Montcuba

netherlands
pavement
consultants

Ref. nr: 004907

FUNCTIONEEL ONTWERP
GOLFKLAPMODEL

2-10-2000

Rapport opgesteld in opdracht van

Rijkswaterstaat
Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Postbus 5044
2600 GA DELFT

Contactpersoon

De heer ing. C.C. Montauban

Rapport opgesteld door

Netherlands Pavement Consultants bv
Postbus 2756 Winthontlaan 28
3500 GT UTRECHT 3526 KV UTRECHT

Telefoon 030 - 28 76 950
Telefax 030 - 28 87 844

Opdrachtnummer 998438
Projectleider ir. G. Gaarkeuken
Projectmedewerker(s) ing. A.K. de Looff
ir. P. Meijers (Geo Delft)

Status Definitief

Voor akkoord gezien

Utrecht, 2 oktober 2000

INHOUDSOPGAVE

Blz.

1. INLEIDING 3

2. DE MODELLERING 4

2.1. COM-object 4
2.1.1. Mechanisch model 4
2.1.2. De belasting 5
2.1.3. Materiaalparameters 6
2.1.4. De berekeningswijze 7
2.2. Stand-alone interface 7

3. BESTURINGSPLATFORM 9

3.1. Het menu 9
3.1.1. Bestand 10
3.1.1.1. Rapport afdrukken 10
3.1.2. Actie 10
3.1.3. Opties 11
3.1.4. Help 11
3.2. Tabbladen 11
3.2.1. Invoer 12
3.2.2. Berekening en uitvoer 13
3.3. Opslag van gegevens 13

4. BIJLAGE 14

Het auteursrecht van dit rapport is voorbehouden aan Netherlands Pavement Consultants bv te Utrecht.

1. INLEIDING

In opdracht van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) heeft Netherlands Pavement Consultants bv (NPC) een ontwerpdocument opgesteld voor het te ontwikkelen computerprogramma GOLFKLAP. Het schrijven van een ontwerpdocument maakt onderdeel uit van fase 2 van het project "Ontwikkeling Golfklapmodel". Fase 2 zal worden vervolgd met het schrijven van het uiteindelijke programma en de presentatie en de verspreiding ervan.

In dit functioneel ontwerp van GOLFKLAP zullen de volgende zaken aan de orde komen:

1. Het functiemodel: Een beschrijving van het doel en de functionaliteit (hoofdstuk 2);
2. Het interactiemodel: Een beschrijving van de gebruikersinteracties (hoofdstuk 3);

Het ontwerpdocument is opgesteld in samenspraak met de projectgroepleden (zie fase 1) en met Michael van de Paverd (DWW). Michael is toegevoegd aan de projectgroep om er op toe te zien dat het computerprogramma goed aansluit op PC-TOETS. Het ontwerpdocument heeft een gelijke opbouw als het door IKM geschreven ontwerpdocument voor het programma PC-Overslag.

2. DE MODELLERING

In dit hoofdstuk worden het doel en de vereiste functionaliteit van het programma GOLFKLAP beschreven. Het programma is zo opgebouwd dat enkele componenten hiervan ook afzonderlijk te gebruiken zijn in andere applicaties. Het gebruik van de afzonderlijke componenten wordt hier beschreven aan de hand van het gebruik in de Rekenmodule en PC-Toets. Het programma GOLFKLAP bestaat uit de volgende onderdelen:

- rekenhart (COM-object): dit onderdeel bevat de procedures die de invoergegevens bewerken en de uitkomsten berekenen;
- GOLFKLAP stand-alone interface: dit onderdeel van GOLFKLAP verzorgt een eigen interface voor het COM-object;

2.1. COM-object

Dit onderdeel is opgezet als COM-object zodat het in de Rekenmodule en in PC-Toets kan worden gebruikt. In feite is dit COM-object niets anders dan een RekenRegel. Voor de standaard berekeningen zullen een aantal invoerparameters moeten worden ingevoerd.

2.1.1. Mechanisch model

De constructie wordt geschematiseerd als een door veren ondersteunde ligger met elasticiteitsmodulus E (MPa) en poisson ratio ν (-) en beddingsconstante c (kPa/m). Er kan worden gekozen voor een vaste beddingsconstante, of voor een variabele beddingsconstante afhankelijk van golfspectrum en glijdingsmodulus, zie bijlage II.
Voor nadere details wordt verwezen naar de rapportage 'Het Golfklapmodel' van april 2000.

2.1.2. De belasting

Het golfspectrum wordt in de huidige versie van GOLFKLAP beschreven met een Rayleigh-verdeling. Ook de verdeling van de stootfactor is gebaseerd op proeven in de deltagoot met een Rayleigh-verdeelde golfhoogte. Andere golfhoogteverdelingen hebben een andere verdeling van de stootfactor tot gevolg. Met name rond de Waddenzee komen golfverdelingen voor die afwijken van de Rayleigh-verdeling (o.a. meertoppige spectra). Het uiteindelijke doel is om van de verdeling van het golven een invoerparameter te maken. Het is ook mogelijk om een gediscretiseerde verdeling toe te passen. Op dit ogenblik is er echter onvoldoende informatie over de relatie tussen golfverdeling en verdeling van de stootfactor.
De huidige modellering van het golfspectrum en de stootfactor blijft dus voorlopig gehandhaafd. De invoer van een ander golfspectrum en een andere verdeling van de stootfactor moet in een later stadium echter mogelijk zijn. Hier moet bij het schrijven van het computerprogramma nu al rekening mee worden gehouden.

Het leggen van een relatie tussen SWL en H_s is een belangrijk verbeterpunt. Deze informatie is echter niet beschikbaar. Er zal nu al rekening mee moeten worden gehouden om een dergelijke relatie in te kunnen voeren.
Het huidige programma werkt met een gemiddelde golfperiode. Het RIKZ en RIZA werken met Tm01. De Tm01 moet worden ingevoerd en worden omgerekend in T_{gem}. De volgende omrekenformule moet hiervoor worden gebruikt:

Tm01 = constante x Tgem

De waarde van de constante is spectrumafhankelijk dus locatie-afhankelijk. Informatie hierover wordt geleverd door Michael van de Paverd.

Het huidige programma integreert de Minersom tot $1{,}5H_s$. In hoeverre de bijdrage aan de Minersom bij hogere significante golfhoogten te verwaarlozen is, is onbekend. Het is echter eenvoudig om het programma te laten controleren of de bijdrage vanaf $1{,}5H_s$ nog significant is (> 2%). Indien dit niet het geval is kan de integratie worden gestopt bij $1{,}5H_s$.

2.1.3. Materiaalparameters

De volgende materiaalparameters worden ingevoerd en toegepast:

Asfalt

- Elasticiteitsmodulus E (MPa)
- Vermoeiingseigenschappen k en –a (-) (-);
- Poisson ratio (-)

Ondergrond

- Beddingsconstante c (kPa/m)

Met name de vermoeiingseigenschappen zijn van grote invloed op het rekenresultaat (machtsverband). De invloed van de Poisson ratio is verwaarloosbaar. De overige materiaalparameters hebben ongeveer een lineaire relatie met de benodigde laagdikte. De materiaalparameters zijn te bepalen met behulp van deflectiemetingen en dynamisch materiaalonderzoek. Er zijn echter twee belangrijke aandachtspunten:

- De materiaaleigenschappen van asfalt zijn afhankelijk van temperatuur en belastingtijd. Voor de E-modulus van het asfalt is gekozen voor 5 °C en 10 Hz, voor de vermoeiingseigenschappen is gekozen voor 5 °C en 1 Hz. Bij de invoer moeten deze randvoorwaarden duidelijk zijn aangegeven.
- De beddingsconstante van de ondergrond is afhankelijk van de Glijdingsmodulus van het asfalt, de asfaltdikte, de

golfhoogte, de relatieve dichtheid van de ondergrond en de stootfactor. De relatie tussen de beddingsconstante en deze parameters is vastgelegd in een regressieverband, gebaseerd op resultaten van PLAXIS-berekeningen. De invoer van een vaste beddingsconstante moet tot de mogelijkheden blijven behoren, zie bijlage II.

2.1.4. De berekeningswijze

De huidige berekeningswijze van het programma GOLFKLAP wordt als correct ervaren. De enige aanpassing die als gewenst wordt beschouwd, is de invoering van probabilistiek. Op dit moment zitten er een zestal lussen in het stroomschema van het programma om o.a. de veranderlijken, H_s, H en SWL te verdisconteren. Een verbetering zou zijn om H_s afhankelijk te maken van SWL en voor SWL de afhankelijkheid van t in te voeren. Zo wordt ieder beschouwd niveau belast door een specifieke H_s. Voor H is het een verbetering om een verdeling in te kunnen voeren (polynomen). De methode Rosenblueth kan hiervoor worden toegepast. Voor de methode Rosenbluth wordt verwezen naar bijlage I. Het invoegen van Rosenblueth is echter bewerkelijk. In een later stadium kan deze probabilstiek nog worden ingevoegd.
Als H_s als een functie van SWL kan worden ingevoerd is de afkap ten gevolge van het brekercriterium niet meer noodzakelijk. Deze is al verwerkt in H_s(SWL). Het stroomschema (met Rosenblueth) is gegeven in bijlage III.

