 Schuifsterktemodellen (op materiaalniveau)

DAM kan met de volgende schuifsterktemodellen rekenen:

◇ Mohr-Coulomb model

Opgeven in [soils.csv](#):

²Alleen voor Uplift-Van

- cohesie
- hoek van inwendige wrijving
- ◇ **SHANSEP model**
Opgeven in [soils.csv](#):
 - Schuifsterkte ratio S
 - Sterkte toename exponent m
 - POP
- ◇ **Sigma-Tau tabel**
Opgeven in [soils.csv](#) en in [sigmataucurves.csv](#):
 - Sigma-Tau tabel naam
- ◇ **Su tabel**
Opgeven in [soils.csv](#) en in [sutable.csv](#):
 - Su tabel naam

7.3 Piping rekeninstellingen

Voor piping kan gekozen worden uit 2 opties:

- 1 Bligh
- 2 Sellmeijer Revised (WBI)

Note: Piping kan alleen toegepast worden met 1D profielen, NIET met 2D profielen.



7.3.1 Bligh

DAM biedt de mogelijkheid om te rekenen met de standaard piping regel van Bligh. De piping veiligheidsfactor wordt bepaald volgens:

$$FoS = \frac{m_p H_c}{h - h_{\text{exit}} - r_c D_{\text{deklaag}}} \quad (7.1)$$

met:

$$H_c = \frac{L}{C_{\text{creep}}} \quad (7.2)$$

waarbij:

- H_c is het kritieke verval;
- m_p is de modelfactor voor het piping model ($m_p = 1$);
- h is de freatische waterstand aan rivierzijde;
- h_{exit} is de freatische waterstand bij het uitredepunt;
- r_c is de reductiefactor voor de weerstand in de deklaag bij het uitredepunt ($r_c = 0.3$);
- D_{deklaag} is de laagdikte van de deklaag bij het uitredepunt;
- L is de kwelweglengte (in DAM gedefinieerd als de afstand tussen Teen dijk buitenwaarts en het eerste punt waar opdrijven optreedt);

C_{creep} is de creep factor afhankelijk van de mediane korreldiameter D_{50} (zie tabel 7.2 en vergelijking (7.3)).

Note: De mediane korreldiameter D_{50} is geen invoer in DAM, het wordt berekend met:

$$D_{50} = 0.81 \times D_{70} \quad (7.3)$$



Grondsoort	Mediane korreldiameter D_{50} [μm]	C_{creep} (Bligh)
Uiterst fijn zand, silt	< 105	18
Zeer fijn zand	105 – 150	18
Matig fijn zand (kwarts)	150 – 210	15
Matig grof zand	210 – 300	15
Zeer/uiterst grof zand	300 – 2000	12
Fijn grind	2000 – 5600	9
Matig grof grind	5600 – 16000	9
Zeer grof grind	> 16000	4

Tabel 7.2: Waarden voor C_{creep} volgens Bligh

7.3.2 Sellmeijer Revised (WBI)

Bij Sellmeijer revised (WBI) maakt DAM gebruik van de DAM-opdrijfberekening (zie [Controle op opdrijven](#)) om de uittredelocatie te bepalen. Voor het bepalen van de waterspanningen wordt de [DAM Waternet Creator \(Waterspanningen generatie\)](#) gebruikt. Vervolgens wordt voor deze uittredelocatie een berekening gemaakt voor opbarsten, heave en voorschrijdende erosie (piping) op basis van de lagenopbouw ter plaatse.

7.3.2.1 Opbarsten

De veiligheidsfactor voor opbarsten wordt bepaald volgens:

$$FoS_u = \frac{m_u \Delta\phi_{c,u}}{\phi_{\text{exit}} - h_{\text{exit}}} \quad (7.4)$$

waarbij

$$\Delta\phi_{c,u} = \frac{\sigma_{\text{eff}}}{\gamma_{\text{water}}}$$

m_u modelfactor opbarsten (uplift) (=1)

σ_{eff} effectieve spanning onderkant deklaag (kN/m^3). Hierbij wordt rekening gehouden met de effectieve deklaag in geval van een sloot

γ_{water} volumiek gewicht water (= 9.81 kN/m^3)

ϕ_{exit} waterspanning bij uittredepunt

h_{exit} freatische waterstand bij uittredepunt

7.3.2.2 Heave

De veiligheidsfactor voor heave wordt bepaald volgens:

$$FoS_h = \frac{i_{c,h}}{i} \quad (7.5)$$

waarbij

- $i_{c,h}$ kritieke heave gradient (=0.3)
- i gradient uittredepunt, zie grenstoestandsfunctie [vergelijking \(7.6\)](#).

$$Z_h = i_{c,h} - i = i_{c,h} - (\phi_{\text{exit}} - h_{\text{exit}}) / D_{\text{deklaag}} \quad (7.6)$$

waarin

- D_{deklaag} laagdikte van de deklaag [m]
- h_{exit} freatische waterstand bij uittredepunt

7.3.2.3 Terugschrijdende erosie

De veiligheidsfactor voor terugschrijdende erosie wordt bepaald volgens:

$$FoS_p = \frac{m_p H_c}{h - h_{\text{exit}} - r_c D_{\text{deklaag}}} \quad (7.7)$$

waarbij

- H_c kritieke verval over de waterkering tussen het intredepunt en het uittredepunt [m]
- m_p modelfactor voor het piping model ($m_p = 1$)
- h freatische waterstand aan rivierzijde [m]
- h_{exit} freatische waterstand bij het uittredepunt [m]
- r_c reductiefactor voor de weerstand bij het uittredepunt ($r_c = 0.3$)
- D_{deklaag} laagdikte van de deklaag bij uittredepunt [m]

H_c in bovenstaande formule komt overeen met onderstaande ΔH_c

$$\frac{\Delta H_c}{L} = F_{\text{resistance}} F_{\text{scale}} F_{\text{geometry}} \quad (7.8)$$

waarbij

$$F_{\text{resistance}} = \eta \frac{\gamma_{\text{sub.particles}}}{\gamma_{\text{water}}} \tan \theta$$

$$F_{\text{scale}} = \frac{d_{70.m}}{\sqrt[3]{\kappa L}} \left(\frac{d_{70}}{d_{70.m}} \right)^{0.4}, \quad \kappa = \frac{\nu_{\text{water}}}{g}$$

$$F_{\text{geometry}} = 0.91 \left(\frac{D}{L} \right)^{\frac{0.28}{\left(\frac{D}{L} \right)^{2.8} - 1} + 0.04}$$

waarin

L	kwelweglengte van in- tot uitredepunt: $L = x_{\text{exit}} - x_{\text{entry}}$ [m]
$\gamma_{\text{sub.particles}}$	volumegewicht van zandkorrels onder water (= 16.5) [kN/m ³]
η	coefficient van White (sleefkrachtfactor) (= 0.25) [-]
d_{70}	70-percentielwaarde van de korrelverdeling van de piping-gevoelige laag [m]
κ	intrinsieke doorlatenheid van de zandlaag [m ²]
k	Darcy doorlatenheid [m/s]
ν	kinematische viscositeit van water (voor grondwater van 10° Celsius: $1.33 \cdot 10^{-6}$) [m ² /s]
g	zwaartekrachteversnelling (= 9.81) [m/s ²]
D	dikte van de zandlaag [m]
$d_{70.m}$	referentie d_{70} -waarde (= $20.8 \cdot 10^{-4}$) [m]
θ	rolweerstandshoek van zandkorrels van de aangepaste Sellmeijer regel (= 37) [°]

Het intredepunt is standaard in DAM het karakteristiek punt 'Teen dijk buitenwaarts'. Dit kan per locatie aangepast worden door de afstand tot intredepunt (kolomnaam: `distance_to_entry_point`) op te geven in `locations.csv`.

7.3.2.4 Piping

Om piping te bepalen, dienen bovenstaande drie deelmechanismen in deze volgorde uitgerekend te worden. Bij het falen van één van deze berekeningen, berekent DAM de volgende deelmechanismen ook niet. Dus wanneer er geen opbarstberekening gemaakt kan worden, dan worden heave en terugschrijdende erosie ook niet berekend. Wanneer alledrie deelmechanismen berekend zijn wordt de hoogste veiligheidsfactor getoond als Piping veiligheidsfactor, samen met het kritieke verval (H_c) van dit deelmechanisme. Niet te verwarren met de H_c 's van de andere deelmechanismen.

$$FoS_{\text{piping}} = \max(FoS_u; FoS_h; FoS_p) \quad (7.9)$$

Alle resultaten worden getoond in het Tabellenvenster/Ontwerpberekeningen, zie Resultaten.

