

Bijlage 1

Problematiek bypass

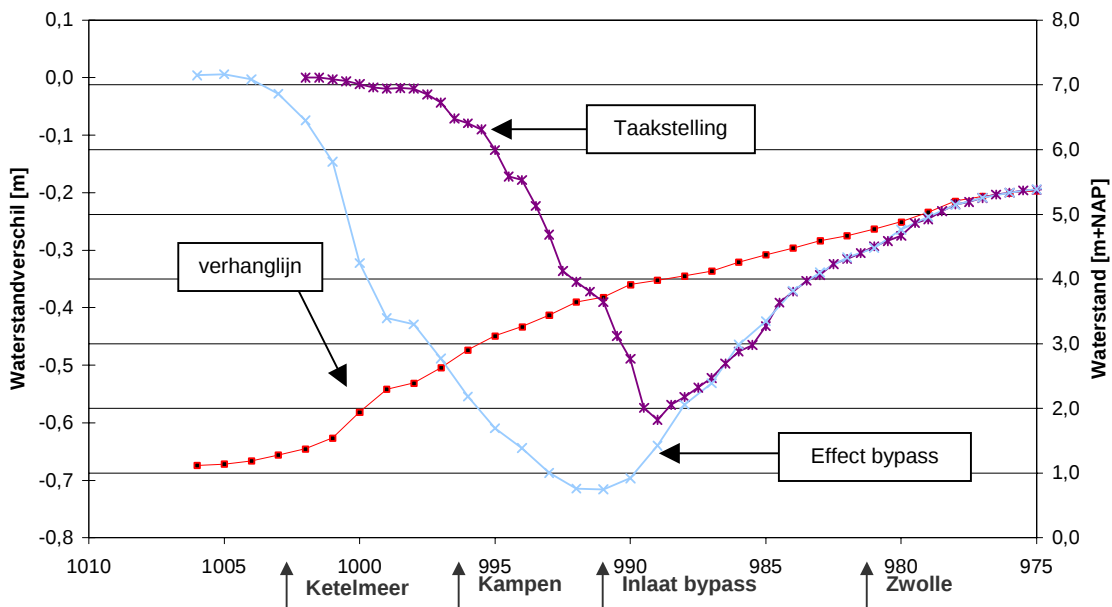
Paragraaf 1.1.5

Taakstelling

De IJssel (of Gelderse IJssel, ter onderscheiding van de Hollandse IJssel) is een aftakking van de Rijn. De Rijn ontspringt in Zwitserland. Met toevoer van regen- en smeltwater uit negen landen baant hij zich een weg naar de Noordzee. De Rijn komt bij Lobith Nederland binnen (gemiddelde afvoer $2300 \text{ m}^3/\text{s}$). Voor 2015 voorziet de rijksoverheid pieken in de waterafvoer via de Rijn van maximaal 16.000 kubieke meter per seconde bij Lobith. Door de klimaatverandering voorzien Europese deskundigen echter een stijging tot pieken van 18.000 m^3 per seconde bij Lobith tussen 2050 en 2100. Deze ontwikkeling is bedreigend voor ons land. Met een extra uitdieping van het huidige zomerbed van de IJssel over een lengte van 22 kilometer kan de rivier de afvoer aan tot 2015. Deze ingreep moet worden uitgevoerd op het traject van Hattem tot het IJsselmeer. Binnen afzienbare tijd is een duurzame oplossing echter nodig om de veiligheid van Kampen, Zwolle en de wijde omgeving blijvend te kunnen garanderen. De aanleg van een bypass als nieuwe rivierarm van de IJssel biedt deze oplossing.

Het doel van de bypass is het realiseren van een aanzienlijke verlaging van de waterstanden die onder extreme omstandigheden (huidige veiligheidsnorm: een debiet van $16.000 \text{ m}^3/\text{s}$ bij Lobith) op kunnen treden langs de IJssel. Door Rijkswaterstaat is het benodigde effect van de bypass op de waterstanden bepaald. Hiervoor is de Blokkendoos¹ ontwikkeld. De resultaten van de Blokkendoos vormt de taakstelling (minimale eis) voor het project.

Een visualisatie van de hoogproblematiek op de IJssel en de invloed van de bypass op het systeem wordt gegeven in de onderstaande grafiek.



- De *rode lijn* geeft het verloop van de maatgevende hoogwaterstanden in de IJssel weer. Deze lijn geeft een beeld van het verhang en de waterstanden die onder maatgevende condities kunnen optreden op de rivier. De waterstanden zijn af te lezen op de rechter y-as.
- De taakstelling is opgenomen als *paarse lijn*, die de minimaal vereiste waterstandsverlaging aangeeft die moet optreden (t.o.v. de rode verhanglijn), afhankelijk van de locatie langs de IJssel (horizontale as van de grafiek). De waterstandsverlaging is af te lezen op de linker y-as.
- Het waterstandsverlagend effect van de bypass is als *lichtblauwe lijn* opgenomen in dezelfde grafiek. De grafieklijn is het resultaat van hydraulische berekeningen, uitgaande van een bepaalde configuratie van de bypass. Deze lijn wordt op dezelfde manier afgelezen als de lijn van de taakstelling.

Uit de figuur volgt dat de bypass volgens de taakstelling invloed moet hebben op de waterstanden tot ver bovenstrooms van Zwolle. Het bypassontwerp dat in deze grafiek is gebruikt kan dit effect

¹ De Blokkendoos is een rekeninstrument van Rijkswaterstaat, waarmee de effecten van afzonderlijke verruimingsmaatregelen en van combinaties daarvan kunnen worden bepaald.

realiseren. De waterstandsaling nabij de inlaat van de bypass is ca. 70 cm. Hiermee wordt voldaan aan de taakstelling.

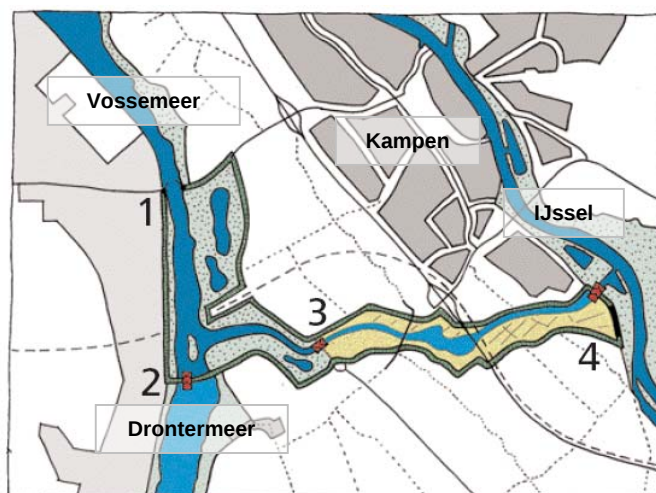
Diverse berekeningen² liggen ten grondslag aan de resultaten zoals getoond in bovenstaande grafiek. Afhankelijk van de configuratie (ontwerp/inrichting) van de bypass blijkt een bijbehorende afvoer door de bypass van 500 tot 750 m³/s noodzakelijk. Bij de configuratie zoals hierboven beschreven blijkt een debiet van 667 m³/s benodigd.

Inrichting Bypass

Varianten voor het tracé en de indeling van de bypass zijn in de planvormingfase uitvoerig aan de orde gekomen. Door de regionale partners is uiteindelijk de voorkeur uitgesproken voor een korte bypass, met het half open scenario. Dit scenario heeft als basis gediend voor verdere uitwerking. In deze paragraaf zijn de eigenschappen van de voorkeursvariant kernachtig samengevat.

De bypass krijgt een poldertracé en een randmeertracé (zie onderstaande afbeelding). Doordat de bypass half open wordt, vinden er in het randmeertracé windgedreven waterstandsfluctuaties plaats. Aangezien er een open verbinding is met het Vossemeer. Deze waterstandsfluctuaties zijn belangrijk voor een gevarieerd deltamilieu. Daarbij zorgt het in- en uitstromende water ook voor verversing.

In het poldertracé wordt een vaargeul aangelegd ten behoeve van de recreatievaart, waardoor het mogelijk wordt om vanuit het vergrote Vossemeer via de bypass naar Kampen en de IJssel te varen. De watersystemen in de vaargeul en in het vergrote Vossemeer worden van elkaar gescheiden door middel van een drempel (locatie 3), waardoor het mogelijk is om in het poldertracé aan afwijkend peil aan te houden. Het peil van het water in de vaargeul zal op een gemiddelde van het huidige polderpeil aangelegd worden om een minimaal waterbezwaar te realiseren. Ten behoeve van de recreatievaart worden naast de inlaat (locatie 4) en ter hoogte van de drempel recreatieschutsluizen aangelegd (locatie 4).



1. Keersluis / stormkering bij Roggebot
2. Schutsluis bij De Reeve
3. Schutsluis bij de Molenkolk
4. Inlaat en schutsluis bij Onderdijks

1-3: randmeertracé
3-4: poldertracé

De bypass met de daarin aangegeven waterstaatkundige werken

De huidige Roggebotsluis (locatie 1) wordt verbreed om het water door te kunnen laten. Die nieuwe sluis staat altijd open, behalve bij hevige storm op het IJsselmeer, naar verwachting eens per tien jaar. In dat geval dient de sluis als keersluis. Met deze maatregel kunnen de zwaarste stormen uit het gebied geweerd worden, wat een verlaging van de benodigde kruinhoogte van de dijken in de bypass tot gevolg heeft.

Ter vervanging van de huidige Roggebotsluis komt net ten zuiden van het eilandje de Reeve (locatie 2) een nieuwe schutsluis met spuimiddel om overtollig water vanuit de randmeren naar het IJsselmeer af te voeren. Het Vossemeer wordt daardoor vergroot en het Drontermeer wordt verkleind.