2.2. Stand-alone interface

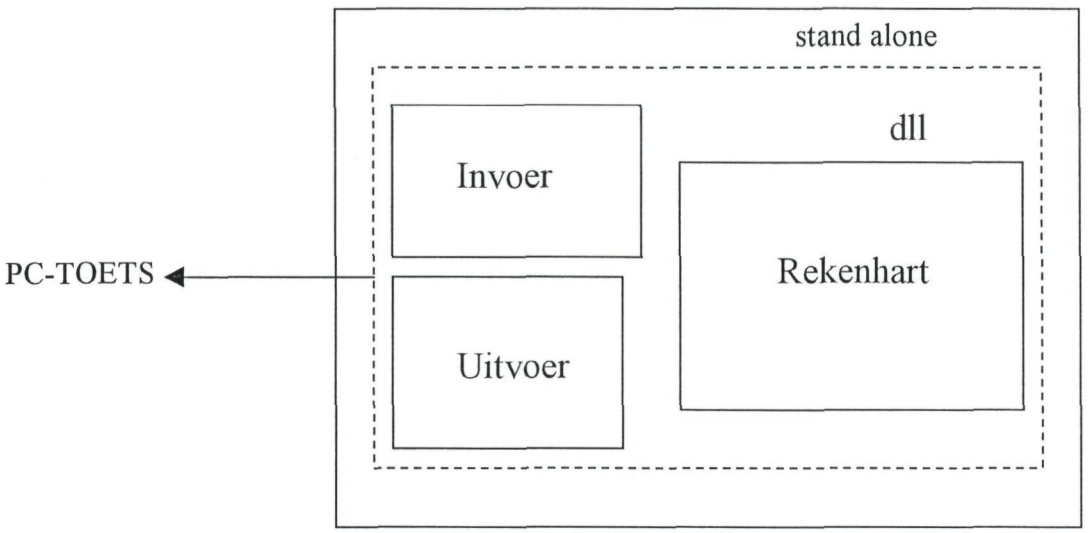
Deze interface, die verder gebruikersschil wordt genoemd, maakt gebruik van het COM-object en biedt op een eigen manier een interface. Deze gebruikersschil biedt extra mogelijkheden:

- opslag van dwarsprofielen;

- visuele controle van ingevoerde dijkprofiel (bij import het geïmporteerde dijkprofiel en het gecorrigeerde dijkprofiel);
- uitvoer van tussenresultaten van berekening (momentverdeling en spanningsverdeling, kansverdeling van de stootfactor en de golfhoogte, verloop $H_s(t)$;
- grafische weergave van Minersomverdeling of toe te passen laagdikte langs het talud;
- grafische weergave spanningsverloop in asfaltbekleding bij 1 golf;
- grafische weergave hydraulische randvoorwaarden SWL(t) en H_s(SWL).
- uitvoer van de combinatie van H en q met de grootste bijdrage aan de Minersom of de benodigde laagdikte.

3. BESTURINGSPLATFORM

Aan de hand van verschillende schermen wordt de functionaliteit van de GOLFKLAP-gebruikersschil beschreven. Het programma kan de volgende structuur hebben:



Het hoofdscherm bestaat uit:

- Het menu: Hierin kunnen bestanden worden geopend, nieuwe bestanden worden gemaakt, resultaten en/of dwarsprofielen worden afgedrukt, instellingen worden gewijzigd en hulp worden gevraagd;
- Tabbladen: Hierin vindt de uiteindelijke invoer en de berekening plaats.

3.1. Het menu

In de onderstaande paragrafen worden de menu's van GOLFKLAP beschreven. Het menu heeft 4 mogelijkheden:

1. Bestand
2. Acties
3. Opties
4. Help

3.1.1. Bestand

Het bestand-menu biedt de functies die men meestal in een bestand-menu aantreft. Hier kan men een nieuw dwarsprofiel maken, een dwarsprofiel openen en een dwarsprofiel opslaan. Met import en export kunnen dwarsprofielen als tekstbestanden worden opgeslagen en ingelezen. Daarnaast kunnen dwarsprofielen worden afgedrukt in de vorm van een rapport en kan het programma worden beëindigd.

3.1.1.1. Rapport afdrukken

De mogelijkheid om een rapport af te drukken is alleen beschikbaar als er een correcte berekening is uitgevoerd. Voor het afdrukken wordt een dialoog getoond waarin kan worden aangegeven welke gegevens moeten worden afgedrukt. In deze dialoog kan gekozen worden om wel of niet tussenresultaten en wel of niet afbeeldingen en grafiek af te drukken.

3.1.2. Actie

Vanuit het actie-menu kan een ingevoerd dwarsprofiel worden gevisualiseerd en kunnen de uitkomsten worden berekend door het aanroepen van het COM-object met de rekenregel.
Bij het visualiseren van een dwarsprofiel worden geen controles uitgevoerd maar wordt het dwarsprofiel getoond zoals het is ingevoerd. Als eerst een profiel is geïmporteerd dan wordt zowel het geïmporteerde dwarsprofiel als het bewerkte dwarsprofiel (rekenprofiel) getoond. Bij het uitvoeren van de berekening vinden wel de benodigde controles op het rekenprofiel plaats en wordt het tabblad gevuld met de berekende gegevens.

3.1.3. Opties

Vanuit het optie-menu kan men de verschillende opties voor de berekeningen instellen. In dit scherm kunnen de verschillende opties voor de berekening worden ingesteld:

1. Als bij 'Berekening opties' de vink bij 'Toetsing bekleding' wordt geplaatst wordt de Minersom ten gevolge van een superstorm bepaald en staat in het hoofdscherm 'laagdikte van de bekleding'.
2. Als bij 'Berekening opties' de vink bij 'Ontwerp bekleding' wordt geplaatst, wordt de laagdikte van de bekleding op iteratieve wijze bepaald en staat in het hoofdscherm 'aanvangsdikte van de bekleding'.
3. evt. meerdere vinken voor alternatieve berekeningen.

3.1.4. Help

Vanuit het help-menu heeft men de keuze uit de mogelijkheden 'Help' en 'Over'.
Bij het 'Help' wordt het helpscherm van GOLFKLAP getoond. De helptekst zal worden geleverd door de DWW, Geodelft en NPC. Bij 'Over' verschijnt er een scherm met programma-informatie en versie-informatie. Deze tekst zal worden geleverd door IKM.

3.2. Tabbladen

De onderstaande paragrafen beschrijven de verschillende schermen van GOLFKLAP. De verschillende schermen zijn opgezet als tabbladen. Na het doorlopen van de invoerstap wordt het tabblad met uitvoer beschikbaar.

3.2.1. Invoer

De invoer zal op een overzichtelijke wijze gepresenteerd moeten worden. Dit betekent dat er per invoerparameter aangegeven moeten worden welke parameter het betreft, wat de eenheid van de parameter is en wat de randvoorwaarden zijn:

E (asfalt) = [ ] MPa (T=5°C, f=10Hz)

Bij het starten van het programma is alleen dit tabblad beschikbaar (zonder de ingevulde waarden). Dit is ook de situatie die men verkrijgt bij het maken van een nieuw dwarsprofiel. Bij het openen van een opgeslagen dwarsprofiel ziet men het tabbald met de ingevulde waarden voor het dwarsprofiel, de materiaalparameters, de hydraulische parameters en de taluddelen.
De invoer zal dus in een viertal onderdelen worden verdeeld:

1. Constructie (asfaltdikte [bij laagdiktebepaling aanvangs-dikte], taludhelling [afhankelijk van taluddeel], diepte waterbodem) De asfaltdikte kan variabel zijn over de taludhelling;
2. Materiaalparameters (E, ν, k, -a, c, relatieve dichtheid ondergrond), eventueel niveau-afhankelijk;
3. De hydraulische parameters (Het tijverschil (SPRT), kansverdeling van de stootfactor en golfhoogte, verloop van de stilwaterlijn en verloop van de significante golfhoogte.
4. Te dimensioneren delen van het talud (laagste en hoogste punt van ieder beschouwd niveau en de hoeveelheid intervallen per beschouwd niveau). Meerdere delen van een talud kunnen dus in één rekenpartij worden afgewerkt.

Voor de kansdichtheidfunctie van H en de kansdichtheidfunctie van de kansdichtheidfunctie van de stootfactor wordt een keuzemogelijkheid gegeven (bv. Rayleigh, normaal, exponentieel, Führboter, etc). In eerste instantie wordt nog uitgegaan van een Rayleigh-verdeling voor de golfhoogte en een verdeling van Führboter voor de stootfactor. De significante

golfhoogte wordt afhankelijk van de stilwaterlijn en is een invoerparameter.

3.2.2. Berekening en uitvoer

Voordat het programma met zijn rekenpartij gaat beginnen zal de invoer moeten worden gechecked op onmogelijkheden zoals:

1. Beschouwd niveau lager dan het voorland. De berekening wordt niet uitgevoerd en de gebruiker krijgt de boodschap dat zijn beschouwde niveau lager ligt dan het voorland;
2. Alle invoerparameters moeten een waarde > 0 hebben. Indien dit niet het geval is, wordt de berekening niet uitgevoerd en de gebruiker krijgt de boodschap dat de betreffende invoerparameter(s) een waarde > 0 moet(en) hebben.
3. Onmogelijk hoge of lage waarden van een bepaalde invoerparameter. Voor iedere invoerparameter zullen grenzen moeten worden aangegeven waarbinnen de betreffende waarde moet liggen.

De Minersom of de benodigde laagdikte zal per beschouwd niveau worden weergegeven. Er wordt weergegeven wat de Minersom of de berekende laagdikte is per taluddeel. Tevens is de golflast aangegeven.

3.3. Opslag van gegevens

Welke gegevens worden opgeslagen is afhankelijk van de acties die de gebruiker uitvoert. De resultaten kunnen eenvoudig worden gelezen en bewerkt in Excel.