8 Uitvoer

8.1 Berekningen inzien

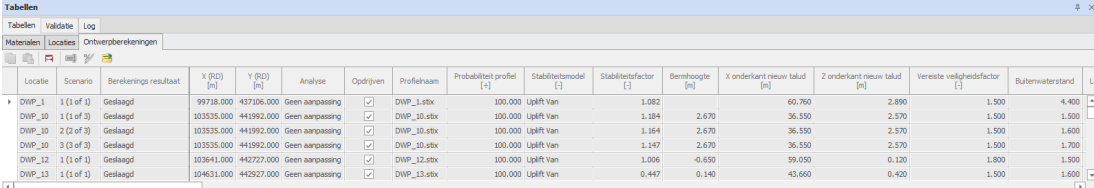
Nadat de berekening is uitgevoerd, zijn de resultaten middels meerdere vensters in te zien:

- ◇ Dwarsdoorsnede
 - Dwarsdoorsnede (figuur 8.3)
- ◇ Eigenschappen
 - Berekening (figuur 8.2)
Middels dit tabblad is het mogelijk om een (stabiliteits)berekening te openen in *D-Stability* met het maatgevende glijvlak.
- ◇ Tabellen
 - Tabblad Ontwerpberekeningen (figuur 8.1) bij een *Ontwerp* berekening

8.1.1 Uitvoer - Tabellenvenster

8.1.1.1 Ontwerpberekeningen tabblad

Allereerst laat de DAM User Interface de resultaten zien in het tabel-venster, zie [figuur 8.1](#). Door een berekening in dit venster te selecteren, verschijnt in het Eigenschappenvenster een extra tabblad: Berekening, zie [figuur 8.2](#).



Locatie	Scenario	Berekenings resultaat	X (RD) [m]	Y (RD) [m]	Analyse	Opdriften	Profielnaam	Probabiliteit profiel [%]	Stabiliteitsmodel [%]	Stabiliteitsfactor [-]	Bemhoogte [m]	X onderkant nieuw talud [m]	Z onderkant nieuw talud [m]	Verste veiligheidsfactor [-]	Buitenwaterstand	La
DWP_1	1 (1 of 1)	Geslaagd	99718.000	437106.000	Geen aanpassing	<input checked="" type="checkbox"/>	DWP_1.stbx	100.000	Uplift Van	1.082		60.760	2.890	1.500	4.400	▲
DWP_10	1 (1 of 3)	Geslaagd	103535.000	441992.000	Geen aanpassing	<input checked="" type="checkbox"/>	DWP_10.stbx	100.000	Uplift Van	1.184	2.670	36.550	2.570	1.500	1.500	□
DWP_10	2 (2 of 3)	Geslaagd	103535.000	441992.000	Geen aanpassing	<input checked="" type="checkbox"/>	DWP_10.stbx	100.000	Uplift Van	1.184	2.670	36.550	2.570	1.500	1.600	□
DWP_10	3 (3 of 3)	Geslaagd	103535.000	441992.000	Geen aanpassing	<input checked="" type="checkbox"/>	DWP_10.stbx	100.000	Uplift Van	1.147	2.670	36.550	2.570	1.500	1.700	□
DWP_12	1 (1 of 1)	Geslaagd	103641.000	442727.000	Geen aanpassing	<input checked="" type="checkbox"/>	DWP_12.stbx	100.000	Uplift Van	1.006	-0.650	59.050	0.120	1.800	1.500	□
DWP_13	1 (1 of 1)	Geslaagd	104631.000	442927.000	Geen aanpassing	<input checked="" type="checkbox"/>	DWP_13.stbx	100.000	Uplift Van	0.447	0.140	43.660	0.420	1.500	1.600	□

Figuur 8.1: Voorbeeld venster Tabellen tabblad Ontwerpberekeningen

Tabel 8.1: Overzicht van de parameters van tabblad Ontwerpberekeningen

Kolomnaam (NL) met eenheid	Kolomnaam (ENG)	Faalmechanisme/model	Toelichting
Locatie	Location	Algemeen	
Scenario	Scenario	Algemeen	
Berekeningsresultaat	Calculation result	Algemeen	De opties zijn: 'Geslaagd', 'Berekening mislukt' en 'Niet berekend'. De laatste komt voor wanneer methode Uplift-Van is gekozen en er geen opdrijven optreedt, tenzij de optie 'Voer Uplift-Van alleen uit indien opdrijven optreedt' is uitgezet (zie paragraaf 7.2.1).
X (RD) [m]	Global X-coördinate [m]	Algemeen	
Y (RD) [m]	Global Y-coördinate [m]	Algemeen	
Analyse	Analysis	Algemeen	Met of zonder geometrieanpassing
Probabilistisch	Probabilistic	Algemeen	
Opdrijven	Uplift	Algemeen	Is aangevinkt indien opdrijven voorkomt (uitgerekend met DAM methode, niet WBI).
Profielnaam	Profile	Algemeen	Naam ondergrondprofiel
Probabiliteit profiel [-]	Profile probability [-]	Algemeen	Kans van aantreffen ondergrondprofiel.
Stabiliteitsfactor [-]	Safety factor [-]	Macrostabiliteit	Veiligheidsfactor macrostabiliteit (let op: in DAM 18.1 voor LiftVan inclusief veiligheidsfactor, dus nog vermenigvuldigen met 1.05 voor stabiliteitsfactor zonder model factor).
Bermhoogte [m]	Shoulder height [m]	Algemeen	
X poldersteen [m]	Toe polder [m]	Algemeen	
Z poldersteen [m]	Height toe polder [m]	Algemeen	
Vereiste veiligheidsfactor [-]	Required safety factor [-]	Algemeen	Veiligheidsfactor waaraan het ontwerp (indien geometrie aanpassing) getoetst wordt.
Buitenwaterstand	River level	Algemeen	
Lage buitenwaterstand	River level low	Macrostabiliteit-buitenwaarts	
DTH	Dike table height	Algemeen	Dijktafelhoogte, optie voor geometrieanpassing
Helling demping PL3/PL4	Slope damping factor	DAM Watercreator	
Dijk lengte [m]	Dike length [m]	Algemeen	Afstand tussen buitenteen en binnenteen

Kolomnaam (NL) met eenheid	Kolomnaam (ENG)	Faalmecanisme/model	Toelichting
PL3 opdrijven [-]	PL3 Min uplift [-]	DAM Waternetcreator	
PL3 stijghoogte aangepast[m]	PL3 Head adjusted[m]	DAM Waternetcreator	
PL3 locatie opdrijven (X-lokaal) [m]	PL3 Min uplift (X-local) [m]	DAM Waternetcreator	
PL3 locatie opdrijven (X-globaal) [m]	PL3 Min uplift (X-global) [m]	DAM Waternetcreator	X-coördinaat van het eerste punt waar opdrijven optreedt, m.b.t PL3.
PL3 locatie opdrijven (Y-globaal) [m]	PL3 Min uplift (Y-global) [m]	DAM Waternetcreator	Y-coördinaat van het eerste punt waar opdrijven optreedt, m.b.t. PL3.
PL4 opdrijven [-]	PL4 Min uplift [-]	DAM Waternetcreator	
PL4 stijghoogte aangepast [m]	PL4 Head adjusted[m]	DAM Waternetcreator	
PL4 locatie opdrijven (X-lokaal) [m]	PL4 Min uplift (X-local) [m]	DAM Waternetcreator	
PL4 locatie opdrijven (X-globaal) [m]	PL4 Min uplift (X-global) [m]	DAM Waternetcreator	X-coördinaat van het eerste punt waar opdrijven optreedt, m.b.t PL4.
PL4 locatie opdrijven (Y-globaal) [m]	PL4 Min uplift (Y-global) [m]	DAM Waternetcreator	Y-coördinaat van het eerste punt waar opdrijven optreedt, m.b.t. PL4.
Model piping[-]	Piping model [-]	Piping	Het gebruikte model voor piping
Factor piping[-]	Piping factor [-]	Piping	Veiligheidsfactor piping; zie vergelijking (7.1) indien model Bligh is gekozen; zie vergelijking (7.9) indien model Sellmeijer Revised (WBI) is gekozen.
Intredepunt piping x lokaal [m]	Piping entry point (X-local) [m]	Piping	
Intredepunt piping x globaal [m]	Piping entry point (X-global) [m]	Piping	
Intredepunt piping y globaal [m]	Piping entry point (Y-global) [m]	Piping	
Uitredepunt piping x lokaal [m]	Piping exit point (X-local) [m]	Piping	
Uitredepunt piping x globaal [m]	Piping exit point (X-global) [m]	Piping	
Uitredepunt piping y globaal [m]	Piping exit point (Y-global) [m]	Piping	
Kwelweglengte piping [m]	Seepage length piping [m]	Piping	
Kritische hoogte[m]	H critical[m]	Piping	
Veiligheidsfactor opdrijven [-]	Uplift safety factor [-]	DAM Waternetcreator	Verhouding tussen gewicht grond en waterdruk bovenkant aquifer op de uitredelocatie, zie DAM Waternet Creator (Waterspanningen generatie). NB: verschilt dus van Opbarsten veiligheidsfactor (WBI).