² Berekeningen met hydraulische modellen, uitgevoerd door DHV. Resultaten zijn opgenomen in de 'technische scope bypass IJsseldelta'

Waterbeheer

Het creëren van een poldertrace en een randmeertrace binnen de bypass vraagt om goed waterbeheer. De inlaatconstructie en het toekomstige uitlaatwerk ter plaatse van de Roggebotsluis zijn essentieel voor de waterbeheersing in de bypass (en indirect ook in de IJssel). In het bestaand ontwerp van de bypass wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende beheerregimes:

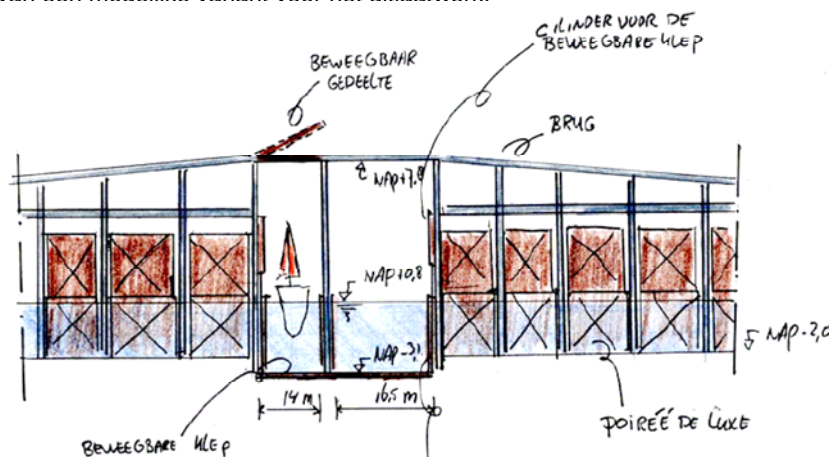
Inlaatzijde

Aan de inlaatzijde (IJssel) is sprake van een *gesloten regime*. Bij maatgevende omstandigheden (hoge rivierafvoer) dient de bypass geopend te kunnen worden om de extreme afvoer in de IJssel af te kunnen toppen. Onder 'normale' condities is de inlaat gesloten.

Uitlaatzijde

De uitlaatzijde krijgt een *open regime*, omdat het toelaten van natuurlijke dynamiek vanuit het Vossemeer gewenst is. Het uitlaatwerk, te realiseren t.p.v. de huidige Roggebotsluis, dient gesloten te worden bij waterstanden van ca. 2 m +NAP. Zo kunnen de zwaarste stormen uit het bypassgebied geweerd worden. Er wordt verwacht dat de frequentie van sluiten van het uitlaatwerk minder zal zijn dan 1/10 per jaar.

Verder geldt dat alleen tijdens maatgevende rivierafvoeren de uitlaat volledig geopend moet zijn. Onder dagelijkse condities kan volstaan worden met een beperktere opening. De afmetingen van het onder dagelijkse condities geopende deel van de uitlaat dient groot genoeg te zijn om voldoende dynamiek in het Drontermeer te creëren en scheepvaart de ruimte te bieden. Onderstaande schets geeft een beeld van een modelijke variant voor het uitlaatwerk.



Variant uitlaatwerk: poirée de luxe

De verdere uitwerking van het ontwerp van het uitlaatwerk is nog onderwerp van studie, wat echter buiten dit afstudeerrapport valt. Wel zal in de toekomst een goed beheerplan moeten worden opgesteld om de werking van de in- en uitlaatconstructies goed op elkaar af te stemmen.

Samengevat

In deze bijlage is de achterliggende problematiek van de bypass behandeld. De hydraulische taakstelling is aan bod gekomen, evenals een toelichting op de indeling en de werking van de bypass. De belangrijkste aspecten rond de bypass zijn hieronder puntsgewijs opgesomd:

Taakstelling	De taakstelling betreft de vereiste waterstandsdeling die door de bypass moet ontstaan bij hoge rivierafvoeren, over het traject Kampen-Zwolle
Inrichting	De bypass krijgt een randmeertracé en een poldertracé. Het poldertracé krijgt een vaargeul t.b.v. de recreatievaart.
Waterbeheer	De bypass is onder 'normale' condities gesloten vanaf de IJsselzijde. Aan de randmeerzijde is een open regime t.b.v. scheepvaart en ontwikkeling van het deltamilieu. Bij hevige stormen vanaf het IJsselmeer wordt de bypass afgesloten aan de randmeerzijde.

Ontwerp Inlaatconstructie Bypass

IJssel



Plan van Aanpak

delta

Wieger Blokland
Bart van Hulten

Februari 2007

Voor akkoord:

Externe begeleider

Voor akkoord:

Docentbegeleider

Voor akkoord:

Student 1

Voor akkoord:

Student 2

Verantwoording

Titel	Ontwerp Inlaatconstructie Bypass – Plan van Aanpak
Opdrachtgever	Hogeschool Utrecht  <i>Faculteit Natuur en Techniek (FNT) Instituut voor de Gebouwde Omgeving (IGO) Opleiding Civiele Techniek</i>
Afstudeerbedrijf	DHV B.V. te Amersfoort   <i>Unit Waterbouw & Geotechniek</i>
Docentbegeleiders	Tom van der Linden Theo Rinkema
Auteurs	Wieger Blokland id. 1172293 Bart van Hulten id. 1180034
Projectcode	TCIT-PVA8-05
Aantal Pagina's	19
Datum	Februari 2007

Inhoudsopgave

Verantwoording.....	2
H1 Achtergronden.....	4
1.1 Hogeschool Utrecht.....	4
1.2 Projectachtergronden.....	4
H2 Probleem- en doelstellingen.....	5
2.1 Probleemstelling.....	5
2.2 Doelstelling	5
H3 De projectopdracht.....	7
3.1 Opdrachtgever	7
3.2 Opdrachtnemer	7
3.3 Opdrachtbeschrijving	7
H4 Projectactiviteiten.....	9
4.1 Fasering	9
4.2 Individuele werkzaamheden.....	9
H5 Projectgrenzen	10
5.1 Conceptinhoudsopgave eindrapport	10
5.2 Afbakening projectopdracht	10
H6 De producten	12
H7 Kwaliteit.....	13
7.1 Kwaliteit inhoud verslag	13
7.2 Normen en technieken	13
H8 Projectorganisatie	15
8.1 Partijen projectteam	15
8.2 Communicatie	15
8.3 Projectarchief	16
H9 Planning	17
9.1 Werkwijze.....	17
9.2 Milestones.....	17
9.3 Detailplanning	17
H10 Risicoanalyse	18
10.1 Interne risico's	18
10.2 Externe risico's.....	18
Bijlagen.....	19

H1 Achtergronden

In dit hoofdstuk zijn de projectachtergronden kort uiteengezet. Er wordt een beschrijving gegeven van de opzet van het afstudeerproject en de relatie ervan met andere projecten. Ook de plek van het afstudeerproject binnen de opleiding Civiele Techniek van de Hogeschool Utrecht wordt toegelicht.

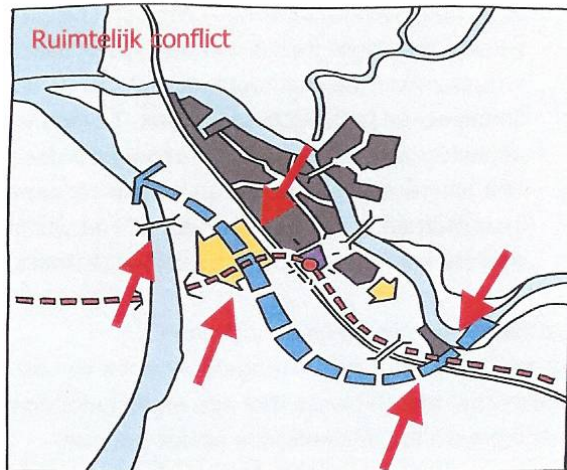
1.1 Hogeschool Utrecht

De opleiding Civiele Techniek aan de Hogeschool Utrecht bestaat in principe uit vier studiejaar. De laatste fase binnen de opleiding is het uitvoeren van een afstudeerproject. Hiervoor is een studiebelasting van 30 ECTS punten per student gereserveerd. Het afstudeerproject wordt bij voorkeur per twee studenten uitgevoerd. Het afstudeerproject vindt meestal plaats bij een bepaalde organisatie uit het bedrijfsleven.

Dit Plan van Aanpak heeft betrekking op een afstudeerproject, uit te voeren bij ingenieursbureau DHV B.V. in Amersfoort, unit Waterbouw & Geotechniek. Dit in opdracht van de Hogeschool Utrecht. DHV is een groot ingenieursbureau met diverse disciplines. "Het bedrijf is uitgegroeid tot een internationale kennisorganisatie met ruim 4000 medewerkers, wereldwijd actief vanuit een netwerk van bedrijven in Europa, Azië, Afrika en Noord-Amerika", aldus vermeld op de website.

1.2 Projectachtergronden

Het afstudeerproject krijgt als onderwerp **'ontwerp inlaatconstructie bypass'**. De projectlocatie bevindt zich bij Kampen, waar in de toekomst mogelijk diverse ingrepen in het landschap zullen plaatsvinden, waaronder de aanleg van een nieuwe rivierarm, een bypass.



'Ruimtelijk conflict in de IJsseldelta'

Het afstudeerproject heeft relatie met andere projecten. Het belangrijkste project is 'Project IJsseldelta', een initiatief van het bestuurlijk kernteam IJsseldelta Zuid (provinciale overheden en gemeenten). Voor het plangebied is reeds een masterplan gepresenteerd. Project IJsseldelta is ook gerelateerd aan landelijke projecten, waaronder het project Ruimte voor de Rivier (RvdR). Aan de totstandkoming van het masterplan voor de IJsseldelta hebben verschillende landelijke overheden meegewerkt (o.a. ministerie van VROM en Verkeer & Rijkswaterstaat).

H2 Probleem- en doelstellingen

Bij het uitvoeren van een onderzoek is het van belang een duidelijke probleem- en doelstellingen te formuleren. Deze kunnen eventueel zijn opgesplitst in subdoelstellingen en probleemstellingen. De doelstellingen geven een duidelijk beeld van het te verwachten eindresultaat.

2.1 Probleemstelling

Het afstudeerproject heeft de opzet van een onderzoek. Kenmerkend voor een onderzoek is het formuleren van een probleemstelling. Voor de afstudeeropdracht is de volgende hoofdprobleemstelling geformuleerd:

Welke oplossing voor een inlaatwerk is het beste toepasbaar in de toekomstige bypass bij Kampen?

Deze hoofdvraag is uitgewerkt met een aantal *onderzoeksvragen* waar tijdens de uitvoering van het afstudeerproject antwoorden op worden gezocht:

Algemeen

- Welke problematiek ligt ten grondslag aan de noodzaak tot het ontwerp van een inlaatconstructie?
- Welke inlaatconstructies kennen we en waar zijn ze toegepast?
- Welke criteria zijn relevant bij het formuleren van eisen voor een inlaatconstructie?
- Hoe kunnen varianten op een juiste en betrouwbare manier getoetst worden zodat er een verantwoorde keuze kan worden gemaakt?