4. BIJLAGE

Bijlage I : Rosenblueth

Bijlage II : Beddingsconstantebepaling

Bijlage III : Stroomschema

Bijlage I

Rosenblueth

Rosenblueth

1. Inleiding

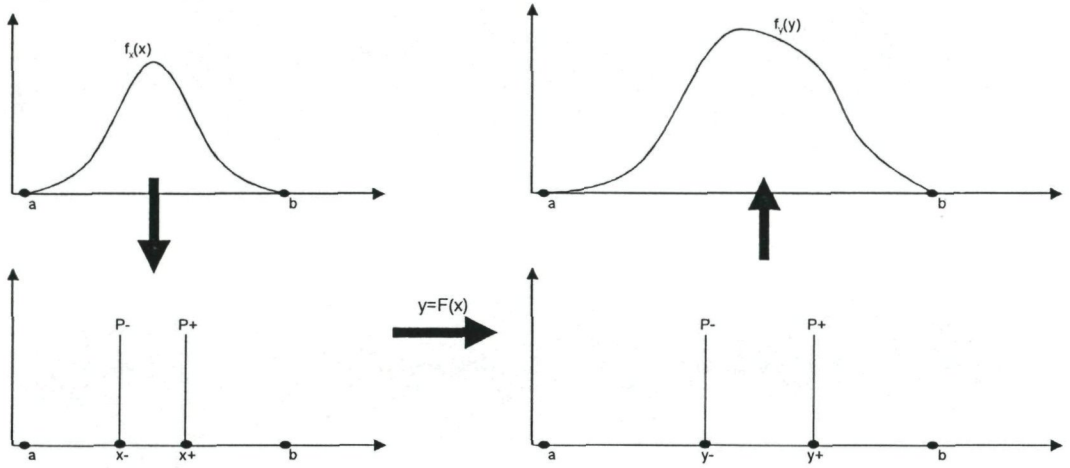
Tot op heden wordt er in de dimensionering van diverse constructies in de weg- en waterbouw nog betrekkelijk weinig gewerkt met probabilistische technieken omdat dit door velen wordt ervaren als een onbekend of moeilijk terrein waarbij gebrek aan kennis met betrekking tot statistische rekentechnieken de hoofdrol speelt.
Door Rosenblueth is een methode ontwikkeld die op een relatief eenvoudige wijze een oplossing voor het bovengenoemde probleem geeft.

2. Het gebruik van Rosenblueth

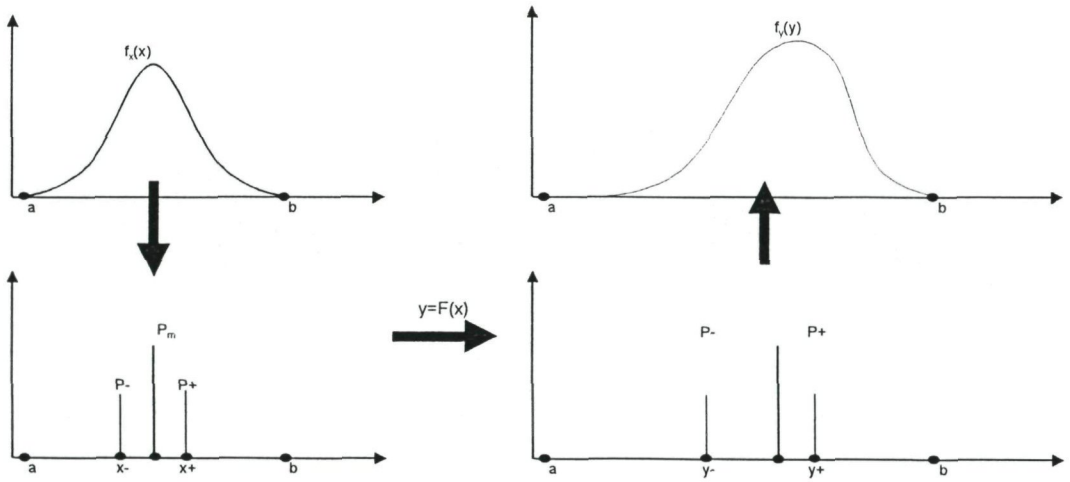
Met Rosenblueth kan, uitgaande van een frequentie verdeling van x, de frequentie verdeling van y worden bepaald. Hiervoor moet er wel een relatie y=F(x) tussen x en y bestaan.

De te volgen route, om te komen van een frequentie verdeling van x tot een frequentie verdeling van y, is in figuur 1 weergegeven voor een 2-punts benadering en in figuur 2 voor een 3-punts benadering.

Figuur 1: Rosenblueth 2-punts benadering



Figuur 2: Rosenblueth 3-punts benadering



In figuur 2 wordt de situatie aangegeven waarbij er slechts één invoerparameter x is. In eerste instantie wordt de frequentieverdeling getoond. Deze vedeling hoeft niet in formulevorm bekend te zijn; wel moet een aantal karakteristieken bekend zijn, te weten het gemiddelde, de standaardafwijking en eventueel ook de grenzen (a en b). De methode Rosenblueth werkt nu als volgt.

Eerst wordt van de continue functie of beta-verdeling een discrete verdeling gemaakt
Met Rosenblueth wordt hiertoeuit het gemiddelde en de standaardafwijkingen x, de waarden $x-$, x_m en $x+$ en hun waarschijnlijkheid $P-$, P_m en $P=$ berekend. Ook worden de grenswaarden overgenomen naar de gediscretiseerde verdeling. Bij de tweepuntsbenadering, die eenvoudiger maar minder nauwkeurig is, vervalt P_m.

Vervolgens wordt de gediscretiseerde verdeling van x overgedragen naar een gediscretiseerde verdeling van y=F(x).
Hiervoor moet de relatie tussen x en y bekend zijn. Dit kan een analytische relatie zijn maar y mag ook uit x berekend worden via bijvoorbeeld een tabel of een grafische relatie.
De overdracht geeft:
$y- = F(x-)$ met waarschijnlijkheid $P-$
$y_m = F(x_m)$ met waarschijnlijkheid P_m en
$y+ = F(x+)$ met waarschijnlijkheid $P+$
alsmede de grenswaarden A en B van y.

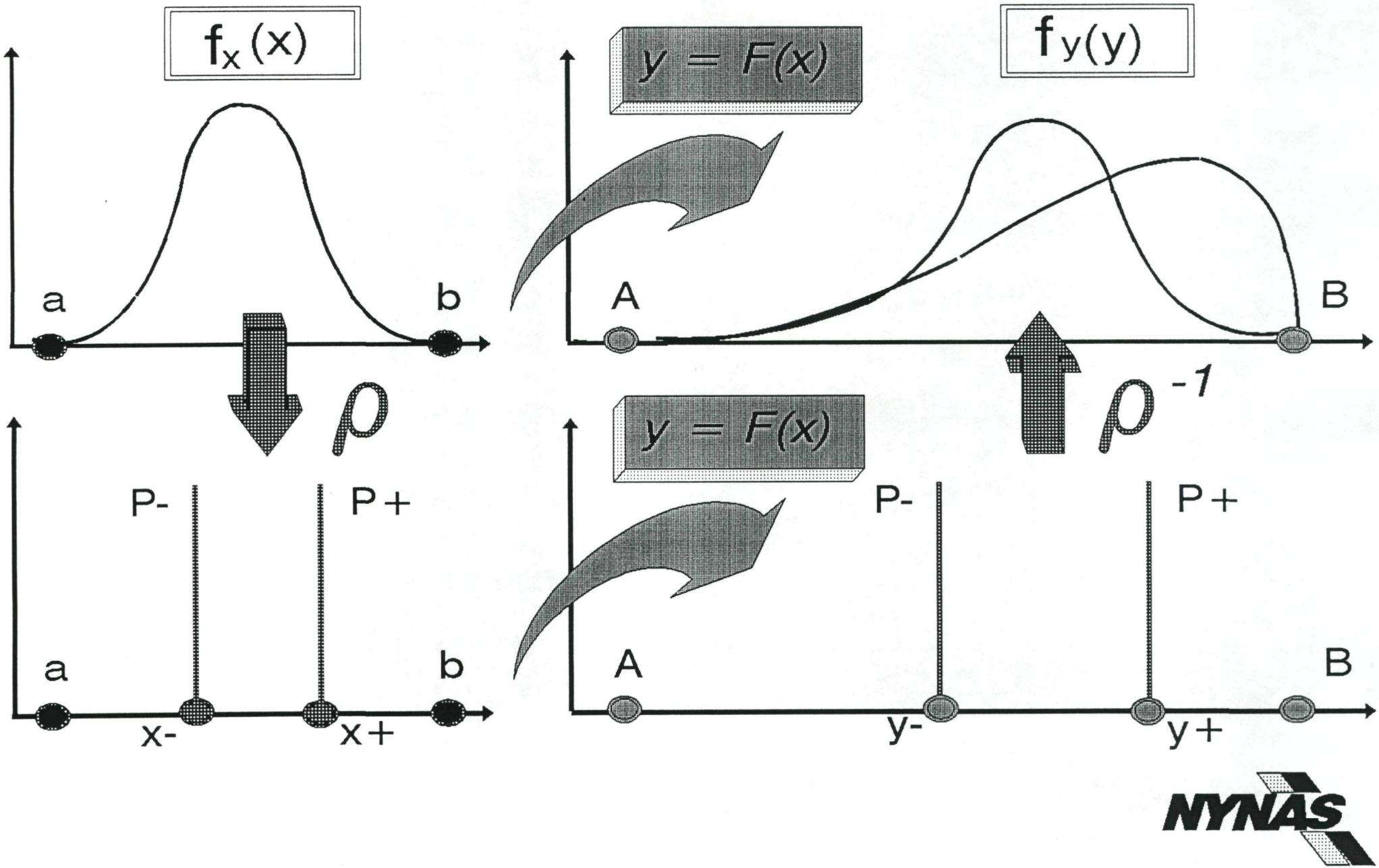
In deze stap zit vaak het probleem. In het algemeen heeft de overdrachtsfunctie F een scheeftrekkende werking. Als y=F(x) een lineaire functie is, werkt de tweepuntsmethode van Rosenblueth goed; de driepuntsmethode werkt goed voor functies die voldoende nauwkeurig kunnen worden beschreven met een polynoom van de tweede graad.