Kolomnaam (NL) met eenheid	Kolomnaam (ENG)	Faalmecanisme/model	Toelichting
Opbarsten veiligheidsfactor (WBI) [-]	Uplift safety factor (WBI) [-]	Piping (Sellmeijer Revised (WBI))	Verhouding effectieve spanning en waterspanning, zie vergelijking (7.4) in Sellmeijer Revised (WBI). NB: Verschildt dus van Veiligheidsfactor opbarsten.
Opbarsten DeltaHc (WBI) [m]	Uplift DeltaHc (WBI) [m]	Piping (Sellmeijer Revised (WBI))	Kritiek verval voor opbarsten, zie Sellmeijer Revised (WBI).
Opbarsten hc (WBI) [m]	Uplift hc (WBI) [m]	Piping (Sellmeijer Revised (WBI))	Kritieke waterstand voor opbarsten, zie Sellmeijer Revised (WBI).
Opbarsten effectieve laagdikte (WBI) [m]	Effective cover layer (WBI) [m]	Piping (Sellmeijer Revised (WBI))	Effectieve laagdikte deklaag uitredpunt, zie Sellmeijer Revised (WBI).
Opbarsten effectieve spanning (WBI) [kN/m ²]	Effective stress exit point (WBI) [kN/m ²]	Piping (Sellmeijer Revised (WBI))	Effectieve spanning uitredpunt, zie Sellmeijer Revised (WBI).
Heave veiligheidsfactor (WBI) [-]	Heave safety factor (WBI) [-]	Piping (Sellmeijer Revised (WBI))	Veiligheidsfactor voor heave, zie vergelijking (7.5) in Sellmeijer Revised (WBI).
Heave hc (WBI) [m]	Heave hc (WBI) [m]	Piping (Sellmeijer Revised (WBI))	Kritieke waterstand voor heave, zie Sellmeijer Revised (WBI).
Heave gradiënt (WBI) [-]	Heave gradient (WBI) [-]	Piping (Sellmeijer Revised (WBI))	De optredende verticale gradiënt in het opbarstkanaal, zie Sellmeijer Revised (WBI).
Terugschrijdende erosie veiligheidsfactor (WBI) [-]	Backward erosion safety factor (WBI) [-]	Piping (Sellmeijer Revised (WBI))	Veiligheidsfactor voor terugschrijdende erosie, zie vergelijking (7.7) in Sellmeijer Revised (WBI).
Terugschrijdende erosie hc (WBI) [m]	Backward erosion hc (WBI) [m]	Piping (Sellmeijer Revised (WBI))	Kritieke waterstand voor terugschrijdende erosie, zie Sellmeijer Revised (WBI).
Terugschrijdende erosie DeltaHc (WBI) [m]	Backward erosion DeltaHc (WBI) [m]	Piping (Sellmeijer Revised (WBI))	Het kritieke verval over de waterkering, zie Sellmeijer Revised (WBI).
Terugschrijdende erosie CCreep (WBI) [-]	Backward erosion CCreep (WBI) [-]	Piping (Sellmeijer Revised (WBI))	Verhouding $L_r/\Delta H_c$ tussen de kwelweglengte en het berekende kritieke verval, zie Sellmeijer Revised (WBI).
Terugschrijdende erosie gereduceerd verval [m]	Backward erosion reduced DeltaHc	Piping (Sellmeijer Revised (WBI))	Daadwerkelijk aanwezige stijghoogteverschil, het verschil tussen de buitenwaterstand en de binnenwaterstand, gecorrigeerd voor de drukval in het opbarstkanaal, zie Sellmeijer Revised (WBI).
Piping veiligheidsfactor (WBI) [-]	Piping safety factor (WBI) [-]	Piping (Sellmeijer Revised (WBI))	De hoogste veiligheidsfactor van de drie submechanismen.

Kolomnaam (NL) met eenheid	Kolomnaam (ENG)	Faalmechanisme/model	Toelichting
Piping hc (WBI) [m]	Piping Hc (WBI) [m]	Piping (Sellmeijer Revised (WBI))	De kritieke waterstand behorende bij het maatgevende submechanisme.
Melding resultaat	Message	Algemeen	Berekening mogelijk?
Opmerkingen	Notes	Algemeen	Vrij tekstveld voor gebruiker
Aantal iteraties	Number of iterations	Algemeen / geometrieaanpassing	Aantal rekenslagen benodigd om eindgeometrie te genereren.
Evaluatie	Evaluation	Algemeen	Mogelijkheid voor gebruiker om berekening goed of af te keuren.

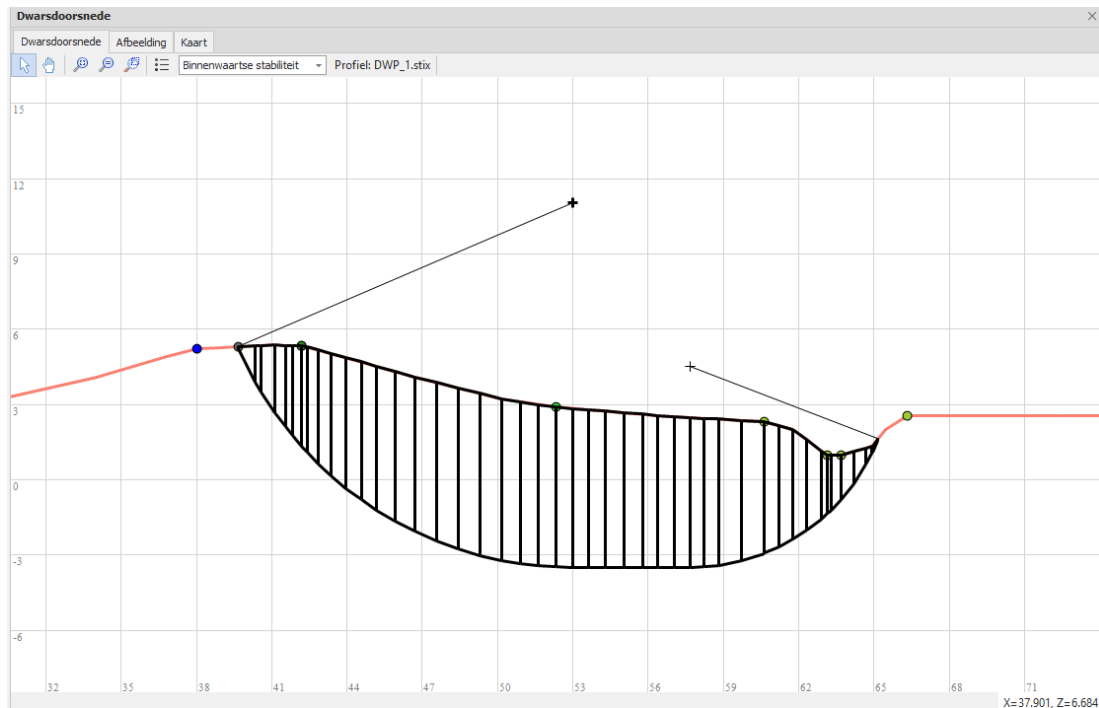
8.1.2 Uitvoer - Eigenschappenvenster

Eigenschappen			
Locatie	Locatie scenario's	Hoogtegeometrie	Berekening
Invoer			
Locatie	DWP_1		
Profielnaam	DWP_1.stix		
Stabiliteitsmodel	Bishop		
Scenarionaam	1		
Resultaten			
Stabiliteitsfactor [-]			1.248
Berekenings resultaat	Geslaagd		
Aantal iteraties			0
Evaluatie			
<input type="radio"/> Goedgekeurd <input type="radio"/> Afgekeurd <input checked="" type="radio"/> Niet geëvalueerd			
Open berekening			
Opmerkingen			

Figuur 8.2: Voorbeeld venster Eigenschappen tabblad Berekening

8.1.3 Uitvoer - Dwarsdoorsnedevenster

Indien het om een stabiliteitsberekening gaat, laat het venster Dwarsdoorsnede, op het tabblad 'Dwarsdoorsnede' het maatgevende glijvlak zien, zie [figuur 8.3](#).