Waterbouw

- Welke ontwerpparameters zijn van belang bij de dimensionering?
- Hoe is een goede gevoeligheidsanalyse uit te voeren met bruikbare resultaten?
- Welke maatregelen zijn nodig om stabiliteit van de constructie te waarborgen?
- Welke bodembescherming is benodigd om de ondergrond te beschermen tegen erosie?
- Wat zijn (overige) punten van aandacht bij verdere uitwerking van het ontwerp?

Constructief

- Welke belastingen zijn van toepassing op de constructie en in welke orde van grootte zijn die aanwezig?
- Wat is het meest gunstige materiaal voor de constructie?
- Hoe is de constructie het best te schematiseren tot een mechanisch model dat in computersoftware kan worden doorgerekend?
- Welke vorm en afmetingen krijgt de constructie uiteindelijk?
- Welke parameters zijn verder belangrijk bij de uitwerking van het ontwerp?

2.2 Doelstelling

Het is belangrijk om te formuleren waarom een project wordt uitgevoerd. Voor het afstudeerproject is een duidelijke doelstelling geformuleerd.

Het hoofddoel van het afstudeerproject is:

Het tot stand brengen van een onderbouwd advies en principeontwerp voor de inlaatconstructie.

Deze doelstelling is opgedeeld in een aantal (persoonlijke) subdoelstellingen:

Leerdoelen Wiegert:

- Inzicht krijgen in het verloop van een ontwerpproces;

-
- Verdere verdieping in kennis en inzicht in hydraulisch ontwerpen (vloeistofmechanica, stromingsleer, kust- en oeverwerken);
 - Ervaring opdoen met hydraulische modellen.

Leerdoelen Bart:

- Inzicht krijgen in het verloop van een ontwerpproces;
- Verdere verdieping in kennis en inzicht in ontwerpprocessen, vooral met betrekking op constructieve vakgebieden (geotechniek, mechanica, betontechnologie en staaltechnologie);
- Verdere kennis opdoen bij het maken van een berekeningsrapport met de verschillende computersoftware.

H3 De projectopdracht

Het is belangrijk om een duidelijk beeld te hebben van het resultaat dat bij het afstudeerproject verwacht wordt. Belangrijk zijn daarbij de gegevens over opdrachtgever en opdrachtnemer, die het project begeleiden. Verder is een duidelijke opdrachtbeschrijving van belang.

3.1 Opdrachtgever

De opdrachtgevende organisatie tijdens het afstudeerproject is de Hogeschool Utrecht. Zij keuren het plan van aanpak goed en begeleiden het project. Tevens is de Hogeschool Utrecht verantwoordelijk voor de beoordeling van het projectresultaat.

3.2 Opdrachtnemer

De studenten zijn uiteindelijk verantwoordelijk voor de uitvoering van het afstudeerproject. Zij zijn hier de opdrachtnemers. De uitvoering van het project vindt plaats onder begeleiding van DHV.

3.3 Opdrachtbeschrijving

In deze paragraaf is een zo nauwkeurig mogelijke beschrijving gegeven van het eindresultaat. In principe geeft de opdrachtbeschrijving weer 'wat er klaar is' bij voltooiing van het afstudeerproject. In de opdracht is onderscheid gemaakt tussen de verschillende afstudeerrichtingen.

Projectopdracht

- 1) Beschrijf de problematiek die ten grondslag ligt aan de noodzaak tot het ontwerp van een inlaatconstructie.
- 2) Stel een programma van eisen en randvoorwaarden op waar het inlaatwerk aan moet voldoen.
Input waterbouw:
 - a.) Geef een indicatie van de te verwachte optredende hydraulische belastingen.
 - b.) Bepaal globaal de waardes van hydraulische ontwerpparameters (peilmaten, doorstroomoppervlakte, etc.).
Input constructief:
 - c.) Geef een indicatie van de te verwachte optredende verkeersbelastingen.
 - d.) Bepaal de minimaal benodigde alignementen en wegbreedtes etc.
- 3) Stel een variantenanalyse op waarin diverse oplossingen worden beschouwd en beoordeeld.
 - a.) Gebruik praktische hulpmiddelen zoals een Multi Criteria Analyse (MCA).
 - b.) Geef een onderbouwde keuze voor de verder uit te werken variant.
- 4) Werk de hydraulische aspecten uit voor de gekozen variant.
 - a.) Bepaal de maatgevende belastingen en –combinaties.
 - b.) Gebruik hydraulische modellen om hydraulische parameters nauwkeuriger te kunnen bepalen.
 - c.) Beschouw stromingsverschijnselen die optreden in de IJssel en bypass als gevolg van de werking van de inlaatconstructie.
 - d.) Beschouw geotechnische aspecten die bij het ontwerp belangrijk zijn (kwel, onderloopsheid, bezwijkmechanismen, etc.).
 - e.) Maak een principeontwerp voor benodigde bodembescherming, eventueel i.c.m. bekleding constructie
- 5) Werk de constructieve aspecten uit voor de gekozen variant.
 - a.) Bepaal de optredende belastingen en –combinaties.
 - b.) Bepaal het toe te passen constructiemateriaal.
 - c.) Dimensioneer op hoofdlijnen de inlaatconstructie.
 - d.) Beschouw de benodigde funderingconstructie.
 - e.) Maak een schetsontwerp van de totale inlaatconstructie.
 - f.) Geef een indicatie van de benodigde wapening middels een detailberekening.

-
- 6) Geef een uitgebreide conclusie waarin keuzes zijn onderbouwd en aanbevelingen worden gedaan.
- a.) Toetsing eindontwerp aan Programma van Eisen
 - b.) Aanbevelingen voor verdere uitwerking ontwerp

H4 Projectactiviteiten

Tijdens de projectuitvoering zullen een aantal taken moeten worden uitgevoerd. In dit hoofdstuk is globaal een beeld gegeven van de activiteiten die tijdens het afstudeerproject aan de orden komen. De activiteiten zijn per fase ingedeeld. Later kan hier een planning aan gekoppeld worden. Ook is in dit hoofdstuk een overzicht gegeven van de werkzaamheden/resultaten die voor rekening komen van de individuele student.

4.1 Fasering

Fase 1 Projectverkenning:

Opstellen projectvoorstel (PVS), opstellen plan van aanpak. Projectverkenning, het in brede scope zetten van het probleem. Invloed inlaatwerk op uitlaatwerk analyseren. Probleemstelling vaststellen.

Fase 2 variantenanalyse:

Onderzoek relevante literatuur en ontwerpleidraden. Bepaling hydraulische ontwerpparameters. Bepaling van hydraulische belastingen. Bepaling van optredende verkeersbelastingen. Bepaling alignementen en wegbreedtes. Formulering plan van eisen. Opstellen varianten. Uitvoeren Multi Criteria Analyse. Beoordeling alternatieven en kiezen. Onderbouwing gekozen variant.

Fase 3 Uitwerking van de variant:

Bepaling maatgevende belastingen en –combinaties. Modelleren van hydraulische parameters. Beschouwing stromingsverschijnselen. Beschouwing geotechnische aspecten. Uitwerking principeontwerp bodembescherming. Bepaling optredende belastingen en –combinaties. Bepaling constructiemateriaal. Dimensioneren hoofdlijnen inlaatconstructie. Beschouwing funderingconstructie. Schetsontwerp totale inlaatconstructie (AutoCAD). Detailberekening benodigde wapening.

Fase 4 Toetsing en beoordeling verslag

Toetsing aan gestelde eisen/randvoorwaarden. Formuleren conclusies en aanbevelingen. Indienen CONCEPT eindrapportage DHV. Verwerking beoordeling DHV.

Fase 5 Beoordeling HU afwerking

Presentatie maken. Formuleren advies voor verdere uitwerking. Lunchlezing DHV

4.2 Individuele werkzaamheden

De studenten studeren af op twee verschillende richtingen. Wieger is degene die vooral de waterbouwkundige aspecten zal behandelen. Bart houdt zich voornamelijk bezig met de constructieve aspecten. Deze zijn duidelijk in vakgebieden te verdelen:

Wieger - Waterbouw: hydraulica, rivierwaterbouw, kust- en oeverwerken
→ Bijbehorende taken: zie 3.3, 4)

Bart - Constructief: staal- en betonbouw, toegepaste mechanica
→ Bijbehorende taken: zie 3.3, 5)

Voor nadere specificering individuele werkzaamheden: zie planning.

H5 Projectgrenzen

Een afbakening is belangrijk om duidelijk te maken welke activiteiten wel en niet verlangd worden bij de uitvoering van het afstudeerproject. Om onduidelijke situaties te voorkomen zijn daarom projectgrenzen aangegeven. De breedte en de diepte van het project komen in dit hoofdstuk aan bod. Als leidraad wordt de opgestelde conceptinhoudsopgave van het eindrapport aangehouden.