Tenslotte wordt de gediscretiseerde verdeling van y benaderd met een continue (Beta)verdeling.
Van de gediscretiseerde verdeling van y=F(x) worden het gemiddelde en de variantie bepaald.
Zo is bijvoorbeeld; $y_{gem} = P-y- + P_m y_m + P+y+$

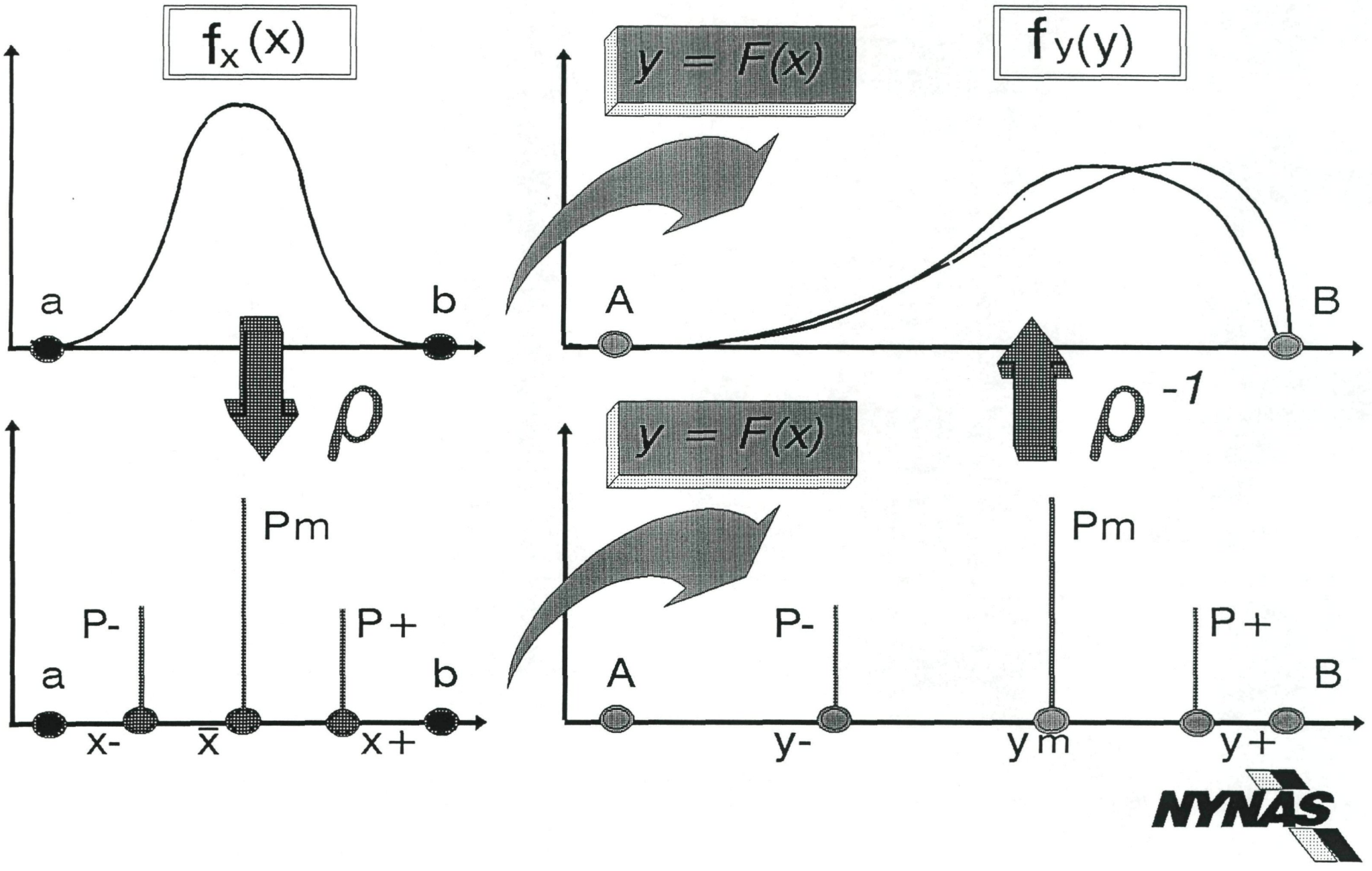
Tenslotte wordt een continue Beta-verdeling bepaald met dezelfde waarden voor het gemiddelde en de variantie en met dezelfde grenzen.

Voor de bewerkingen met de methode Rosenblueth is een programma ontwikkeld met de naam Rosita©. Dit programma is ontwikkeld door NYNAS N.V.

ROSENBLUETH 2 Pts. Estimate



ROSENBLUETH 3 Pts. Estimate



NYNAS

ρ ROSENBLUETH Transformation - 2 Pts. Estimate

$$P_- + P_+ = 1 = \int_a^b f_x(x) \cdot dx$$

$$P_- \cdot x_- + P_+ \cdot x_+ = \bar{x} = \int_a^b x \cdot f_x(x) \cdot dx$$

$$P_- \cdot (x_- - \bar{x})^2 + P_+ \cdot (x_+ - \bar{x})^2 = V_x = \int_a^b (x - \bar{x})^2 \cdot f_x(x) \cdot dx$$

$$P_- \cdot (x_- - \bar{x})^3 + P_+ \cdot (x_+ - \bar{x})^3 = M_3 = \int_a^b (x - \bar{x})^3 \cdot f_x(x) \cdot dx$$

If $f_x(x)$ is approximated by a *Beta* distribution M_3 can be expressed as a function of $\bar{x}$, V_x , a and b

NYNAS

ROSENBLUETH Transformation - 2 Pts. Estimate

Final Equations

$$P_- + P_+ = \int_a^b f_x(x) \cdot dx$$

$$P_- \cdot x_- + P_+ \cdot x_+ = \int_a^b x \cdot f_x(x) \cdot dx$$

$$P_- \cdot x_-^2 + P_+ \cdot x_+^2 = \int_a^b x^2 \cdot f_x(x) \cdot dx$$

$$P_- \cdot x_-^3 + P_+ \cdot x_+^3 = \int_a^b x^3 \cdot f_x(x) \cdot dx$$

NYNAS

ROSENBLUETH Transformation - 3 Pts. Estimate

$$P_- + P_m + P_+ = 1 = \int_a^b f_x(x) \cdot dx$$

$$P_- \cdot x_- + P_m \cdot \bar{x} + P_+ \cdot x_+ = \bar{x} = \int_a^b x \cdot f_x(x) \cdot dx$$

$$P_- \cdot (x_- - \bar{x})^2 + P_+ \cdot (x_+ - \bar{x})^2 = V_x = \int_a^b (x - \bar{x})^2 \cdot f_x(x) \cdot dx$$

$$P_- \cdot (x_- - \bar{x})^3 + P_+ \cdot (x_+ - \bar{x})^3 = M_3 = \int_a^b (x - \bar{x})^3 \cdot f_x(x) \cdot dx$$

$$P_- \cdot (x_- - \bar{x})^4 + P_+ \cdot (x_+ - \bar{x})^4 = M_4 = \int_a^b (x - \bar{x})^4 \cdot f_x(x) \cdot dx$$

If $f_x(x)$ is approximated by a *Beta* distribution M_3 and M_4 can be expressed as a function of $\bar{x}$, V_x , a and b

NYNAS

ROSENBLUETH Transformation - 3 Pts. Estimate

Final Equations

$$P_- + P_m + P_+ = \int_a^b f_x(x) \cdot dx$$

$$P_- \cdot x_- + P_m \cdot \bar{x} + P_+ \cdot x_+ = \int_a^b x \cdot f_x(x) \cdot dx$$

$$P_- \cdot x_-^2 + P_m \cdot \bar{x}^2 + P_+ \cdot x_+^2 = \int_a^b x^2 \cdot f_x(x) \cdot dx$$

$$P_- \cdot x_-^3 + P_m \cdot \bar{x}^3 + P_+ \cdot x_+^3 = \int_a^b x^3 \cdot f_x(x) \cdot dx$$

$$P_- \cdot x_-^4 + P_m \cdot \bar{x}^4 + P_+ \cdot x_+^4 = \int_a^b x^4 \cdot f_x(x) \cdot dx$$

NYNAS

ρ^{-1} Approximation of $f_y(y)$

ROSENBLUETH Approximation of Mean and Variance

2 Pts. Estimate

$$\bar{y}_d = P_- \cdot y_- + P_+ \cdot y_+$$

$$V_{y_d} = P_- \cdot (y_- - \bar{y}_d)^2 + P_+ \cdot (y_+ - \bar{y}_d)^2$$

$$V_{y_d} = P_- \cdot y_-^2 + P_+ \cdot y_+^2 - \bar{y}_d^2$$

3 Pts. Estimate

$$\bar{y}_d = P_- \cdot y_- + P_m \cdot y_m + P_+ \cdot y_+$$

$$V_{y_d} = P_- \cdot y_-^2 + P_m \cdot y_m^2 + P_+ \cdot y_+^2 - \bar{y}_d^2$$

True Values

$$\bar{y} = \int_A^B y \cdot f_y(y) \cdot dy \qquad V_y = \int_A^B (y-\bar{y})^2 \cdot f_y(y) \cdot dy$$

$$\bar{y} = \int_a^b F(x) \cdot f_x(x) \cdot dx \qquad V_y = \int_a^b F(x)^2 \cdot f_x(x) \cdot dx - \bar{y}^2$$