Figuur 8.3: Voorbeeld venster *Dwarsdoorsnede*, tabblad *Dwarsdoorsnede*

NB: In het geval van een piping berekening is er geen afbeelding beschikbaar.

Wanneer *D-Stability* is geïnstalleerd, is het mogelijk de berekening vanuit DAM te openen door in het venster Eigenschappen, tabblad Berekening, op de knop 'Open berekening' te klikken, zie [figuur 8.2](#). Hiermee wordt *D-Stability* opgestart en laat deze een kopie van de invoer van de berekening zien, met alleen het maatgevende glijvlak. Om de resultaten te bekijken dient de berekening in *D-Stability* opnieuw uitgevoerd te worden. De kopie wordt opgeslagen in dezelfde folder als het origineel, zie [paragraaf 8.3](#)

Indien de geometrie door DAM is aangepast is dit te zien in het tabblad "dwarsdoorsnede" door middel van een groen gestippelde lijn, zie [figuur 8.4](#).



Figuur 8.4: De originele schematisering en aangepaste geometrie (groen gestippeld)

8.2 Berekeningen controleren

In het venster Eigenschappen tabblad Berekeningen zijn twee kolommen opgenomen waarin de controle van de berekeningen geregistreerd kunnen worden; nl. 'Evaluatie' en 'Opmerkingen'.

In de kolom 'Evaluatie' kan de status van de berekening evaluatie worden weergegeven door middel van de keuzes;

- ◇ Goedgekeurd
- ◇ Afgekeurd
- ◇ Niet geëvalueerd

De laatste optie staat standaard in de kolom.

De kolom 'Opmerkingen' kan vrije tekst worden ingevuld met een maximale lengte van 15 leestekens. In verband met eventueel categoriseren van de opmerkingen en latere verwerking/presentatie in GIS, wordt aangeraden met codes te werken. Een voorbeeld van een codelijst is opgenomen in bijlage X.

8.3 Uitvoerbestanden

Na het uitvoeren van de berekeningen zijn de vensters van de user interface aangepast, zoals beschreven in voorgaande paragrafen. Dit wordt opgeslagen in het project bestand (*.damx).

Nadat de berekeningen zijn uitgevoerd, wordt het originele project bestand (*.damx) overschreven door de nieuwe.

Indien DAM wordt afgesloten, op een later tijdstip wordt opgestart en het project bestand (*.damx) wordt geopend, dan zijn de berekeningen wederom inzichtelijk en te openen zoals boven omschreven.

De mogelijkheden om de afbeeldingen van de stabiliteitsberekeningen te kunnen zien en stabiliteitsberekeningen te kunnen openen is echter wel afhankelijk van de aanwezigheid van meerdere bestanden. Deze zijn allen opgeslagen in een aangemaakte map: <trajectnaam>.Calc.

Deze map is in dezelfde map aangemaakt als waar het project bestand (*.damx) wordt opgeslagen.

De <trajectnaam>.Calc bestaat uit de volgende mappen:

- ◇ Stability met als mogelijke submappen Bishop en UpliftVan.
- ◇ Piping met als mogelijke submappen Bligh en Wti2017.

Belangrijk is dat deze mapstructuur ongewijzigd blijft om het project bestand (*.damx) goed te laten functioneren.

Indien er geslaagde stabiliteitsberekeningen zijn gemaakt, zijn er in de Calc folder invoerfiles voor *D-Stability* opgeslagen. In *D-Stability* kunnen de berekeningen opnieuw uitgevoerd worden.

De files met naam *_result.stix bevatten het maatgevende glijvlak. Dit zijn dezelfde files die direct geopend kunnen worden in *D-Stability* via de 'Open berekening' knop in het Eigenschappen venster.

Daarnaast zijn er files met de naam *_input.stix die het gehele grid bevatten waarmee de berekening vanuit DAM is gemaakt. Er zijn de volgende uitzonderingen:

- ◇ Voor een berekening met model UpliftVan en zoekmethode Rekengrid kunnen geen _input.stix file gemaakt worden omdat deze methode niet is opgenomen in *D-Stability*.
- ◇ Bij de zoekmethode Rekengrid in DAM kan een andere afstand tussen de gridpunten horizontaal en verticaal gekozen worden, terwijl de gridafstand in *D-Stability* in beide richtingen gelijk is. In dit geval is in de _input.stix files voor de kleinste afstand gekozen. Hierdoor kan het resultaat na opnieuw doorrekenen in *D-Stability* enigszins afwijken van het resultaat in DAM.
- ◇ Bij de zoekmethode Rekengrid in DAM wordt een verfijning van het rekengrid ([paragraaf 6.3.3](#)) en de tangentlijnen ([paragraaf 6.3.4](#)) gedaan maar niet in *D-Stability*. Hierdoor kan het resultaat na opnieuw doorrekenen in *D-Stability* enigszins afwijken van het resultaat in DAM.

Bovengenoemde bestanden worden automatisch door DAM aangemaakt. Daarnaast bestaat ook de mogelijkheid om als gebruiker bepaalde resultaatbestanden aan te maken. De export bestanden wordt uitgevoerd door in de menubalk Bestand-Exporteren te kiezen en vervolgens

'Ontworpen maaiveldlijnen'.

Een andere mogelijkheid is het exporteren van het venster tabellen – berekeningen. Hierbij wordt de tabel geëxporteerd zoals hij zichtbaar is, dus eventuele selecties blijven gelden. Deze export wordt uitgevoerd middels de knop 'Tabel Exporteren' in de werkbalk van het venster.

9 Referenties

Deltares. "DAM website <https://publicwiki.deltares.nl/display/DAM/DAM>."

Gomez, B. en J. Jones. *Research Methods in Geography: A Critical Introduction*. 2010. Chichester, United Kingdom: John Wiley and Sons.

Popering, J. *Kwaliteit van Geo-informatie in theorie en praktijk, Een onderzoek naar de aspecten van kwaliteit van geo-informatie en een analyse van de attribuut nauwkeurigheid van een dataset, 2004, Vrije Universiteit Amsterdam, Faculteit van Aard- en Levens wetenschappen. Amsterdam: UVA. A-33A-33.*

Rijkswaterstaat. *Voorschrift Toetsen op Veiligheid - Primaire Waterkeringen (2006)*.

TAW. *Technisch Rapport Waterspanningen bij dijken (2004), TAW report DWW-2004-057, ISBN 90-369-5565-3. Tech. rapp.*

A Location parameters (locations.csv)

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de door DAM gebruikte parameters (*Name*). Daarbij is aangegeven het type van de parameter (*Type*), de dimensie (*Unit*), of de parameter verplicht is (*Required*) en een korte omschrijving. Als gewerkt wordt met shape files, mogen de attribuutnamen vrij gekozen worden. In de *.defx wordt dan de link gelegd tussen de parameter en de shape, inclusief attribuut. Als gewerkt wordt met *.csv bestanden, dan zijn de parameternamen, zoals gepresenteerd in onderstaande tabel, de headernamen in het *.csv bestand.

Name	Type	Unit	Required	Description
location_id	StringId	-	yes	Name of location
surfaceline_id	StringId	-	yes	Reference to surfaceline
segment_id	StringId	-	yes	Reference to segment
geo_x	Float	m	yes	X-coördinate
geo_y	Float	m	yes	Y-coördinate
x_soilgeometry2D_origin	Float	m	no	The distance in x-direction between the origin of the soilgeometry2D and the first point of the surfaceline
polderlevel	Float	m	yes	Level of water in polder
head_pl2	Float	m	yes	Head of PL-Line2
head_pl3	Float	m	no	Head of PL-Line3; use MHW if not specified
head_pl4	Float	m	no	Head of PL-Line4; use MHW if not specified
ophoogmateriaaldijk	StringId	-	no	Material to use for raising dike
ophoogmateriaalberm	StringId	-	no	Material to use for generating shoulder
PenetrationLength	Float	m	yes	indringingslengte (for PL2); must >= 0; if 0 then no indringing is applied
TrafficLoad	Float	kN/m ²	yes	Load of traffic (non-uniform load will be added for this)
TrafficLoadDistributionAngle	Float	degree	no	Distribution angle of the traffic load
minimal_circle_depth	Float	m	no	Minimal depth of circle of stability
dempingsfactor_pl3	Float	-	yes	Factor of damping for PL-Line 3 (deep sandlayer) (0.0 -1.0)
dempingsfactor_pl4	Float	-	yes	Factor of damping for PL-Line 4 (in between sandlayer) (0.0 -1.0)
PLLineCreationMethod	StringId	-	no	Method for creating PL-Lines Possible values (attention: case sensitive!): – ExpertKnowledgeRRD – ExpertKnowledgeLinearInDike – GaugesWithFallbackToExpertKnowledgeRRD
safety_factor_piping	Float	-	no	required safety factor for piping for design option.
safety_factor_stability_inner_slope	Float	-	no	required safety factor for stability innerslope for design option.
safety_factor_stability_outer_slope	Float	-	no	required safety factor for stability outerslope for design option for design option.
uplift_criterion_piping	Float	-	No	Criterion to determine if uplift occurs for piping.