5.1 Conceptinhoudsopgave eindrapport

Het eindproduct van de afstudeeropdracht is een schriftelijke rapportage. Om een breder beeld te krijgen van alle onderwerpen die aan bod komen is een conceptuele inhoudsopgave opgesteld:

Voorwoord 1p	3
Samenvatting 2p	3
H1 Inleiding 4p	3
1.1 Projectachtergronden	3
1.1.1 Hogeschool Utrecht	3
1.1.2 DHV	3
1.1.3 Problematiek IJsseldelta	4
1.1.4 Masterplan IJsseldelta	4
1.2 Probleemstelling	4
1.3 Doelstellingen	4
1.4 Afbakening	4
1.5 Leeswijzer	4
H2 Problematiek in- en uitlaatwerk bypass 8p	4
2.1 Beheersing waterstanden bij maatgevende condities	4
2.2 Technische scope waterbouwkundige inlaatwerken	4
2.3 Onderzoeksvragen	4
H3 Programma van eisen 5p	4
3.1 Ontwerpleidraden en randvoorwaarden	4
3.2 Hydraulische ontwerpparameters	5
3.3 Bepaling van afmetingen lichamen	5
3.4 Programma van eisen	5
3.2.1 Constructief	5
3.2.2 Waterbouwkundig	5
H4 Variantenanalyse 8p	5
4.1 Opzet variantenanalyse	5
4.2 Nulsituatie	5
4.2 Varianten	5
4.2.1 Oplossing A	5
4.2.2 Oplossing B	5
4.2.3 Oplossing C	5
4.3 Toetsing varianten - Multi Criteria Analyse	5
4.3.1 Toelichting criteria	5
4.3.2 MCA	6
4.3.3 Analyse totale verantwoording	6
4.3.4 Keuze variant	6
4.4 Conclusie variantenanalyse	6
H5 De variant, invloed op de delta 15p	6
5.1 Beschouwen belastingen/maatgevende situaties	6
5.2 Gevoeligheidsanalyses met parameters in hydraulisch model	6
5.3 Resultaten modellering – gevolgen voor ontwerp	6
5.4 Geotechnische aspecten	6
5.5 Bodembescherming	6
5.6 Proces detaillering	6
5.7 Toetsing ontwerp	7
5.8 Eindconclusie	7

H6 Het rekenrapport 15p	7
6.1 Bepaling van belastingen op de lichamen	7
6.2 Bepaling van het constructiemateriaal van de lichamen	7
6.3 Schematisering in Matrix, ESA Prima Win.....	7
6.4 Dimensioneren onderdelen constructie	7
6.5 Fundering inlaat	7
6.6 Proces detaillering.....	7
6.7 Toetsing ontwerp.....	7
6.8 Eindconclusie.....	8
H7 Conclusies en aanbevelingen 3p	8
Literatuurlijst 1p	8
Bijlagen.....	8

5.2 Afbakening projectopdracht

Als toelichting op de conceptinhoudsopgave, waarin de projectopdracht verwerkt is, wordt de inhoud van bepaalde hoofdstukken/paragrafen nader toegelicht. Doel is hierbij het verduidelijken van de 'breedte en diepte' van de verschillende onderdelen. Ook worden enkele data en randvoorwaarden gesteld.

Uitgangspunten ontwerp:

- Uitwerking op niveau VO+

Wel doen:

- Beschouwing diverse aspecten in de variantenanalyse, waaronder:
 - o Kosten/effectiviteit
 - o Beheer en onderhoud
 - o Landschapsinpassing
 - o Maatschappelijk draagvlak
 - o Evacuatiemogelijkheden
- Indicatie benodigde fundering;
 - o Optredende funderingslasten
 - o Aanbeveling toe te passen fundering
- Hydraulische modellering: gevoeligheidsanalyses uitvoeren in bestaande meerdimensionale modellen, invloed parameters beschouwen.
- Analyse geotechnische aspecten om mee te nemen in het ontwerp

Niet doen:

- Verdere detailuitwerking genoemde aspecten uit variantenanalyse;
- Doorrekenen en dimensioneren fundering;
- Narekenen/kunnen verantwoorden uitkomsten hydraulische modellering;
- Gedetailleerde geotechnische berekeningen uitvoeren;

Begindatum project

Het afstudeerproject begint op 15 februari 2007 (contractuele datum DHV)

Einddatum project

Het afstudeerproject eindigt op 12 juni 2007 (inleverdatum eindrapport)

Randvoorwaarden

Om de gestelde doelstellingen te kunnen halen is het van belang dat beide studenten beschikbaar blijven gedurende het verloop van het afstuderen. Dit geldt ook voor de docentbegeleiders en bedrijfsbegeleiders.

H6 De producten

Bij het uitvoeren van de projectactiviteiten ontstaan allerlei 'producten'. In dit hoofdstuk zijn de producten op een rij gezet die tijdens het project gegenereerd zullen worden. Het pakket aan producten zal worden samengevoegd in het eindrapport.

De volgende producten zullen we leveren:

Projectdocumenten

- Projectvoorstel;
- Plan van Aanpak;
- Notulen van vergaderingen met de begeleiding;
- Urenverantwoording;
- Archiefmap (digitaal en evt. analoog).

Tussentijdse documenten

- Verslaglegging Fase 1: Projectverkenning
- Verslaglegging Fase 2: Variantenanalyse
 - o Programma van Eisen
 - o Multi Criteria Analyse
- Verslaglegging Fase 3: Uitwerking ontwerp
 - o Tekening van de constructie (AutoCAD)
 - o Tekening opbouw bodembescherming

Eindrapportage

- Onderbouwd advies als antwoord op de probleemstelling;
- Uitwerking van rekenrapporten die gemaakt zijn (hydraulisch/constructief);
- Tekeningen van het schetsontwerp;
- Overige bijlagen.

Presentatie

- PowerPoint presentatie van het afstudeerproject.

H7 Kwaliteit

Het laten toetsen en beoordelen van (tussen)producten van het project is van belang om de kwaliteit en het niveau ervan te kunnen garanderen. Belangrijk is dus het aangeven van de wijze waarop dat zal gebeuren en welke normen en technieken worden gebruikt.

7.1 Kwaliteit inhoud verslag

De inhoud van het verslag wordt tussentijds beoordeeld door docentbegeleiders en bedrijfsbegeleiders. Ook het Plan van Aanpak wordt teruggekoppeld met deze partijen. Daarnaast bestaat de mogelijkheid dat extern advies wordt gevraagd van deskundigen binnen DHV en de Hogeschool Utrecht.

Beschikbare begeleiders:

- Teunis Louters, afdelingshoofd DHV
- Joost ter Hoeven, projectleider DHV
- Martijn Karelse, projectleider DHV
- Tom van der Linden, docent HU
- Theo Rinkema, docent HU
- e.a.

Verdere aandachtspunten m.b.t. het verslag:

- Taal en zinsopbouw met goed te lezen zinnen.
- Goed leesbare lay-out
- Duidelijk omschrijving van de gebruikte normen en technieken;
- Omschrijving van de gebruikte software indien nodig;
- Als er wordt afgeweken van heersende normen, wordt er uitgelegd waarom dat gebeurt.

7.2 Normen en technieken

Tijdens het afstuderen worden diverse normen en technieken gebruikt. Een overzicht van de beschikbare software, literatuur en ontwerprichtlijnen/normen wordt hieronder gegeven.

Beschikbare software:

- Microsoft Word 2003
- Microsoft Excel 2003
- Microsoft PowerPoint 2003
- Duflo 3.6
- Waqua
- Matrix Frame 2.3
- ESA Prima Win
- AutoCAD 2006
- e.a.

Een greep uit beschikbare literatuur:

Titel	Auteur	druk
Toegepaste vloeistofmechanica	Nortier en de Koning	7 ^e
(over) Spannend staal – Basisboek	W.H. Verburg	3 ^e
Constructie leer gewapend beton	ing. R. Sagel, ing. A.J. van Dongen	1 ^e
De betongelde rivier	Wilfred ten Brinke.	1 ^e
Helder rapporteren	Peter Nederhoed	7 ^e
Tabellen voor de waterbouwkunde	Ir. K.J. Briedé en Ir R. Blok	8 ^e
Projectmanagement	Roel Grit	3 ^e
Toegepaste mechanica	Ir. Welleman0	Juni 2001
Betontechnologie	Ing. C. Souwerbren	10 ^e
Technische scope IJsseldelta	Uitgebracht door DHV	

Betonconstructies	Ir. A.B. Winkel	Nr. 285
Titel	Auteur	druk
Lineair-elastische berekening van een betonskelet	Ir. A.B. Winkel	Nr. 290
Grondmechanica Fund. Techniek 1	U. Valkenier	Nr. 235
Geotechniek Bijzondere Onderwerpen	U. Valkenier	Nr. 236
Waterkeringen	T. Rinkema	Nr. 241
Hydraulische Randvoorwaarden 2001	Ministerie V&W	1 ^e 2001
De veiligheid van primaire waterkeringen in Nederland	Ministerie V&W	1 ^e 2004
Leidraad Kunstwerken	TAW	1 ^e 2003
Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken	TAW	1 ^e 1985
Technisch rapport Waterkerende Grondconstructies	TAW	1 ^e 2001
Basisrapport Waterkerende Kunstwerken en Bijzondere Constructies	TAW	1 ^e 1997

H8 Projectorganisatie

In het afstudeerproject zijn diverse partijen betrokken. Belangrijk is dat de communicatie tussen de partijen op gewenste wijze kan plaatsvinden. In dit hoofdstuk worden richtlijnen gegeven voor de wijze waarop binnen het project gecommuniceerd kan worden. Tevens zal de archivering worden toegelicht.

8.1 Partijen projectteam

Het projectteam bestaat uit verschillende partijen. De twee studenten vormen daarin de projectgroep. In deze paragraaf zijn gegevens van alle partijen weergegeven

1. Studenten (projectgroep)

L.W. (Wieger) Blokland
Boerhaavelaan 7
2871 KJ Schoonhoven
wiegerblokland@hotmail.com
wieger.blokland@dhv.nl
id. 1172293
06-38729567

B.C. (Bart) van Hulten
Zevenwouden 127
3524 CN Utrecht
bjbaat@hotmail.com
bart.vanhulten@dhv.nl
id. 1180034
06-46018128

2. Hogeschool Utrecht

Hogeschool Utrecht
Faculteit Natuur en Techniek
Instituut gebouwde omgeving
Nijenoord 1
3552 AS Utrecht
Postbus 182
3500 AD Utrecht
T 030 230 81 08
F 030 230 81 00



Begeleiders Hogeschool Utrecht

- 1) Tom van der Linden
- 2) Theo Rinkema

3. DHV

DHV B.V.
Laan 1914 nr. 35
3818 EX Amersfoort
Postbus 1132
3800 BC Amersfoort
E info@dhv.nl
T 033 468 37 00
F 033 468 37 48



Begeleiders DHV

- 1) Drs. Teunis Louters, afdelingshoofd
- 2) ir. Joost ter Hoeven, projectleider
- 3) ir. Martijn Karelse, projectleider

8.2 Communicatie

De projectgroep bestaat uit twee personen. Zij zullen via dagelijks overleg zorg kunnen dragen voor de interne communicatie. Er zal een planning en takenlijst bijgehouden worden, zodat er overzicht en duidelijkheid is over de stand van zaken.

Binnen het 'projectteam', waar ook de begeleidende personen bij betrokken zijn, kunnen op diverse manieren worden gecommuniceerd. Ten eerste is communicatie via email mogelijk. Adressen kunnen t.z.t. uitgewisseld worden.

Verder is in het afstudeerprotocol opgenomen dat er tweewekelijks met de docentbegeleider kan worden vergaderd. Dit wordt verder in overleg georganiseerd. Ook overleggen met bedrijfsbegeleiders zijn mogelijk, al dan niet in de officiële vorm van een vergadering. Van vergaderingen worden door de projectgroep notulen opgesteld. Ook kan eventueel per maand de stand van zaken worden gerapporteerd.