NYNAS

ρ^{-1} *Approximation of* $f_y(y)$

ROSENBLUETH Approximation of Mean and Variance

2 Pts. Estimate

Mean $\bar{y}_d = \bar{y}$

IF $P_- \cdot F(x_-) + P_+ \cdot F(x_+) = \int_a^b F(x) \cdot f_x(x) \cdot dx$

Variance $V_{y_d} = V_y$

$$P_- \cdot F^2(x_-) + P_+ \cdot F^2(x_+) - \bar{y}_d^{\,2} = \int_a^b F(x)^2 \cdot f_x(x) \cdot dx - \bar{y}^{\,2}$$

IF $P_- \cdot F^2(x_-) + P_+ \cdot F^2(x_+) = \int_a^b F(x)^2 \cdot f_x(x) \cdot dx$

and $\bar{y}_d = \bar{y}$

NYNAS

ρ^{-1} *Approximation of* $f_y(y)$

ROSENBLUETH Approximation of Mean and Variance

3 Pts. Estimate

Mean $\bar{y}_d = \bar{y}$

IF $P_- \cdot F(x_-) + P_m \cdot F(\bar{x}) + P_+ \cdot F(x_+) = \int_a^b F(x) \cdot f_x(x) \cdot dx$

Variance $V_{y_d} = V_y$

$$P_- \cdot F^2(x_-) + P_m \cdot F^2(\bar{x}) + P_+ \cdot F^2(x_+) - \bar{y}_d^{\,2} = \int_a^b F(x)^2 \cdot f_x(x) \cdot dx - \bar{y}^{\,2}$$

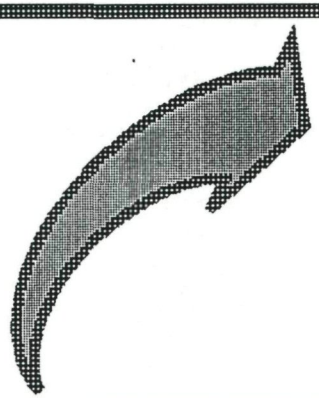
IF $P_- \cdot F^2(x_-) + P_m \cdot F^2(\bar{x}) + P_+ \cdot F^2(x_+) = \int_a^b F(x)^2 \cdot f_x(x) \cdot dx$

and $\bar{y}_d = \bar{y}$

NYNAS

ρ^{-1} *Approximation of* $f_y(y)$

Validity of ROSENBLUETH Approximation

	*If, over [a, b],* $y = F(x)$ *is a polynom with a degree....*	
	2 Pts. Estimate	*3 Pts. Estimate*
$\bar{y}_d = \bar{y}$	$\leqslant 3$	$\leqslant 4$
and $\bar{y}_d = \bar{y}$ $V_{yd} = V_y$	$\leqslant 1$	$\leqslant 2$

NYNAS

DEFINITIONS

$f_x(x)$	Probability density function of X
$f_y(y)$	Probability density function of Y
$\tilde{f}_y(y)$	Approximated Probability density function of Y
$y = F(x)$	" Transfer " Function
$x = F^{-1}(y)$	Reciproqual of Transfer Function
$F'(x)$	First order derivative of F
S_F	$S_F = 1$: F "keeps" lower and upper bounds $S_F = -1$: F "switches" lower and upper bounds
o	" Composition " of functions $[F^{-1} o F](x) = [F^{-1}](F(x)) = F^{-1}(y) = x$

NYNAS

ρ ROSENBLUETH Transformation

Calculation of β_1 (Skewness) and β_2 (Peakedness)

$$\beta_1 = \frac{M_3}{s_x^3} \qquad \beta_2 = \frac{M_4}{s_x^4} \qquad s_x = \sqrt{V_x}$$

If $f_x(x)$ is approximated by a *Beta* distribution :

$$\beta_1 = \frac{2(k-l)}{(kl+1)} \qquad \beta_2 = \frac{3[2(k-l)^2 + kl(kl+1)]}{(kl+1)(kl+2)}$$

$$k = \frac{b-\bar{x}}{s_x} \qquad l = \frac{\bar{x}-a}{s_x}$$

NYNAS

ρ ROSENBLUETH Transformation - 3 Pts. Estimate

Calculation of distribution parameters

$$P_+ = \frac{1}{2}\left[1 - \frac{\beta_1}{\sqrt{4\beta_2 - 3\beta_1^2}}\right]\frac{1}{\beta_2 - \beta_1^2}$$

$$x_+ = \bar{x} + s_x\left[\frac{P_-}{P_+} \times \frac{1}{1 - P_m}\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$P_- = \frac{1}{2}\left[1 + \frac{\beta_1}{\sqrt{4\beta_2 - 3\beta_1^2}}\right]\frac{1}{\beta_2 - \beta_1^2}$$

$$x_- = \bar{x} - s_x\left[\frac{P_+}{P_-} \times \frac{1}{1 - P_m}\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$P_m = 1 - \frac{1}{\beta_2 - \beta_1^2}$$

$$x_m = \bar{x}$$

NYNAS

Bijlage II

Beddingsconstantebepaling

MEMO

Aan : Bert Gaarkeuken
Van : Piet Meijers
Onderwerp : beddingconstante
Datum : 2000-06-15
Kopie aan :

In het programma GOLFKLAP zit een ingewikkelde formule voor het bepalen van de beddingconstante van de ondergrond onder een asfaltbekleding. Deze formule is ontleend aan rapport CO-336530/6 'Parameterstudie voor formulering van een equivalente effectieve veerconstante voor het plaat op veren model' van P. Ruygrok, d.d. november 1992.

In deze notitie worden kort de achtergronden van de formule beschreven.

De formule is gebaseerd op de resultaten van een groot aantal berekeningen met het eindige elementenpakket PLAXIS, versie 4.01.
In de berekeningen is een laag asfalt op een zandondergrond gemodelleerd. De belasting is een driehoeksbelasting. De berekening is statisch. Het asfalt ligt horizontaal.

Diverse parameters zijn gevarieerd. In de volgende tabel is hiervan een overzicht gegeven.

parameter	eenheid	waarde
dikte asfalt	[m]	0,15 0,25 0,35
relatieve dichtheid	[-]	0,4 0,5 0,6 0,7 0,8
stootfactor S	[-]	1 2 3 4 5 6
golfhoogte H	[m]	0,8 1,2 1,6 2,4
E-modulus asfalt	[GPa]	2,5 5 8,75

De overige parameters zijn niet gevarieerd. Dit zijn:
- dichtheid asfalt $\rho = 2350$ kg/m^3
- dichtheid droge grond $\rho = 1600$ kg/m^3
- neutrale gronddrukcoëfficiënt: $K_0 = 0,7$
- belastingbreedte: B = H.
- Poisson ratio asfalt $\nu = 0,25$
- Poisson ratio zand $\nu = 0,33$

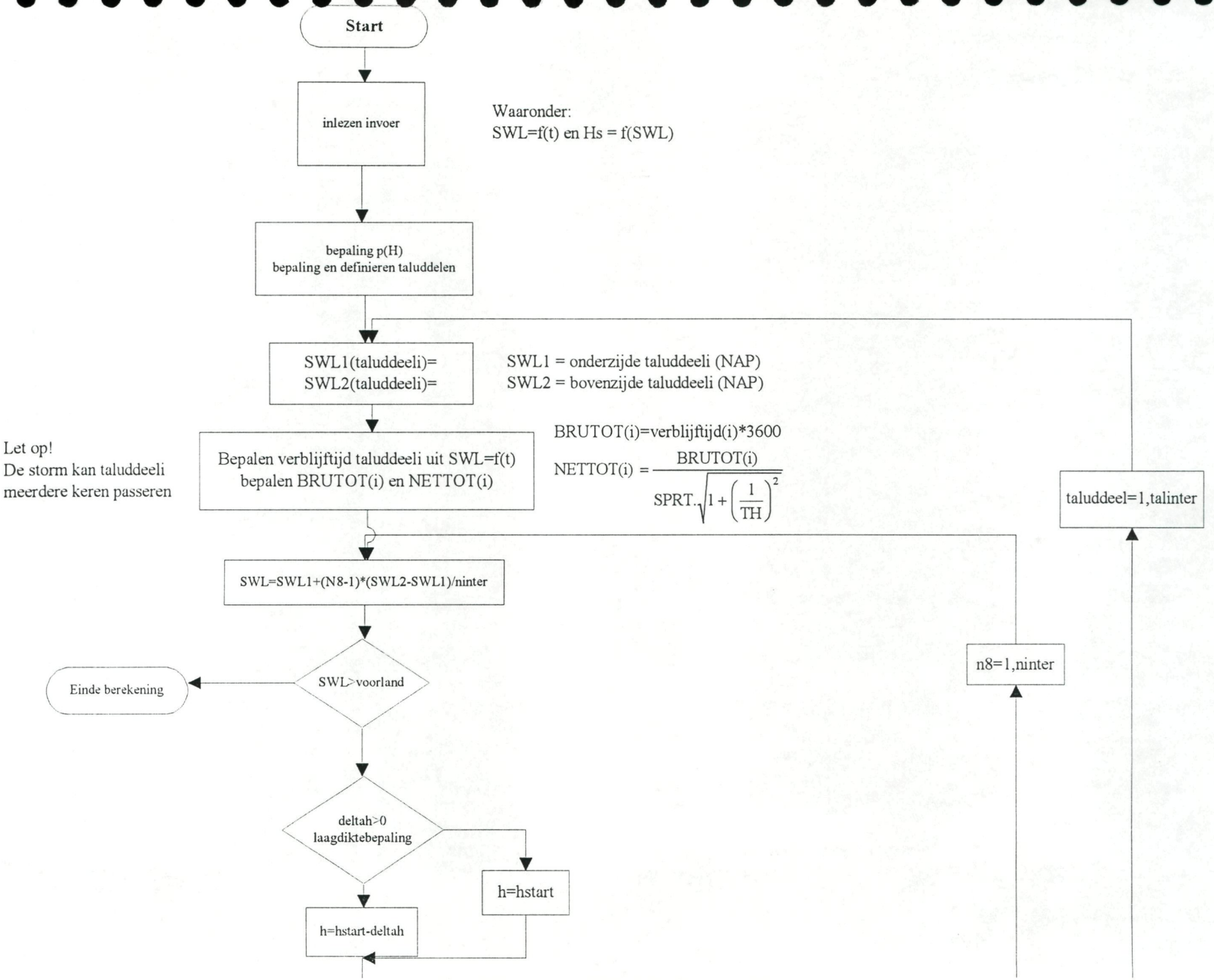
Het bovenstaande geeft 1080 combinaties.