Name	Type	Unit	Required	Description
uplift_criterion_stability	Float	-	No	Criterion to determine if uplift occurs for stability.
distance_to_entry_point	Float	m	No	Distance from toe of dike to entry point of river in deep sandlayer
PLLineOffsetBelowDikeTopAtRiver	Float	m	No	PL1 below top of dike (riverside)
PLLineOffsetBelowDikeTopAtPolder	Float	m	No	PL1 below top of dike (polderside)
PLLineOffsetBelowShoulderBase Inside	Float	m	No	PL1 below top of shoulder (polder-side)
PLLineOffsetBelowDikeToeAtPolder	Float	m	No	PL1 below toe of dike (polderside)
UsePLLineOffsetBelowDikeCrest Middle	Boolean	-	No	Use the Offset below the middle of the dike crest for pl-line 1.
PLLineOffsetBelowDikeCrestMiddle	Float	m	No	Offset below the middle of the dike crest for pl-line 1.
UsePLLineOffsetFactorBelow ShoulderCrest	Boolean	-	No	Use the Offset below the shoulder crest defined as factor (0-1) on the difference in height between shoulder crest and shoulder (= dike) toe for pl-line 1.
PLLineOffsetFactorBelowShoulder Crest	Float	-	No	Offset below the shoulder crest defined as factor (0-1) on the difference in height between shoulder crest and shoulder (= dike) toe for pl-line 1.
IntrusionVerticalWaterPressure	String id	-	No	Defines how vertical water pressures should intrude. Options are (case insensitive): <ul style="list-style-type: none"> - Standard - Linear - FullHydroStatic - HydroStatic - SemiTimeDependent
StabilityShoulderGrowSlope	Float	m	No	Shoulder growth slope for stability design
StabilityShoulderGrowDeltaX	Float	m	No	Shoulder growth delta X for stability design
StabilitySlopeAdaptionDeltaX	Float	m	No	Slope adaption delta X for stability design
SlopeDampingPiezometricHeight PolderSide	Float	m	No	The slope at which PL3 and PL4 decrease from the dike toe on the polder side to the polder level.
DikeTableHeight	Float	m	No	Dike table height
StabilityDesignMethod	String id	-	No	Design method <ul style="list-style-type: none"> - OptimizedSlopeAndShoulderAdaption (apply slope adaption when slipcircle exits in slope, apply shoulder when slipcircle exits in polder) - SlopeAdaptionBeforeShoulderAdaption (First apply slope adaption starting with SlopeAdaptionStartCotangent, stepping with SlopeAdaptionStepCotangent and ending with SlopeAdaptionStepCotangent; only after that apply shoulder adaption)
ZoneType	String id	-	No	ZoneType for stability inside calculation Possible values (attention: case sensitive!): <ul style="list-style-type: none"> - NoZones - ForbiddenZone

Name	Type	Unit	Required	Description
ForbiddenZoneFactor	Float	m	No	Factor indicating where the left limit of the forbidden zone lies: 0 corresponds to the dike crest at polder and 1 corresponds to the dike toe at polder, see also figuur 7.1 .
SlopeAdaptionStartCotangent	Float	-	No	Start slope for design method SlopeAdaptionBeforeShoulderAdaption
SlopeAdaptionEndCotangent	Float	-	No	End slope for design method SlopeAdaptionBeforeShoulderAdaption
SlopeAdaptionStepCotangent	Float	-	No	Step of slope for design method SlopeAdaptionBeforeShoulderAdaption
UseNewDikeTopWidth	Boolean	-	No	Design method, height adapter: use the value for new width for dike crest
NewDikeTopWidth	Float	m	No	Design method, height adapter: new width for dike crest
UseNewDikeSlopeInside	Boolean	-	No	Design method, height adapter: use the value for new inside slope for the dike
NewDikeSlopeInside	Float	-	No	Design method, height adapter: new inside slope for the dike
UseNewDikeSlopeOutside	Boolean	-	No	Design method, height adapter: use the value for new outside slope for the dike
NewDikeSlopeOutside	Float	-	No	Design method, height adapter: new outside slope for the dike
UseNewShoulderTopSlope	Boolean	-	No	Design method, shoulder adapter: use the value for new topside slope for the shoulder
NewShoulderTopSlope	Float	-	No	Design method, shoulder adapter: new topside slope for the shoulder
UseNewShoulderBaseSlope	Boolean	-	No	Design method, shoulder adapter: use the value for new base slope for the shoulder
NewShoulderBaseSlope	Float	-	No	Design method, shoulder adapter: new base slope for the shoulder
UseNewMaxHeightShoulderAsFraction	Boolean	-	No	Design method, shoulder adapter: use the value for new maximum allowed height for the shoulder as fraction of the dike height.
NewMaxHeightShoulderAsFraction	Float	-	No	Design method, shoulder adapter: new maximum allowed height for the shoulder as fraction of the dike height.
UseNewMinDistanceDikeToeStartDitch	Boolean	-	No	Design method: use the new value of the minimum distance allowed between the dike toe (inside) and the start of the ditch.
NewMinDistanceDikeToeStartDitch	Float	m	No	Design method: value of the minimum distance allowed between the dike toe (inside) and the start of the ditch.
UseNewDitchDefinition	Boolean	-	No	Design method: use the new definition for the ditch (creating a totally new ditch instead of moving old ditch)
NewWidthDitchBottom	Float	m	No	Design method: value of the width of the bottom of the new ditch.

Name	Type	Unit	Required	Description
NewDepthDitch	Float	m	No	Design method: value of the depth of the bottom of the new ditch (related to polder level).
NewSlopeAngleDitch	Float	-	No	Design method: value of the slope angles of the new ditch.
water_height	Float	m	No	River level (MHW).
water_height_low	Float	m	No	River level low (GLW).

B Characteristic points

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de benodigde karakteristieke punten in het bestand *characteristicpoints.csv*. Daarbij is aangegeven welke punten verplicht zijn en welke niet. Overigens geldt dat als, bijvoorbeeld van de sloot, het eerste punt is opgegeven ook alle andere punten van de sloot aanwezig moeten zijn. Dit geldt ook voor de bermen. Deze onderlinge afhankelijkheden zijn in onderstaande tabel gearceerd. Als een niet verplicht punt niet aanwezig is, dan dient voor de X, Y en Z waarde -1 ingevuld te worden. De onderstaande namen vormen samen de header regel van het *characteristicpoints.csv* bestand.

Naam	Required
Surfaceline_id	Yes
X_Maaiveld binnenwaarts	Yes
Y_Maaiveld binnenwaarts	Yes
Z_Maaiveld binnenwaarts	Yes
X_Insteek sloot polderzijde	No
Y_Insteek sloot polderzijde	No
Z_Insteek sloot polderzijde	No
X_Slootbodem polderzijde	No
Y_Slootbodem polderzijde	No
Z_Slootbodem polderzijde	No
X_Slootbodem dijkzijde	No
Y_Slootbodem dijkzijde	No
Z_Slootbodem dijkzijde	No
X_Insteek sloot dijkzijde	No
Y_Insteek sloot dijkzijde	No
Z_Insteek sloot dijkzijde	No
X_Teen dijk binnenwaarts	Yes
Y_Teen dijk binnenwaarts	Yes
Z_Teen dijk binnenwaarts	Yes
X_Kruin binnenberm	No
Y_Kruin binnenberm	No
Z_Kruin binnenberm	No
X_Insteek binnenberm	No
Y_Insteek binnenberm	No
Z_Insteek binnenberm	No
X_Kruin binnentalud	Yes
Y_Kruin binnentalud	Yes
Z_Kruin binnentalud	Yes
X_Verkeersbelasting kant binnenwaarts	Yes
Y_Verkeersbelasting kant binnenwaarts	Yes
Z_Verkeersbelasting kant binnenwaarts	Yes

Naam	Required
X_Verkeersbelasting kant buitenwaarts	Yes
Y_Verkeersbelasting kant buitenwaarts	Yes
Z_Verkeersbelasting kant buitenwaarts	Yes
X_Kruin buitentalud	Yes
Y_Kruin buitentalud	Yes
Z_Kruin buitentalud	Yes
X_Insteek buitenberm	No
Y_Insteek buitenberm	No
Z_Insteek buitenberm	No
X_Kruin buitenberm	No
Y_Kruin buitenberm	No
Z_Kruin buitenberm	No
X_Teen dijk buitenwaarts	Yes
Y_Teen dijk buitenwaarts	Yes
Z_Teen dijk buitenwaarts	Yes
X_Maaiveld buitenwaarts	Yes
Y_Maaiveld buitenwaarts	Yes
Z_Maaiveld buitenwaarts	Yes

C Voorbeeld scenarios.csv

Onderstaand een voorbeeld van een *scenarios.csv* voor twee locaties. De koppeling met de locaties gebeurt met de *Location_id*. Daarnaast heeft elk scenario, per *Location_id*, zijn unieke ID.