8.3 Projectarchief

Voor het archief zijn er enkele belangrijk zaken: de literatuurlijst, het digitale archief en het analoog archief.

1. De literatuurlijst

Deze zal door de projectgroep worden bijgehouden in een Excel document.

2. Het digitale archief

Het duidelijk en gerangschikt opslaan van documenten is essentieel voor een goed overzicht voor het verslag. Per maand worden de documenten gerangschikt. Ook is de status (opzet, concept of definitief) belangrijk. Aan het begin van elke maand worden de documenten opnieuw naamgegeven en opgeslagen zodat er altijd een back-up is en het duidelijk is welk document het meeste recente is. Het nieuwe document zal dan in de map van de desbetreffende maand komen. Daarom zal het document de volgende code bevatten:

Naam document Maand en dag status

Voorbeeld:

Plan van Aanpak FEB05 opzet.doc Opgeslagen in map februari

Plan van Aanpak MAA01 definitief.doc. Opgeslagen in de map maart. Het oude document mag niet meer worden bewerkt.

Back-up digitale archief

Aan het eind van de maand zal de maandmap worden gekopieerd naar een draagbare USB-stick en zo later thuis nogmaals worden opgeslagen.

3. Analoog archief

Alle documenten die belangrijk of zeer relevant zijn zullen worden geprint en in een totale projectmap worden gedaan. Deze worden bijgehouden door Bart.

H9 Planning

Met het formuleren van de projectopdracht is een beeld gekregen van de projectactiviteiten die moeten worden uitgevoerd. Door het bepalen van de projectgrenzen is een duidelijk beeld van de te leveren producten naar voren gekomen. Door aan de verschillende projectactiviteiten milestones te koppelen kan het project aan een planning worden gekoppeld.

9.1 Werkwijze

Er is voor gekozen om de projectactiviteiten te gebruiken als hoofdlijn voor de planning. Door de activiteiten in fases op te delen worden de activiteiten in groepen verdeeld. Elke fase is gekoppeld aan een bepaalde tijdsperiode. Elke fase eindigt op een vastgestelde datum, die als 'milestone' wordt gemarkeerd. Op deze datum moet de betreffende fase zijn afgerond en zullen de resultaten ter beoordeling naar begeleidende partijen worden gestuurd. De resultaten worden zoveel mogelijk geleverd in 'rapportstatus'. Zo wordt het eindrapport stap voor stap opgebouwd.

9.2 Milestones

Om het project goed te beheersen met de planning, hebben we de volgende 'milestones' opgesteld. Daarvoor is het volgende overzicht gemaakt. De tussentijdse verslagen zijn onderdelen van het eindverslag.

Taak	Product	Datum
Indienen Projectvoorstel	Projectvoorstel	12 februari
Indienen Plan van Aanpak	Plan van Aanpak	16 februari
Afsluiting fase 1	Verslag Projectverkenning	23 februari
Afsluiting fase 2	Verslag Variantenanalyse	30 maart
Afsluiting fase 3	Verslag Uitwerking variant	25 mei
Afsluiting fase 4	Eindrapport CONCEPT	8 juni
Indienen eindrapport DEFINITIEF	Eindrapport (richtlijn 60 pag., max 80 pag. excl. bijlagen)	12 juni
Mondelinge presentatie	Lunchpresentatie bij DHV	week 25/26
Mondelinge presentatie	PowerPoint presentatie voor de HU (35 min.)	2-3 juli

9.3 Detailplanning

In softwareprogramma Excel is een bestand aangemaakt met daarin een weekplanning voor de afstudeerperiode. De projectactiviteiten zijn erin opgenomen, verdeeld in fasen. De projectactiviteiten zijn verder opgesplitst in deelactiviteiten, afgeleid van de conceptinhoudsopgave, die ook opgenomen is in dit Plan van Aanpak (H5 Projectgrenzen).

De planning is opgenomen in de bijlage. Wijzigingen in de planning kunnen tijdens het verloop van de activiteiten uitgevoerd worden.

H10 Risicoanalyse

Bij de uitvoering van het project zijn diverse risico's aanwezig die het resultaat kunnen beïnvloeden. Het is goed deze risico's te benoemen en vast na te denken over eventuele maatregelen die genomen kunnen worden als een bepaald probleem optreedt.

10.1 Interne risico's

In deze paragraaf zijn interne risico's van het afstudeerproject puntsgewijs weergegeven. Per risico zijn ook mogelijke maatregelen geformuleerd.

Interne risico's kunnen zijn:

- De haalbaarheid van het project. Het projectdoel blijkt niet binnen de beschikbare tijd haalbaar.
- Onvoldoende kennis/niveau bij de studenten.
- Veel verschillende deelgebieden binnen het project.
- Onvoldoende begeleiding.

Bijbehorende maatregelen (respectievelijk) indien nodig:

- In overleg met begeleidende partijen bijstellen van projectdoel en/of wijzigen van de projectopdracht. Enkele deelgebieden kunnen eventueel worden geschrapt zonder dat het projectdoel gelijk in gevaar komt.
- Als blijkt dat te veel tijd gestoken moet worden in literatuurstudies om bepaalde activiteiten uit te kunnen voeren, kunnen in overleg met begeleidende partijen de gestelde projectgrenzen gewijzigd worden, zodat de 'diepte' van de uitwerking van bepaalde activiteiten kan worden verminderd.
- Veel deelgebieden binnen een project kunnen beperkend zijn voor de voortgang als de capaciteit om alle deelgebieden dezelfde aandacht te geven tekort schiet. Een maatregel kan zijn om niet alle deelgebieden dezelfde aandacht te geven en zo prioriteit te geven aan de belangrijkste zaken.
- Onvoldoende begeleiding kan optreden als er onvoldoende tijd is binnen het afstudeerbedrijf of als er weinig mogelijkheden blijken te zijn om met school te communiceren. Als dit het geval is dient er overleg plaats te vinden, waarbij beleidsmatige veranderingen kunnen worden doorgevoerd. Een andere optie is het wijzigen van de afstudeeropdracht zodat de beschikbare begeleiding weer voldoende wordt. De laatste optie heeft uiteraard niet de voorkeur.

10.2 Externe risico's

In deze paragraaf zijn externe risico's van het afstudeerproject puntsgewijs weergegeven. Per risico zijn ook mogelijke maatregelen geformuleerd.

Externe risico's kunnen zijn:

- Onduidelijke projectgrenzen. Afbakening project is niet helder.
- Verschillende doelstellingen. Partijen kunnen doelstellingen nastreven die afwijken van het projectdoel.

Bijbehorende maatregelen (respectievelijk) indien nodig:

- In overleg met betrokken partijen de afbakening van het project herzien.
- Goede controle en terugkoppeling van activiteiten op het Plan van Aanpak

Bijlagen

Planning week 6 tot met week 27.

Bijlage 2

Plan van Aanpak

Paragraaf 1.4

Bijlage 3

Hydraulische randvoorwaarden

Paragraaf 2.1.1

Hydraulische randvoorwaarden

Hydraulische randvoorwaarden betreffen waterstanden en golven die waterkeringen nog veilig moeten kunnen keren. Deze waterstanden worden ook wel 'toetspeilen' of 'maatgevende hoogwaterstanden' (MHW's) genoemd. De berekende toetspeilen zijn opgenomen in een rapport, de HR2001. Het rapport is opgesteld door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, met medewerking van het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), de Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) en het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA).



Dijkringgebieden in Nederland (bron: HR2001)

Nederland is opgedeeld in dijkringgebieden. In de HR2001 zijn de toetspeilen per dijkringgebied opgenomen. Riviertakken zijn daarbij opgedeeld in kilometerraaian met evt. plaatsaanduidingen. Per kilometerraai is het toetspeil gegeven (m +NAP) waar waterkeringen ter plaatse op moeten worden gedimensioneerd.

Kenmerken IJsseldelta

De IJsseldelta ligt in dijkringgebied 11 (zie afbeelding). Hier is een normfrequentie vastgesteld van 1/2000 per jaar. De normfrequentie is een maat voor veiligheid die de dijken moeten kunnen garanderen. De waterkeringen langs de IJsseldelta worden voornamelijk belast door waterstanden als gevolg van afvoer en wind (zie het vergelijkend overzicht in de onderstaande tabel).

Bedreiging		Afvoer	Wind	Overig	
Randvoorwaarden		Waterstanden	Waterstanden	Windgolven	Neerslag *
Rivieren	Bovenrivieren	+	-	+/-	-
	Benedenrivieren	+	+	+	+
	IJsseldelta	+	+	+/-	-
	Vechtdelta	+	+	+	-
IJsselmeer, Markermeer		+	+	+	+/-
Zee en estuaria		-	+	-	-

*Tabel: bedreigingen en randvoorwaarden per watersysteem. * Maar ook: seiches, buistoten, bui-oscillaties en slingeren (bron: HR2001)*

Hoge waterstanden in de IJsseldelta kunnen voortkomen uit hoge afvoeren van de IJssel. Ook kunnen hoge waterstanden ontstaan door verhoogde meerpeilen (Ketelmeer/ IJsselmeer) of harde wind. Bij het vertalen van deze bedreigingen naar toetspeilen voor de HR2001 is een belastinggevallen methode toegepast. Bij deze methode zijn voor verschillende combinaties van bedreigingen (de belastinggevallen) de optredende waterstanden berekend.