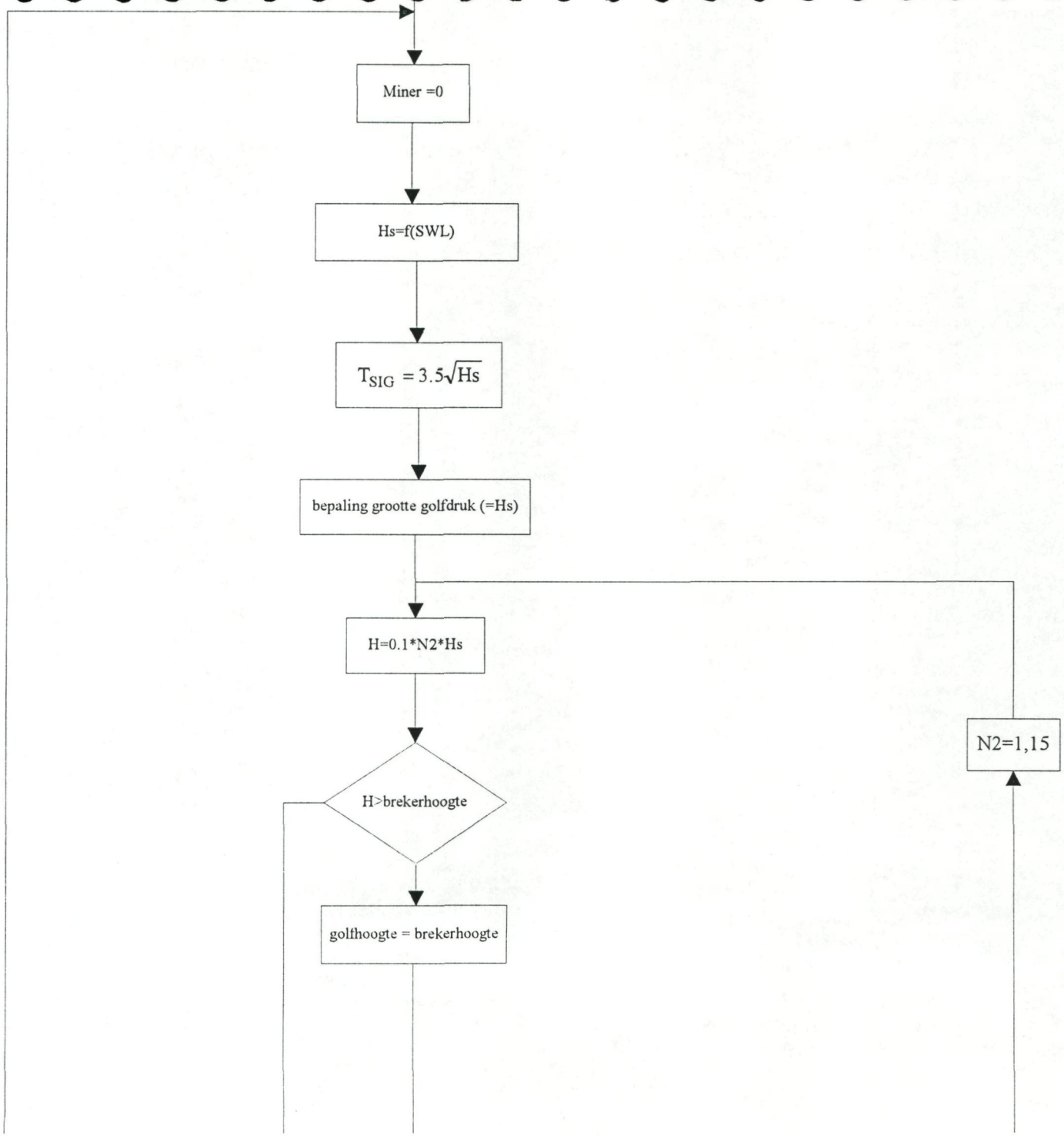
Uit de relatieve dichtheid is de glijdingsmodulus bepaald. Hierbij wordt rekening gehouden met zowel het spannings- als het schuifrekniveau. De glijdingsmodulus neemt toe als het spanningsniveau toeneemt, en neemt af als de schuifvervorming (schuifrek) toeneemt.
In de gebruikte versie van PLAXIS is dit grondmodel niet geïmplementeerd, zodat de berekening iteratief is uitgevoerd. Met een gekozen waarde voor de glijdingsmodulus wordt een berekening uitgevoerd. Op basis van de berekende spanningen en rekken wordt de glijdingsmodulus per element aangepast waarna de berekening opnieuw wordt uitgevoerd. Dit wordt herhaald totdat de glijdingsmodulus en schuifrek in voldoende mate met elkaar in overeenstemming zijn.

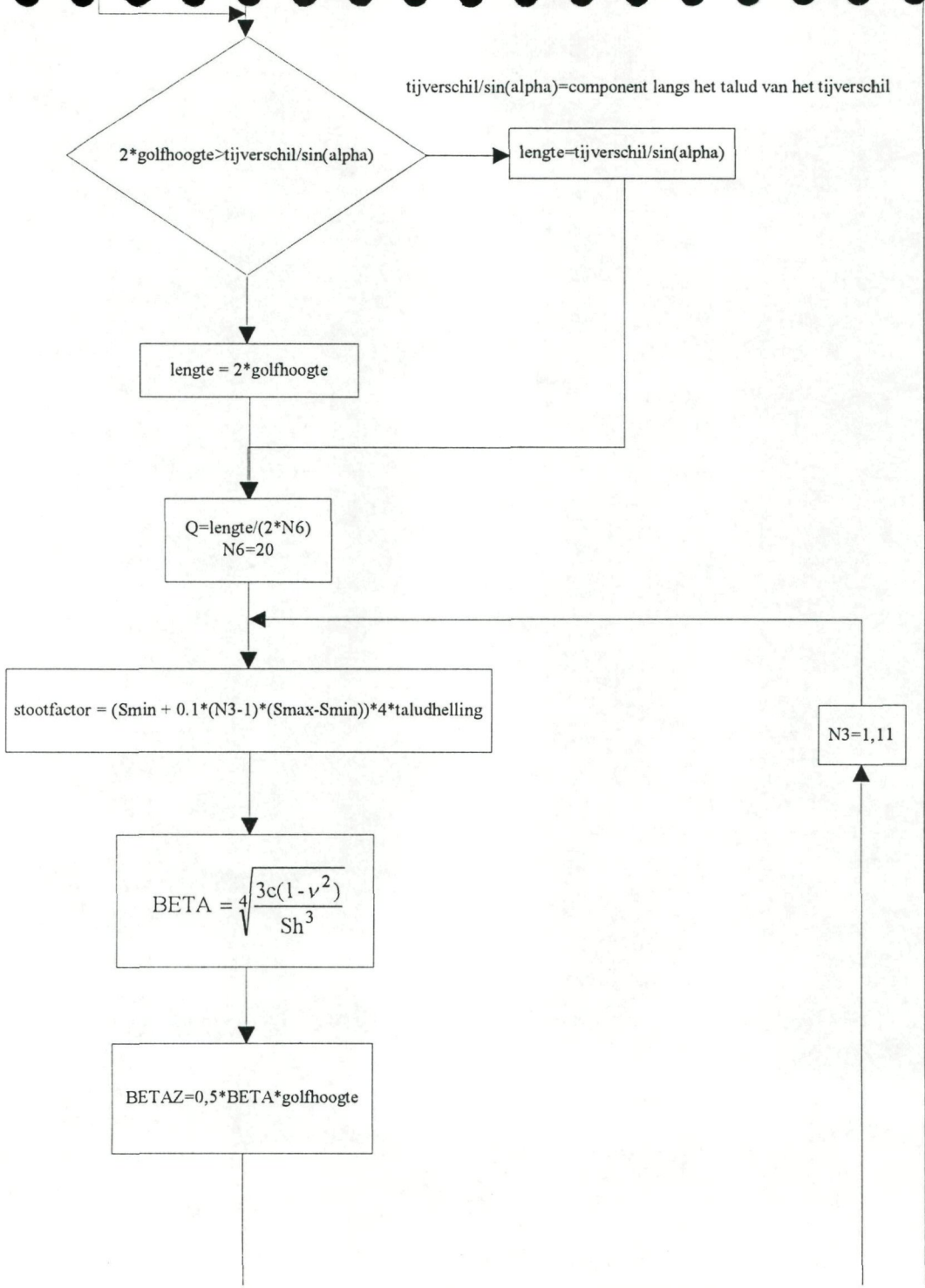
Met behulp van bovenstaande berekeningen is per berekening de maximale trekspanning in het asfalt bepaald. Vervolgens is met het 'plaat op veren' model bepaald welke beddingconstante dezelfde maximale spanning geeft.
Vervolgens is volgens een fit-procedure een relatie gelegd tussen de beddingconstante en de diverse parameters.