Location_id	Location_scenario_id	water_height	dike_table_height	safety_factor_stability_inner_slope
OR_409_001_i	1	-0.3	1	0.95
OR_409_001_i	2	-0.1	1.2	0.95
OR_409_001_i	3	0	1.3	0.95
OR_409_002A_i	1	-0.2	1	0.9
OR_409_002A_i	2	-0.2	1	0.95
OR_409_002A_i	3	-0.2	1	1

In het voorbeeld is duidelijk te zien dat met de verschillende parameters gevarieerd kan worden. Naast de weergegeven kolommen, zijn er nog meer kolommen mogelijk. Deze zijn allen in onderstaande tabel weergegeven te weten:

Name	Type	Unit	Required	Description
Location_id	StringId	-	Yes	Reference to location (in locations.csv)
Location_scenario_id	Integer	-	Yes	Sequence number of scenario for location.
water_height	Float	m	No	River level for scenario (MHW).
water_height_low	Float	m	No	River level low for scenario (GLW).
dike_table_height	Float	m	No	Dike table height for scenario.
safety_factor_piping	Float	-	No	required safety factor for piping for design option.
safety_factor_stability_inner_slope	Float	-	No	required safety factor for stability innerslope for design option.
safety_factor_stability_outer_slope	Float	-	No	required safety factor for stability outerslope for design option for design option.
uplift_criterion_piping	Float	-	No	Criterion to determine if uplift occurs for piping.
uplift_criterion_stability	Float	-	No	Criterion to determine if uplift occurs for stability.
PLLineOffsetBelowDikeTopAtRiver	Float	m	No	Offset below the dike top at river for pl-line 1.
PLLineOffsetBelowDikeTopAtPolder	Float	m	No	Offset below the dike top at polder for pl-line 1.
PLLineOffsetBelowShoulderBaseInside	Float	m	No	Offset below the base of the shoulder inside for pl-line 1.
PLLineOffsetBelowDikeToeAtPolder	Float	m	No	Offset below the dike toe at polder for pl-line 1.
UsePLLineOffsetBelowDikeCrestMiddle	Boolean	-	No	Use the Offset below the middle of the dike crest for pl-line 1.
PLLineOffsetBelowDikeCrestMiddle	Float	m	No	Offset below the middle of the dike crest for pl-line 1.

Name	Type	Unit	Required	Description
UsePLLineOffsetFactorBelowShoulderCrest	Boolean	-	No	Use the Offset below the shoulder crest defined as factor (0-1) on the difference in height between shoulder crest and shoulder (= dike) toe for pl-line 1.
PLLineOffsetFactorBelowShoulderCrest	Float	-	No	Offset below the shoulder crest defined as factor (0-1) on the difference in height between shoulder crest and shoulder (= dike) toe for pl-line 1.
head_pl3	Float	m	No	Head for pl-line 3.
head_pL4	Float	m	No	Head for pl-line 4.
polderlevel	Float	m	No	Level of water in polder.
head_pl2	Float	m	No	Head for pl-line 2.

D Voorbeeld soils.csv

Onderstaand een voorbeeld van een *soils.csv*. De koppeling met de grond profielen gebeurt met de *soil_name*. Deze naam dient dan ook uniek te zijn.

Dit bestand biedt ook de mogelijkheid om te koppelen naar een sigma tau curve indien men gebruik wenst te maken van de optie SigmaTauTable. In dat geval dient de naam opgegeven te worden van de te gebruiken sigma tau curve. De sigma tau curve zelf dient dan te zijn opgenomen met dezelfde naam in het sigmataucurves.csv bestand ([appendix E](#)).

Evenzo kan hier een koppeling naar een su tabel gemaakt worden, indien men gebruik wil maken van de optie SuTable. In dat geval dient de naam opgegeven te worden van de te gebruiken su tabel. De su tabel zelf dient dan te zijn opgenomen met dezelfde naam in het sutables.csv bestand ([appendix F](#)).

In het voorbeeld is duidelijk te zien dat met de verschillende parameters gevarieerd kan worden afhankelijk van het gekozen model. Alle mogelijkheden zijn in onderstaande tabel weergegeven:

Name	Type	Unit	Required	Description
soil_name	StringId	-	yes	Name
soil_color	StringId	-	yes	Color
soil_type	StringId	-	yes	Indicates the soil type associated with this soil.
saturated_unit_weight	Float	kN/m ³	no	Unit weight below phreatic level
unsaturated_unit_weight	Float	kN/m ³	no	Unit weight above phreatic level
cohesion	Float	kN/m ²	no	Cohesion
friction_angle	Float	deg	no	Friction angle
diameter_d70	Float	µm	no	Diameter D70
permeability_x	Float	m/s	no	Permeability Kx
shear_strength_model	StringId	-	no	Shear strength model. The only supported options are "MohrCoulomb", "SHANSEP", "SigmaTauTable" and "SuTable"
strength_increase_exponent	Float	-	no	Strength increase exponent
ratio_su_pc	Float	-	no	Shear strength ratio S
pop	Float	kN/m ²	no	POP
sigma_tau_curve_name	StringId	-	no	link to the sigma tau curve as defined in the sigmataucurves.csv
su_table_name	StringId	-	no	link to the su table as defined in the sutables.csv
traffic_load_degree_of_consolidation	Float	%	no	The degree of consolidation per layer due to the traffic load. This is the relative amount of the total vertical stress by loading that is assumed to be carried as effective vertical stress by the soil skeleton. A degree of consolidation of 0% means no additional effective stress. A degree of consolidation of 100% means no additional excess pore pressures.

E Voorbeeld sigmataucurves.csv

Onderstaand een voorbeeld van een *sigmataucurves.csv*. De koppeling met de soils gebeurt op basis van de *sigma_tau_curve_name*. Deze naam dient dan ook op zich uniek te zijn per curve. Echter, in deze csv wordt die unieke naam voor elke sigma/tau combinatie van waarden, die bij deze curve horen, gebruikt.

sigma_tau_curve_name	sigma	tau
Al-P-dijksmat	0	2.05
Al-P-dijksmat	13.0	8.05
Al-P-dijksmat	26.0	13.79
Al-P-dijksmat	65.0	28.10
Al-P-dijksmat	110.5	44.60
Alg-Ophoogzand	0	0
Alg-Ophoogzand	200.0	129.88

Een geldige sigma tau curve moet voldoen aan de volgende eisen:

- ◇ er moeten minimaal twee sigma/tau waarden per curve zijn opgenomen in het bestand
- ◇ er mogen geen negatieve waarden worden gebruikt voor zowel sigma als tau.
- ◇ de waarden voor sigma moeten strikt toenemen in waarde.
- ◇ de eerste waarde voor sigma moet 0 zijn.

De definitie van het bestand is in onderstaande tabel weergegeven:

Name	Type	Unit	Required	Description
sigma_tau_curve_name	StringId	-	yes	name
sigma	Float	kN/m ²	yes	normal effective stress σ'_n
tau	Float	kN/m ²	yes	shear strength τ

F Voorbeeld sutable.csv

Onderstaand een voorbeeld van een *sutable.csv*. De koppeling met de soils gebeurt op basis van de *su_table_name*. Deze naam dient dan ook op zich uniek te zijn per su tabel. Echter, in deze csv wordt die unieke naam voor elke sigma/su combinatie van waarden, die bij deze su tabel horen, gebruikt.

su_table_name	sigma	su
Al-P-dijkmat	0	2.05
Al-P-dijkmat	13.0	8.05
Al-P-dijkmat	26.0	13.79
Al-P-dijkmat	65.0	28.10
Al-P-dijkmat	110.5	44.60
Alg-Ophoogzand	0	0
Alg-Ophoogzand	200.0	129.88

Een geldige su tabel moet voldoen aan de volgende eisen:

- ◇ er moeten minimaal twee sigma/su waarden per curve zijn opgenomen in het bestand
- ◇ er mogen geen negatieve waarden worden gebruikt voor zowel sigma als su.
- ◇ de waarden voor sigma moeten strikt toenemen in waarde.
- ◇ de eerste waarde voor sigma moet 0 zijn.