De volgende twee belastinggevallen zijn beschouwd:

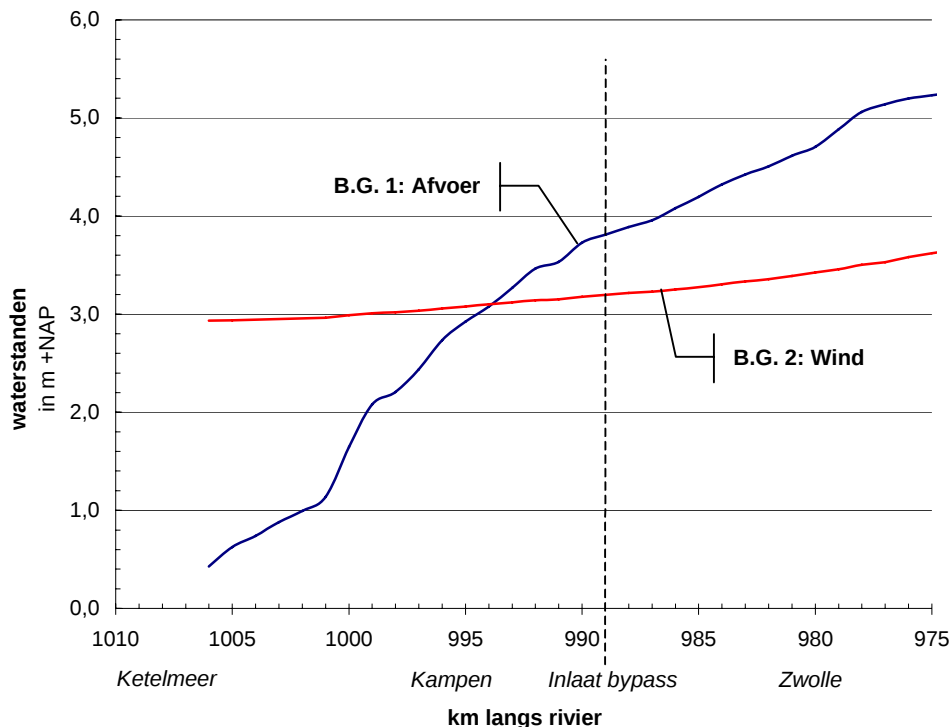
1. Een extreem hoge rivierafvoer (overschrijdingskans 1/2000 per jaar) in combinatie met een meerpeil van NAP +1,00 m. als gevolg van enige opstuwing door wind en de extreme IJsselaafvoer.
2. Een extreem hoge windsnelheid (overschrijdingskans 1/2000 per jaar) in combinatie met een rivierafvoer die 1x per jaar wordt overschreden.

Uit analyses is gebleken dat deze twee belastinggevallen maatgevend zijn. Voor de combinatie van belastinggeval 1 en 2 geldt dat er wettelijk is vastgelegd dat bij het ontwerp van de waterkering geen rekening gehouden wordt met dit soort calamiteiten. De kans dat een maatgevende storm op het Ketelmeer samenvalt met maatgevende rivierafvoeren op de IJssel is namelijk zeer klein ($1/2000 \times 1/2000 = 1/4.000.000$).

De volgende belastinggevallen met bijbehorende uitgangspunten zijn uiteindelijk gebruikt voor het bepalen van de MHW's in de IJsseldelta:

- | | |
|----------------------|--|
| B.G. 1 Afvoer | Een extreem hoge rivierafvoer met een normfreq. van 1/2000 per jaar (2740 m ³ /s bij Olst), in combinatie met een waterpeil in het Ketelmeer van NAP +1,00 m. als gevolg van enige opstuwing door wind. |
| B.G.2 Wind | Een extreem hoge windsnelheid met een normfreq. van 1/2000 per jaar (orkaan met potentiële windsnelheid van ruim 33 m/s, uit richting WNW), in combinatie met een rivierafvoer die 1x per jaar wordt overschreden (900 m ³ /s). |

Voor de twee belastinggevallen zijn de optredende waterstanden langs de IJssel bepaald. Het verloop van de waterstanden langs de rivier is per belastinggeval weergegeven in een verhanglijn:



Schematische weergave verhanglijnen belastinggevallen 'Wind' en 'Afvoer' (bron: RIZA rapport 2002.018)

Uit de grafiek blijkt dat beide belastinggevallen maatgevend kunnen zijn, afhankelijk van de locatie. Zo blijken storminvloeden (belastinggeval 2: Wind) maatgevend te zijn vanaf de monding in het Ketelmeer tot Kampen. Bovenstrooms van De Zande (kmr 990) is storminvloed niet meer maatgevend; hier zijn de waterstanden die optreden als gevolg van hoge rivierafvoer door de IJssel bepalend. In het tussenliggende gebied zullen beide invloeden een rol kunnen spelen.

De verhanglijnen in bovenstaande grafiek zijn berekend met het tweedimensionale waterbewegingsmodel WAQUA. In de volgende subparagraaf is een hydraulische verantwoording opgenomen waarin het verloop van de verhanglijnen wordt toegelicht.

Belastinggeval Afvoer – hydraulisch onderbouwd

Als gevolg van deze extreme afvoer door de IJssel zal zich een bepaald verhang instellen in de rivier. Voor het bepalen van de verhanglijn is het 1-D programma DufLOW te gebruiken. Dit hydraulisch model is gebruikt voor het verslag 'IJsseldelta - detailstudie Waterbouw' (Wieger Blokland). In de detailstudie is de verhanglijn in de IJssel gegenereerd op basis van gegevens over de geometrie van de IJssel (dwarsprofielen, bodemhoogtes), het maatgevende debiet, bodemruwheden en (hydraulische) randvoorwaarden. In het model wordt de formule van Chezy gebruikt en zijn o.a. formules voor evenwichtsdiepte opgenomen. Door een bepaalde periode door te rekenen met een vast maatgevend debiet stelt zich een evenwichtssituatie in.

Belastinggeval 1 is als volgt geformuleerd:

B.G. 1 Afvoer Een extreem hoge rivierafvoer met een normfreq. van 1/2000 per jaar (2740 m³/s bij Olst), in combinatie met een waterpeil in het Ketelmeer van NAP +1,00 m. als gevolg van enige opstuwing door wind..

Het debiet van 2740 m³/s is als volgt bepaald:

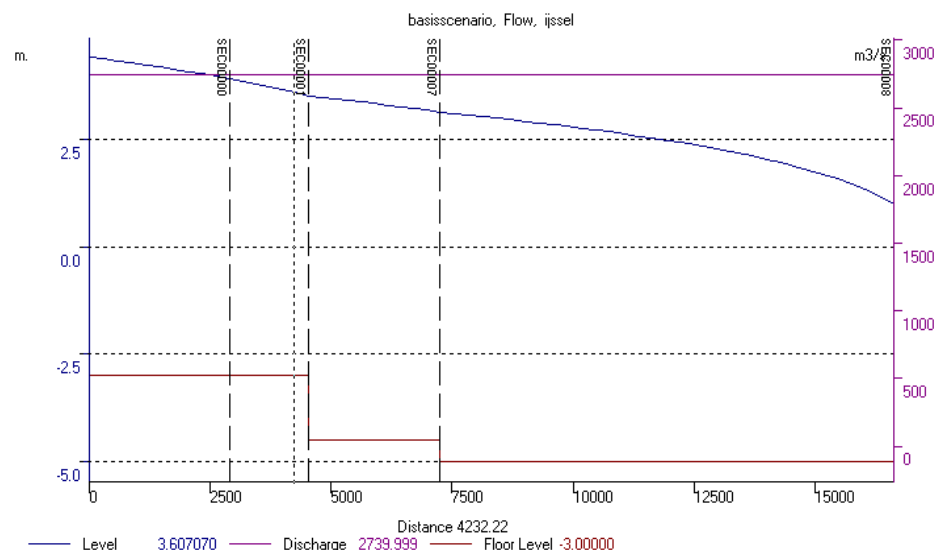
Afvoer te Lobith	16.000 m ³ /s	100 %
Afvoer IJssel (excl. laterale toestroming)	2459 m ³ /s	15,4 %

De afvoer op de IJssel wordt gelijkgesteld aan de afvoer volgens de werklijn bij Olst, hierin zijn ook de laterale toestromingen meegenomen. De werklijn bij Olst is als volgt gedefinieerd¹:

$Q = 242 \ln(T) + 900$ (waarin T staat voor terugkeertijd, '900' is de 1/1 jaar optredende afvoer [m³/s])

Indien T=2000 wordt ingevoerd volgt uit de berekening het debiet van 2740 m³/s.

Onderstaande grafiek geeft de resultaten weer van het DufLOW model zoals gebruikt in het genoemde rapport. De grafiek start op een punt in de IJssel, zo'n 4,5 km voor de inlaat van de bypass (+/- kmr 986). Hier is de optredende waterstand 4,1 m +NAP (bij maatgevende afvoercondities). Ter plaatse van de toekomstige inlaat (kmr 991) treedt een waterstand op van zo'n 3,6 m +NAP. De verhanglijn eindigt in het Ketelmeer (kmr 1002) op 1,0 m. +NAP. Dit is een ingevoerde randvoorwaarde.



Uitkomsten model DufLOW

Het verloop van het verhang en een indicatie van optredende waterstanden blijkt met het model goed aantoonbaar. De waardes komen in grote lijnen overeen met de verhanglijn voor belastinggeval 1.

¹ Bron: Hydraulische analyse en dijkontwerp (memo DHV)

Belastinggeval Wind - hydraulisch onderbouwd

Als gevolg van storm kan er opwaaiing ontstaan van water in het IJsselmeer. Bij de windrichtingen West/Noordwest kan de opwaaiing ook gevolgen hebben voor het meerpeil in het Ketelmeer.

Aangezien het meerpeil in het Ketelmeer invloed heeft op de verhanglijn die zich instelt op de IJssel is het van belang de mate van opwaaiing te bepalen. In de grafiek waar de twee verhanglijnen zijn opgenomen blijken waterstanden in de IJssel van zo'n 3,0 tot 3,6 meter +NAP op te treden als gevolg van opwaaiing. In onderstaande berekening is een controle gedaan op de mate van opwaaiing die kan optreden. Voor de berekening zijn formules gebruikt die opgenomen zijn in het boek 'Toegepaste Vloeistofmechanica' (ir. I.W. Nortier en ir. P. de Koning).

Belastinggeval 2 is als volgt geformuleerd:

B.G.2 Wind Een extreem hoge windsnelheid met een normfreq. van 1/2000 per jaar (orkaan met potentiële windsnelheid van ruim 33 m/s, uit richting WNW), in combinatie met een rivieraftvoer die 1x per jaar wordt overschreden ($900 \text{ m}^3/\text{s}$).

Hieruit volgen de uitgangspunten voor de berekening:

- Windsnelheid van ruim 33 m/s (orkaan, is uitgangspunt voor belastinggeval 2)
- Windrichting vanuit WNW 300° N

In onderstaande tabel zijn gegevens opgenomen die zijn bepaald voor het gebied IJsselmeer en Ketelmeer. Zie ook de bijbehorende foto.