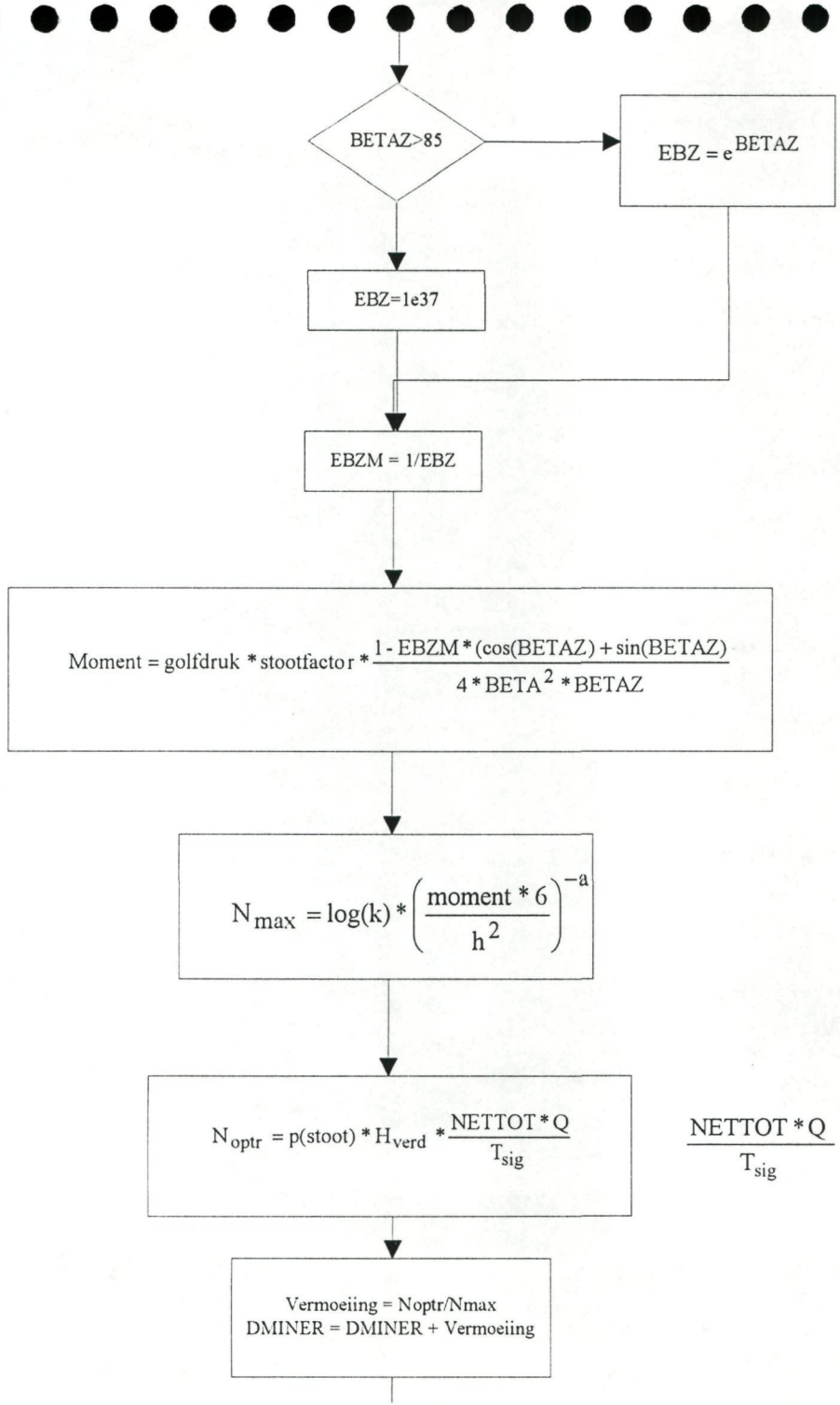
Bijlage III

Stroomschema

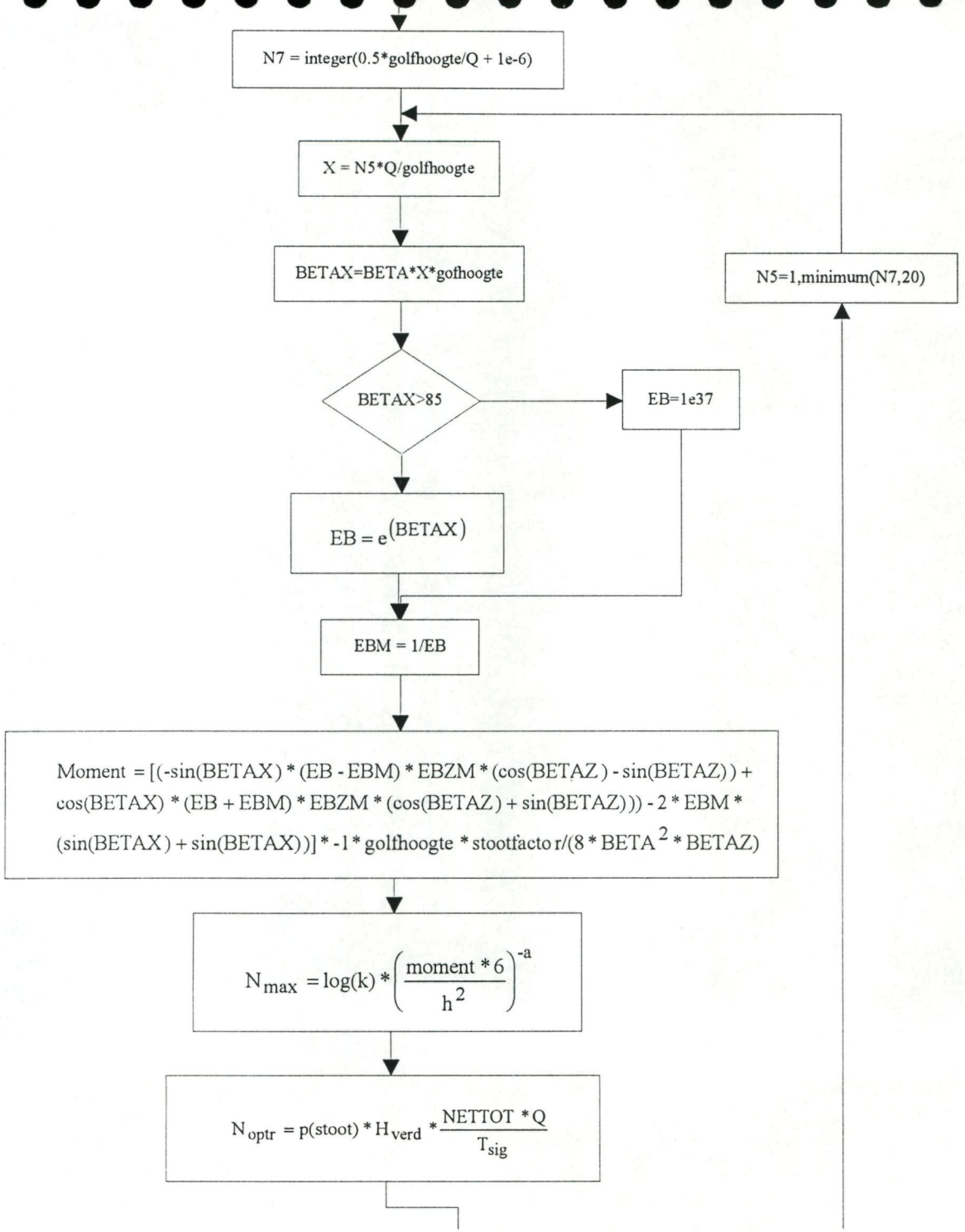

Start
inlezen invoer
Waaronder:
SWL=f(t) en Hs = f(SWL)
bepaling p(H)
bepaling en definieren taluddelen
SWL1(taluddeeli)=
SWL2(taluddeeli)=
SWL1 = onderzijde taluddeeli (NAP)
SWL2 = bovenzijde taluddeeli (NAP)
Let op!
De storm kan taluddeeli
meerdere keren passeren
Bepalen verblijftijd taluddeeli uit SWL=f(t)
bepalen BRUTOT(i) en NETTOT(i)
BRUTOT(i)=verblijftijd(i)*3600
NETTOT(i) = BRUTOT(i) / SPRT.√(1+(1/TH)^2)
taluddeel=1,talinter
SWL=SWL1+(N8-1)*(SWL2-SWL1)/ninter
n8=1,ninter
Einde berekening
SWL>voorland
deltah>0
laagdiktebepaling
h=hstart
h=hstart-deltah