De definitie van het bestand is in onderstaande tabel weergegeven:

Name	Type	Unit	Required	Description
su_table_name	StringId	-	yes	name
sigma	Float	kN/m ²	yes	vertical effective stress
su	Float	kN/m ²	yes	undrained shear strength

G Voorbeeld aquifers.csv

In de eerste kolom staat de naam van een stix file en in de tweede kolom de laagnaam van een watervoerende laag in die stix file. Dit heeft als consequentie dat wanneer er meerdere lagen in een stix file dezelfde naam hebben en de naam komt voor in de aquifers.csv file, er vanuit wordt gegaan dat alle lagen met die naam aquifers zijn. Indien er twee watervoerende lagen zijn met een verschillende laagnaam, dan dient dit in twee regels te worden ingevoerd.

stix_filename	layer_name
Profiel_1.stix	zand_pleistoceen
Profiel_1.stix	zand_grof
Profiel_2.stix	zand
Profiel_3.stix	zand_pleistoceen

De definitie van het bestand is in onderstaande tabel weergegeven:

Name	Type	Required	Description
stix_filename	StringId	yes	name of D-Stability file with extension <i>.stix</i>
layer_name	StringId	yes	layer name of aquifer

H Voorbeeld soilprofiles.csv

Onderstaand een voorbeeld van een *soilprofile.csv*. Per profiel kunnen er meerdere rijen aanwezig zijn indien een profiel uit meerdere lagen bestaat. De eigenschappen van de laag wordt gedefinieerd in *soils.csv*.

In het voorbeeld is duidelijk te zien dat met de verschillende parameters gevarieerd kan worden afhankelijk van het gekozen model. Alle mogelijkheden zijn in onderstaande tabel weergegeven:

Name	Type	Unit	Required	Description
soilprofile_id	StringId	-	yes	Name
top_level	Float	-	yes	Indicates the top level of the soil
soil_name	StringId	-	yes	Indicates the soil name associated with this soil. The name should be present in soil.csv
soiltype	StringId	-	no	Obsolete.
is_aquifer	Boolean	-	yes	Indicates whether the soil is water bearing.