	<i>IJsselmeer</i>	<i>Ketelmeer</i>
Oppervlakte	$11,36 \times 10^8 \text{ m}^2$	$0,35 \times 10^8 \text{ m}^2$
Strijklengte WNW	52,4 km	12,5 km
Lengte opstuwing	$\frac{1}{2} 52,4 \text{ km}$	12,5 km
Gemiddelde waterdiepte	4,4m	2,4 m
Rekenwaarde waterdiepte	4,5 m	2,5 m
Empirisch bepaalde factor	$4 \times 10^{-7} *$	$3 \times 10^{-7} *$
Meerpeil	-0.40 m NAP	-0.40 m NAP

* Voor grote meren geldt de factor 4×10^{-7} en voor kanalen geldt de factor 2×10^{-7} . Voor het Ketelmeer is de factor 3×10^{-7} aangehouden.

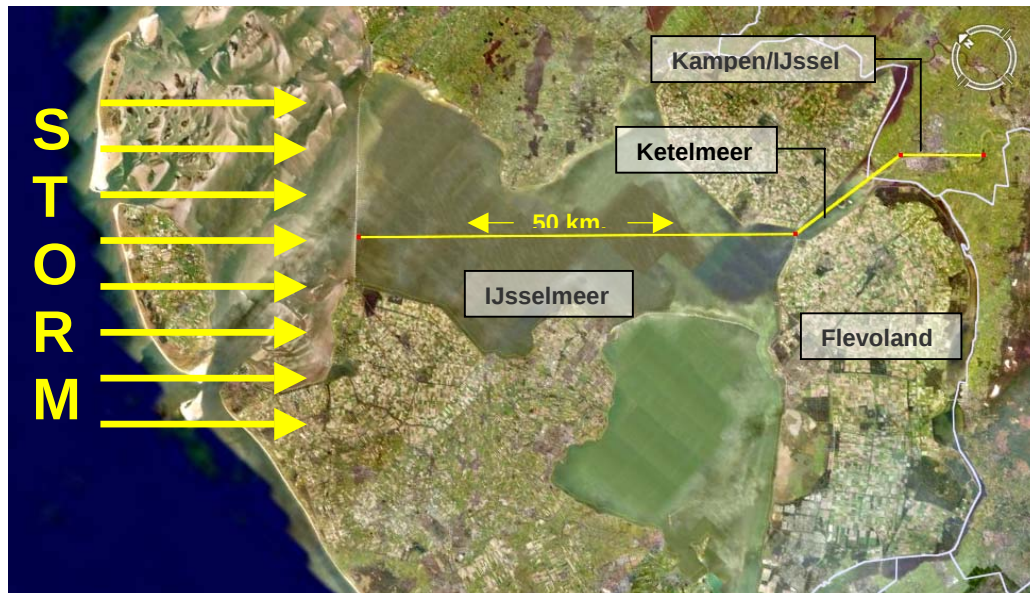


Foto IJsselmeer/Ketelmeer met werklijn opwaaiing (bron: Google Earth)

Om de opwaaiing binnen een meer te berekenen gelden de volgende formules voor het verhang en de opstuwing:

$$I_{opw} = f \times v_w^2 / h \quad 1)$$

I = het verhang als gevolg van opwaaiing
 f = empirisch bepaalde factor
 v_w = windsnelheid [m/s]
 h = effectieve waterdiepte [m]

$$S_p = p \times I_{opw} \quad 2)$$

S_p = opwaaiing [m]
 p = de lengte waar het verhang geldt [m]
 I = het verhang als gevolg van opwaaiing

Met het invullen van de formules kunnen de optredende verhangen en de mate van opwaaiing worden berekend voor het IJsselmeer en het Ketelmeer.

$$I_{opw \text{ IJsselmeer}} = 4.10^{-7} \times 33^2 / 4,5 = 9,68 \times 10^{-5} \quad 1)$$

$$I_{opw \text{ Ketelmeer}} = 3.10^{-7} \times 33^2 / 2,5 = 1,31 \times 10^{-4} \quad 1)$$

$$S_p \text{ IJsselmeer} = \frac{1}{2} \times 52,4.10^3 \times 9,68 \times 10^{-5} = 2,542 \text{ m.} \quad 2)$$

$$S_p \text{ Ketelmeer} = \frac{1}{2} \times 12,5.10^3 \times 1,31 \times 10^{-4} = 0,816 \text{ m.} \quad 2)$$

Door de mate van opwaaiing op te tellen bij het streefpeil kan indicatief het optredend meerpeil t.p.v. IJsselmond worden bepaald:

- Streefpeil:	0,40 m +/- NAP
- Het gevolg van de opstuwing in het IJsselmeer:	+2,54 m
- Het gevolg van de opstuwing in het Ketelmeer:	<u>+0,82 m</u>
- De uiteindelijk opstuwing aan de mond van de IJssel	2,96 m +NAP

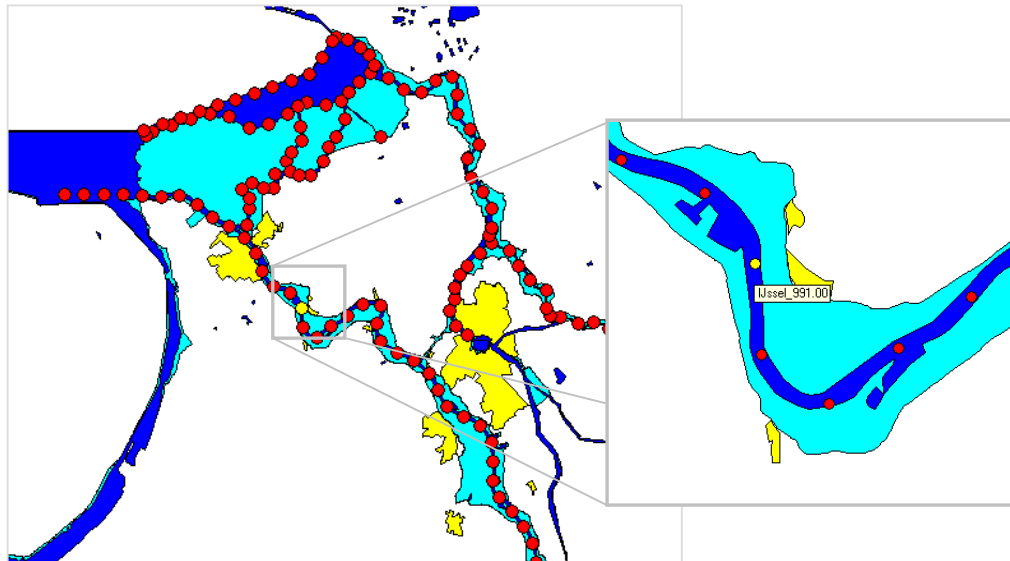
Opmerkingen

In de berekening is de opwaaiing in het IJsselmeer en Ketelmeer afzonderlijk berekend. De werkelijkheid is complexer, aangezien de geometrie van het IJsselmeer ook meegenomen zal moeten worden in de berekening. Daarnaast geldt de lengterichting van dat het Ketelmeer in een andere hoek ligt dan het IJsselmeer. Zo zijn er nog meer factoren van belang. Een mogelijk nauwkeuriger benadering kan worden gegeven met het programma Hydra-VIJ.

Hydra-VIJ

Het softwarepakket Hydra-VIJ is een toetsprogramma voor de hoogte van waterkeringen in de IJssel- en Vechtdelta. Het programma is ontwikkeld in opdracht van Rijkswaterstaat/RIZA. Het programma biedt mogelijkheden voor het maken van berekeningen voor golfoploop van dijkvakken. Daarbij kunnen (maatgevende) waterstanden worden berekend met in achtname van diverse omgevingsfactoren, waaronder geldende stormcondities.

Het bepalen van optredende waterstanden is voor de locatie van de inlaat uitgevoerd. Een database met gebiedsgebonden gegevens is in het programma ingevoerd, waarna vervolgens berekeningen zijn gemaakt.