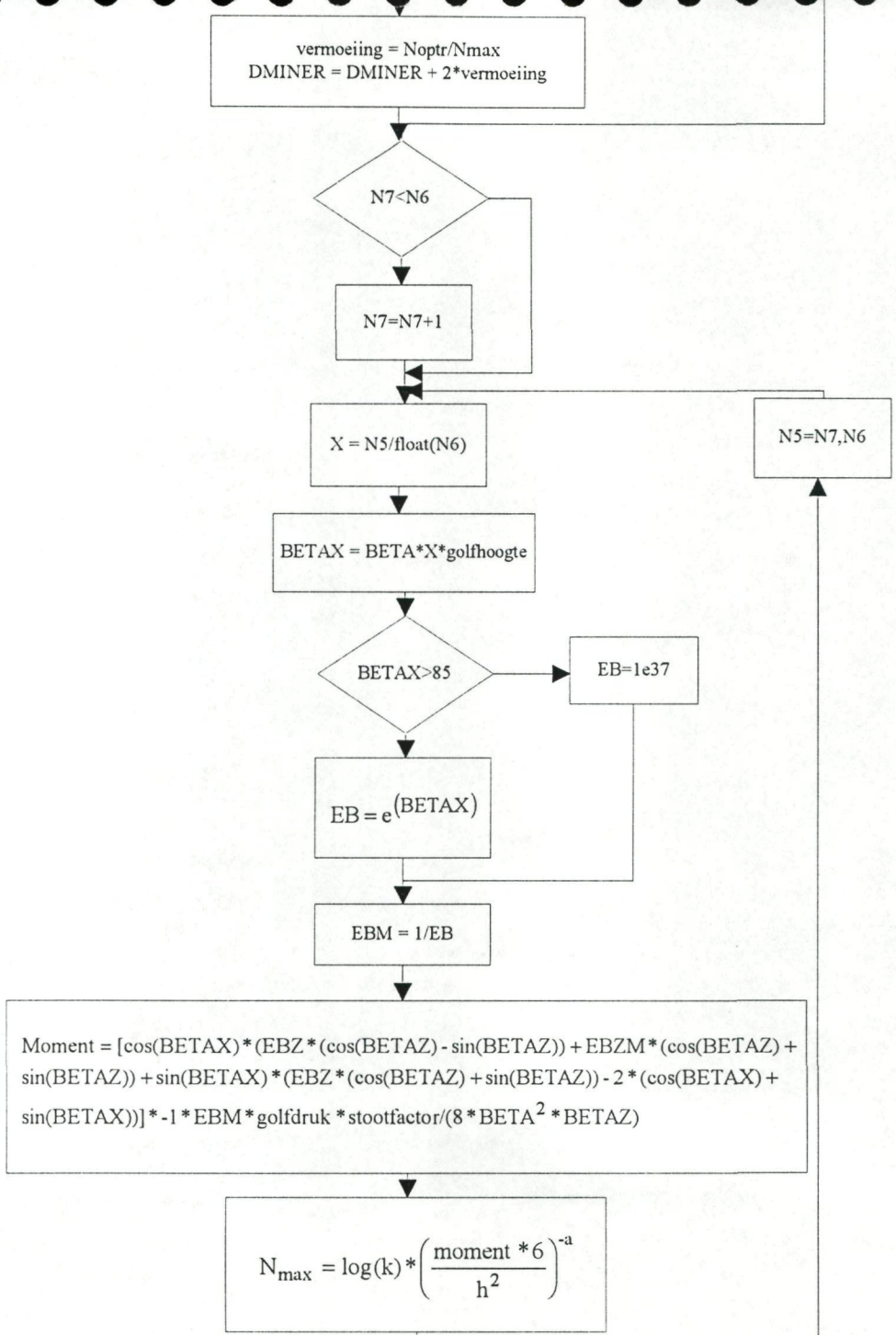

Miner =0
Hs=f(SWL)
$T_{SIG} = 3.5\sqrt{Hs}$
bepaling grootte golfdruk (=Hs)
H=0.1*N2*Hs
N2=1,15
H>brekerhoogte
golfhoogte = brekerhoogte

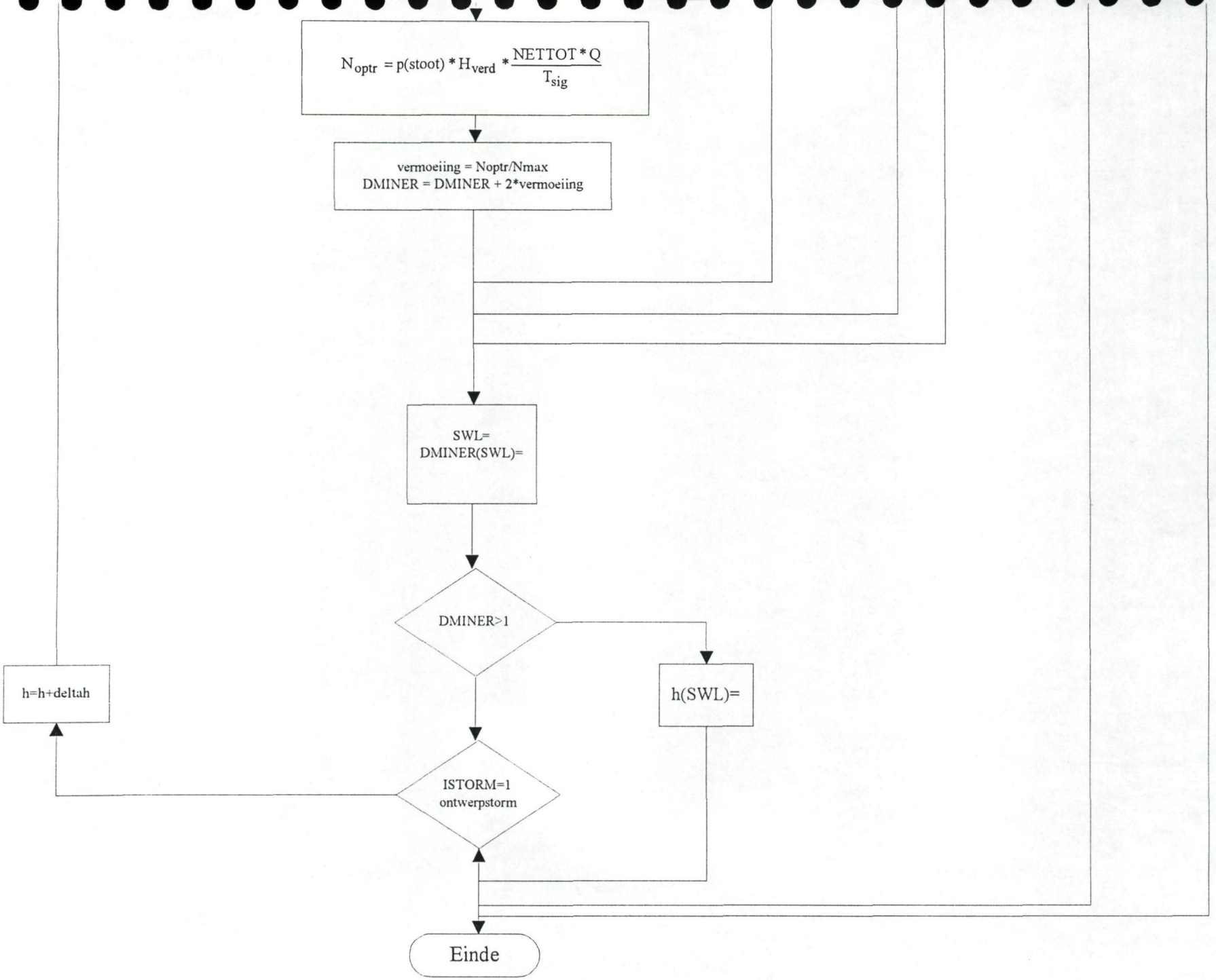

tijverschil/sin(alpha)=component langs het talud van het tijverschil
2*golfhoogte>tijverschil/sin(alpha)
lengte=tijverschil/sin(alpha)
lengte = 2*golfhoogte
Q=lengte/(2*N6)
N6=20
stootfactor = (Smin + 0.1*(N3-1)*(Smax-Smin))*4*taludhelling
N3=1,11
BETA = 4√(3c(1-ν²)/Sh³)
BETAZ=0,5*BETA*golfhoogte



$\frac{NETTOT * Q}{T_{sig}}$ = hoeveelheid klappen op beschouwd niveau


N7 = integer(0.5*golfhoogte/Q + 1e-6)
X = N5*Q/golfhoogte
BETAX=BETA*X*gofhoogte
BETAX>85
EB=1e37
EB = e^(BETAX)
EBM = 1/EB
Moment = [(-sin(BETAX) * (EB - EBM) * EBZM * (cos(BETAZ) - sin(BETAZ)) + cos(BETAX) * (EB + EBM) * EBZM * (cos(BETAZ) + sin(BETAZ))) - 2 * EBM * (sin(BETAX) + sin(BETAX))] * -1 * golfhoogte * stootfacto r/(8 * BETA^2 * BETAZ)
N_max = log(k) * (moment * 6 / h^2)^-a
N_optr = p(stoot) * H_verd * NETTOT * Q / T_sig
N5=1,minimum(N7,20)


vermoeiing = Noptr/Nmax
DMINER = DMINER + 2*vermoeiing
N7<N6
N7=N7+1
X = N5/float(N6)
N5=N7,N6
BETAX = BETA*X*golfhoogte
BETAX>85
EB=1e37
EB = e^(BETAX)
EBM = 1/EB
Moment = [cos(BETAX)*(EBZ*(cos(BETAZ)-sin(BETAZ))+EBZM*(cos(BETAZ)+sin(BETAZ))+sin(BETAX)*(EBZ*(cos(BETAZ)+sin(BETAZ))-2*(cos(BETAX)+sin(BETAX))]*-1*EBM*golfdruk*stootfactor/(8*BETA^2*BETAZ)
N_max = log(k)*(moment*6/h^2)^-a


$N_{optr} = p(stoot) * H_{verd} * \frac{NETTOT * Q}{T_{sig}}$
vermoeiing = Noptr/Nmax
DMINER = DMINER + 2*vermoeiing
SWL=
DMINER(SWL)=
DMINER>1
h=h+deltah
h(SWL)=
ISTORM=1
ontwerpstorm
Einde

netherlands
pavement
consultants

NPC
Winthontlaan 28
Postbus 2756
3500 GT Utrecht
telefoon 030 2876950
telefax 030 2887844

222593