I Voorbeeld *.defx

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<DataSourceContainer Key="1">
  <DataSourceList>
    <DataSource Key="2" DataSourceType="CsvFiles" DataLocation="csvfiles\" />
    <DataSource Key="4" DataSourceType="BackgroundShapeFiles" DataLocation="..\shapefiles\Hollands_Noorderkwartier_top250" />
    <DataSource Key="6" DataSourceType="DataShapeFiles" DataLocation="..\shapefiles\" />
  </DataSourceList>
  <DataAttributes>
    <Attribute Key="7" Id="PolderLevel" DataSource="PolderLevel.shp" Name="PLHIGH" />
    <Attribute Key="8" Id="PolderLevellow" DataSource="PolderLevel.shp" Name="PLOW" />
    <Attribute Key="18" Id="head_pl3" DataSource="HeadPL3.shp" Name="HEADPL3" />
    <Attribute Key="19" Id="ophoogmateriaaldijk" DataSource="DikeMaterial.shp" Name="DikeMtrl" />
    <Attribute Key="18" Id="dempingsfactor_pl3" DataSource="DampingFactorPL3.shp" Name="DAMPINGPL3" />
    <Attribute Key="19" Id="dempingsfactor_pl4" DataSource="DampingFactorPL4.shp" Name="DAMPINGPL4" />
    <Attribute Key="25" Id="PenetrationLength" DataSource="PenetrationLength.shp" Name="PENLENGTH" />
    <Attribute Key="26" Id="TrafficLoad" DataSource="TrafficLoad.shp" Name="TRAFLOAD" />
    <Attribute Key="27" Id="PLLineCreationMethod" DataSource="PLLineCreationMethod.shp" Name="PLCRTMTHD" />
    <Attribute Key="28" Id="PLLineOffsetBelowDikeTopAtRiver" DataSource="PLLines.shp" Name="PLOBDTOPR" />
    <Attribute Key="29" Id="PLLineOffsetBelowDikeTopAtPolder" DataSource="PLLines.shp" Name="PLOBDTOPP" />
    <Attribute Key="30" Id="PLLineOffsetBelowShoulderBaseInside" DataSource="PLLines.shp" Name="PLOBBSB" />
    <Attribute Key="31" Id="PLLineOffsetBelowDikeToeAtPolder" DataSource="PLLines.shp" Name="PLOBDTOEP" />
    <Attribute Key="43" Id="minimal_circle_depth" DataSource="MinimalCircleDepth.shp" Name="MINCLDEPTH" />
    <Attribute Key="48" Id="safety_factor_piping" DataSource="SafetyFactorPiping.shp" Name="FPPIPING" />
    <Attribute Key="54" Id="uplift_criterion_piping" DataSource="UpliftCriterionPiping.shp" Name="UPLPIPING" />
    <Attribute Key="56" Id="uplift_criterion_stability" DataSource="UpliftCriterionStability.shp" Name="UPLSTAB" />
    <Attribute Key="60" Id="Location_id" DataSource="LocationID.shp" Name="LocationId" />
    <Attribute Key="64" Id="segment_id" DataSource="segments.shp" Name="CODE" />
  </DataAttributes>
</DataSourceContainer>
```

J Overzicht van de parameter id's in defx-bestand



Note: De dwarsdoorsneden staan niet in het defx-bestand, maar in een verplichte shapefile met de vaste naam *crosssection.shp* (zie ook [paragraaf 4.2.1.1](#)).

Naam in DAM	Id in defx	Id in csv's
Locaties tabblad:		
Naam		location_id
X (RD) [m]	¹	geo_x
Y (RD) [m]	¹	geo_y
SegmentId		segment_id
Verkeersbelasting [kN/m ³]		TrafficLoad
Verdelingshoek verkeerbelasting [°]		TrafficLoadDistributionAngle
Dempingsfactor PL3 [-]		dempingsfactor_pl3
Dempingsfactor PL4 [-]		dempingsfactor_pl4
Afstand tot intrede punt [m]		distance_to_entry_point
Indringingslengte [m]		PenetrationLength
Helling demping PL3/PL4		SlopeDampingPiezometricHeightPolderSide
Generatie WSP [-]		PLLineCreationMethod
Verloop waterspanning (verticaal)		IntrusionVerticalWaterPressure
Minimale cirkel diepte [m]		minimal_circle_depth
Zonerings type		Zone Type
Factor voor verboden zone [-]		ForbiddenZoneFactor
Ophoogmateriaal dijk		ophoogmateriaaldijk
Ophoogmateriaal berm		ophoogmateriaalberm
Berm ontwikkelings ratio [-]		StabilityShoulderGrowSlope
Berm stap grootte [m]		StabilityShoulderGrowDeltaX
Talud stagrootte [m]		StabilitySlopeAdaptionDeltaX
Dijkhoogte aanpassen bij ontwerpen	n.v.t.	n.v.t.
Berm aanpassen bij ontwerpen	n.v.t.	n.v.t.
Ontwerp methode voor stabiliteit		StabilityDesignMethod
Taludverflauwing start cotangent		SlopeAdaptionStartCotangent
Taludverflauwing eind cotangent		SlopeAdaptionEndCotangent
Taludverflauwing stap cotangent		SlopeAdaptionStepCotangent
Gebruik nieuwe breedte kruin		UseNewDikeTopWidth
Nieuwe breedte kruin		NewDikeTopWidth
Gebruik nieuwe helling binnenzijde		UseNewDikeSlopeInside
Nieuwe helling binnenzijde		NewDikeSlopeInside
Gebruik nieuwe helling buitenzijde		UseNewDikeSlopeOutside
Nieuwe helling buitenzijde		NewDikeSlopeOutside
Gebruik nieuwe helling bovenkant berm		UseNewShoulderTopSlope
Nieuwe helling bovenkant berm		NewShoulderTopSlope
Gebruik nieuwe helling berm		UseNewShoulderBaseSlope
Nieuwe helling berm		NewShoulderBaseSlope
Gebruik nieuwe toegestane hoogte berm		UseNewMaxHeightShoulderAsFraction
Nieuwe toegestane hoogte berm		NewMaxHeightShoulderAsFraction
Gebruik nieuwe toegestane afstand teen-sloot		UseNewMinDistanceDikeToeStartDitch

¹ Impliciet geïmporteerd met dezelfde shapefile als location_id.

Overzicht van de parameter id's in defx-bestand

Naam in DAM	Id in defx	Id in csv's
Nieuwe toegestane afstand teen-sloot	NewMinDistanceDikeToeStartDitch	
Gebruik nieuwe definitie sloot	UseNewDitchDefinition	
Nieuwe breedte slootbodem	NewWidthDitchBottom	
Nieuwe helling sloot	newSlopeAngleDitch	
Nieuwe diepte sloot	NewDepthDitch	
Hoogtegeometrie	n.v.t.	surfaceline_id
Scenarios tabblad:		
ID Locatie scenario	n.v.t.	location_scenario_id
Buitenwaterstand [m]	water_height	
Lage buitenwaterstand [m]	water_height_low	
DTH [m]	dike_table_height	
Polderpeil [m]	polderlevel	
Criterium opdrijven bij piping [-]	uplift_criterion_piping	
Criterium opdrijven bij stabiliteit [-]	uplift_criterion_stability	
PL1-buitenkruin offset [m]	PLineOffsetBelowDikeTopAtRiver	
PL1-binnenkruin offset [m]	PLineOffsetBelowDikeTopAtPolder	
PL1-Insteek binnenberm offset [m]	PLineOffsetBelowShoulderBaseInside	
PL1-binnenteen offset [m]	PLineOffsetBelowDikeToeAtPolder	
Gebruik PL1-kruin midden offset	UsePLineOffsetBelowDikeCrestMiddle	
PL1-kruin midden offset [m]	PLineOffsetBelowDikeCrestMiddle	
Gebruik PL1-offset factor kruin binnenberm	UsePLineOffsetFactorBelowShoulderCrest	
PL1-offset kruin binnenberm [±]	PLineOffsetFactorBelowShoulderCrest	
Stijghoogte PL2 [m]	head_pl2	
Stijghoogte PL3 [m]	head_pl3	
Stijghoogte PL4 [m]	head_pl4	
Vereiste veiligheidsfactor binnenwaartse stabiliteit [-]	safety_factor_stability_inner_slope	
Vereiste veiligheidsfactor buitenwaartse stabiliteit [-]	safety_factor_stability_outer_slope	
Vereiste veiligheidsfactor piping [-]	safety_factor_piping	
Niet expliciet zichtbaar in DAM:		
n.v.t.	x_soilgeometry2D_origin ²	

²Gebruikt bij het importeren van de 2D profielen voor de koppeling met de hoogtegeometrie.

K Sensordata

Na importeren van het bestand in DAM worden de gegevens getoond in tabellen. Het Excel bestand moet 4 tabbladen bevatten. Hieronder de namen van de tabbladen met tussen haakjes de naam van de corresponderende tabel in DAM.

- ◇ SensorProfileID (Sensor location data)
- ◇ SensorGroupID (Sensor group configuration)
- ◇ SensorID (Sensor configuration)
- ◇ DikeLineInProfile (nvt).

In de volgende secties wordt de inhoud van de tabbladen beschreven.

K.1 SensorProfileID

In dit tabblad worden sensoren aan een locatie gekoppeld. Dit blad bevat de volgende kolommen:

Kolom naam	Beschrijving
locationID	Een uniek nummer (wordt ook gebruikt in de groepering).
Profile ¹	Een unieke naam van het geometrische profiel. Deze naam verwijst normaal gesproken naar de location ID in locations.csv.
NameAlias	Een optionele naam.
MStabFile ¹	De naam van de mstab file. Deze staat ook in segments.csv.
SensorGroup	de ID van de groep waar deze sensor bij behoort.
InputPL1OuterWaterLevel	"Sensor" of "LocationData". Waarde van het waterniveau aan de buitenkant.
InputPL1PLLineOffsetBelowDikeTopAtRiver	"Ignore" of "LocationData". De stijghoogte van PL1 onder de buitenkruin.
InputPL1PLLineOffsetBelowDikeTopAtPolder	"Ignore" of "LocationData". De stijghoogte van PL1 onder de binnenkruin.
InputPL1PLLineOffsetBelowShoulderBaselInside	"Ignore" of "LocationData". De stijghoogte van PL1 onder de start van de berm aan de binnenkant.
InputPL1PLLineOffsetBelowDikeToeAtPolder	"Ignore" of "LocationData". De stijghoogte van PL1 onder de teen van de dijk aan de binnenkant.
InputPL1PolderLevel	"Sensor" of "LocationData". Waarde van het waterniveau aan de binnenkant.
InputPL3	"Sensor" of "LocationData". Value for PL3.
InputPL4	"Sensor" of "LocationData". Value for PL4.

De betekenis van de opties voor de "InputPL..." kolommen zijn:

- ◇ Ignore: punt wordt niet geschematiseerd.
- ◇ Sensor: waarde wordt overgenomen van de sensor.
- ◇ LocationData: waarde wordt overgenomen uit de locations.csv.

K.2 SensorGroupID

In dit blad kan een groepering worden gemaakt van sensoren. Op deze manier kunnen sensoren hergebruikt worden voor een bepaalde locatie. Een groep behoort dan tot een locatie. Belangrijk: Er moet hier goed opgelet worden bij het invullen van de ID's. Deze moeten overeenkomen met de ID's in de tabbladen SensorProfileID en SensorID. Dit blad bevat de volgende kolommen:

Kolom naam	Beschrijving
ID	Dit is de ID van een sensor groep; elke dwarsprofiel heeft een eigen groep.
SensorSelection	Dit zijn de ID's van sensoren behorende bij de groep, gescheiden door een punt-komma (;).

¹Deze kolom wordt niet gebruikt en zal ook niet binnen DAM getoond worden.

K.3 SensorID

In dit blad worden alle sensoren opgenomen die gebruikt moeten worden in de berekening. Belangrijk: De namen van de sensoren moeten overeenkomen met de namen die in de FEWS input tijdseries zijn geconfigureerd. Dit blad bevat de volgende kolommen:

Kolom naam	Beschrijving
ID	De ID van de sensor. Dit moet een uniek nummer zijn.
SensorName	De naam van de sensor. Deze moet overeenkomen met de naam in de FEWS tijdseries.
RelativeLocationSensorAlongProfileManual	Dit is de locatie die een gebruiker kan aangeven. Deze waarde is relatief vanaf de linkerkant van het profiel (de waarde 0 komt overeen met de linkerkant van het profiel; ofwel deze waarde kan nooit kleiner zijn dan 0).
RelativeLocationSensorFromDikeLine	Dit is de relatieve locatie van de sensor ten opzichte van de dijklijn (buitenkrui) van het profiel.
DepthSensor	De diepte van de sensor (in meters).
PLLine-Mapping	Met deze waarde wordt aangegeven voor welke PL lijn(en) de sensor gebruikt moet worden. Let op: het formaat dient tekst te zijn in Excel. Bij meerdere PL lijnen dienen de ID's gescheiden te worden door een punt-komma (;).
SensorType	Type van de sensor. Keuze uit 'WaterLevel' (een sensor die het waterniveau meet aan de buitenkant of de binnenkant) en 'PiezoMetricHead' (een sensor die de waterdruk meet in de dijk).

K.4 DikeLineInProfile

Dit tabblad wordt op dit moment nog niet gebruikt.

L DamLive Calculation Parameters

Onderstaand een voorbeeld van een *.XML bestand zoals gebruikt voor het DAMLive berekeningstype. In onderstaand voorbeeld wordt een binnenwaartse stabiliteitsberekening uitgevoerd met Bishop model en een rekengrid als zoekmethode.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<XmlCalculationParameters xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <CalculationModules>
    <StabilityInside>1</StabilityInside>
    <StabilityOutside>0</StabilityOutside>
    <PipingBligh>0</PipingBligh>
    <PipingWti>0</PipingWti>
  </CalculationModules>
  <StabilityParameters>
    <CalculationModel>Bishop</CalculationModel>
    <SearchMethod>Grid</SearchMethod>
  </StabilityParameters>
</XmlCalculationParameters>
```

De definitie van het bestand is in onderstaande tabel weergegeven:

Name	Type	Required	Description
CalculationModules:			
StabilityInside	Integer	no	Use 1 to perform a stability inside calculation. Otherwise, use 0.
StabilityOutside	Integer	no	Use 1 to perform a stability outside calculation. Otherwise, use 0.
PipingBligh	Integer	no	Use 1 to perform a piping calculation with Bligh model. Otherwise, use 0.
PipingWti	Integer	no	Use 1 to perform a piping calculation with Sellmeijer Revised (WTI). Otherwise, use 0.
StabilityParameters:			
CalculationModel	StringId	no	The stability calculation model. The only supported options are "Bishop", "UpliftVan" and "BishopUpliftVan".
SearchMethod	StringId	no	The search method for the stability calculation model. The only supported options are "Grid" and "BeeSwarm".