Schermafbeelding Hydra-VIJ

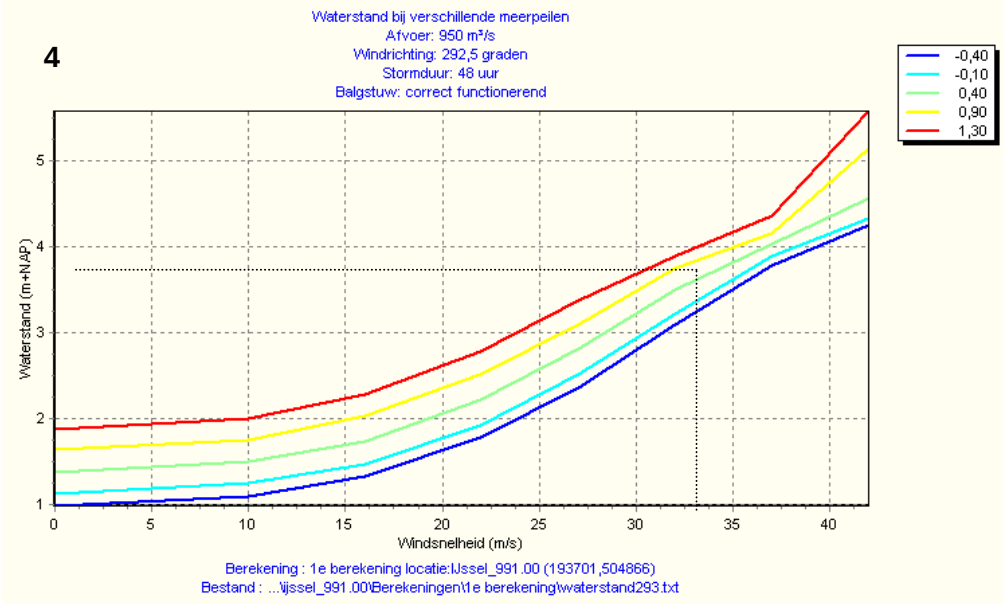
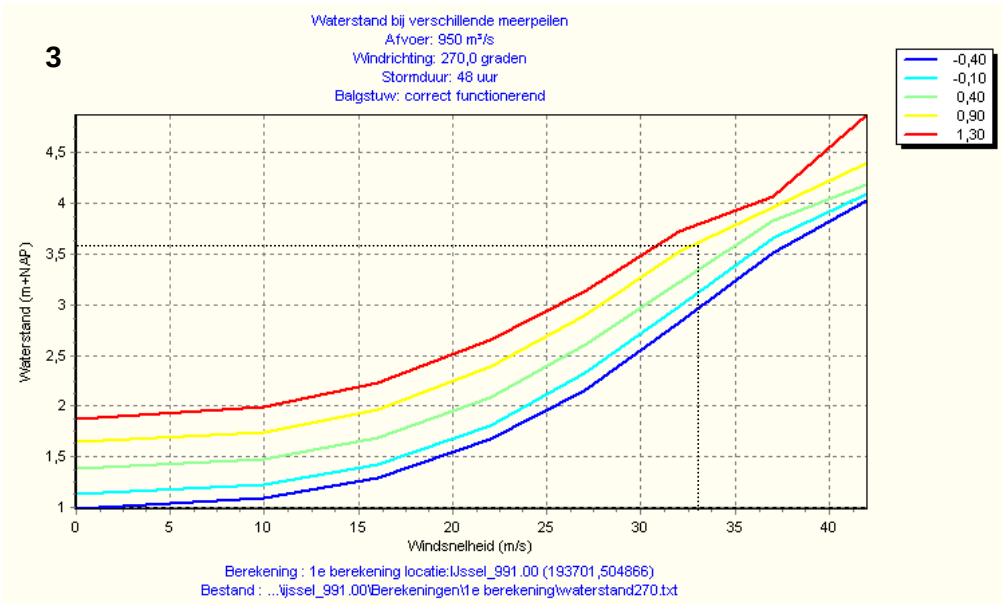
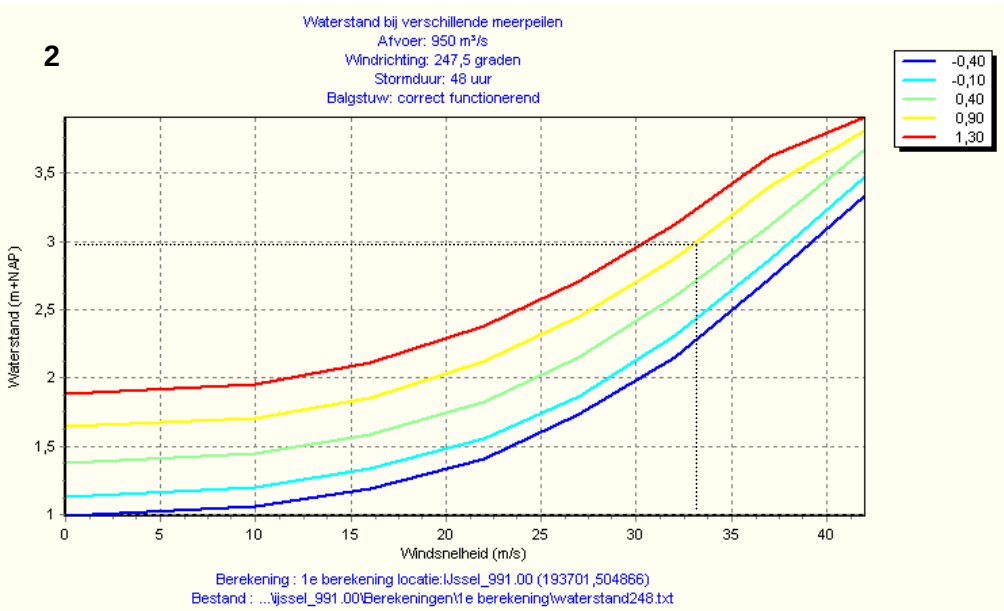
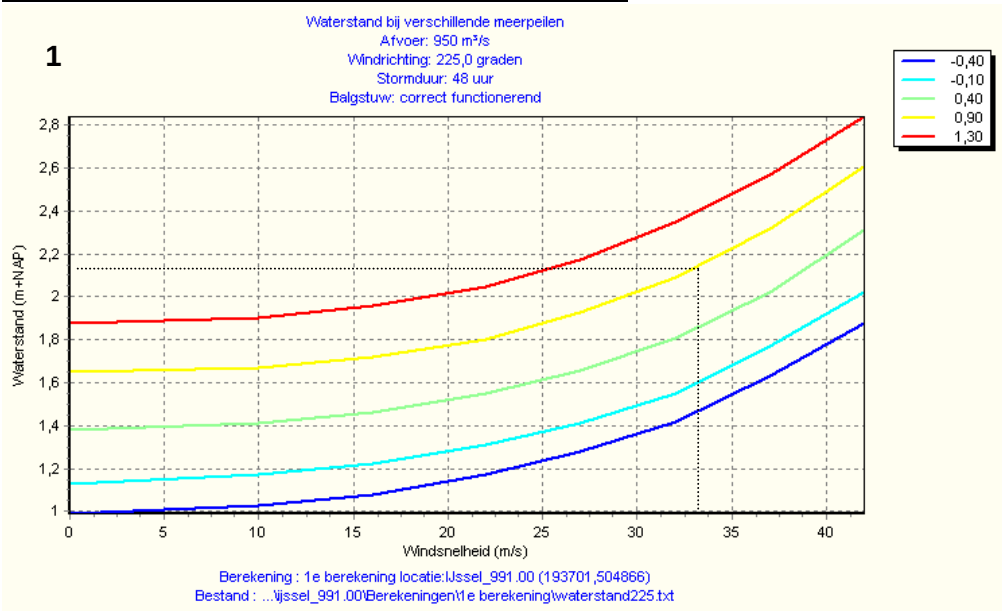
Met de uitkomsten van de berekeningen kunnen grafieken worden opgeroepen die verbanden aangeven tussen diverse factoren. Invloeden en gevoeligheden kunnen worden bepaald. Als voorbeeld zijn grafieken opgenomen in deze bijlage die het verband aangeven tussen optredende waterstanden bij de inlaat onder maatgevende stormcondities (B.G.2: 33 m/s, afvoer IJssel 900 m³/s), met de windrichting als variabele.

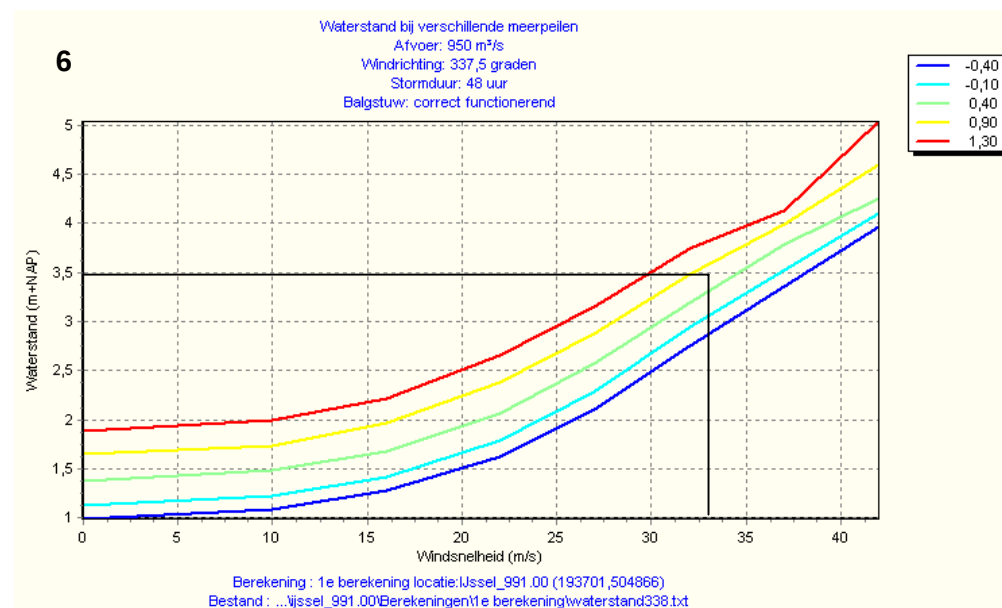
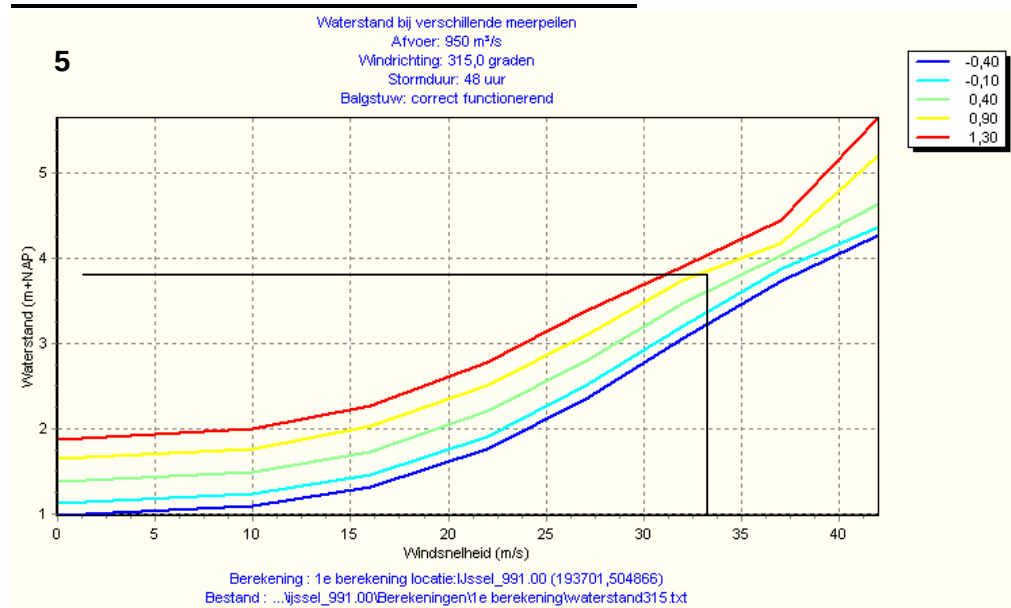
De grafieken 1 t/m 6 (volgende pagina's) tonen de waardes van de optredende waterstanden bij variërende windrichtingen. Per grafiek is ook de invloed van meerpeilen af te lezen. Een toelichting is bij de grafieken gegeven.

Conclusie

Uit de handberekening blijkt dat bij de IJsselmond als gevolg van de maatgevende stormcondities waterstanden optreden van zo'n 3 meter + NAP. Als gevolg van deze waterstand zal het verhang in de IJssel zich aanpassen aan deze nieuwe randvoorwaarde.

De berekeningen met Hydra-VIJ tonen de invloed van diverse factoren op de optredende waterstanden bij de inlaat. Uit de grafieken blijkt dat de windrichting WNW maatgevend is, zoals aangenomen in belastinggeval 2. De optredende waterstanden onder stormcondities blijken in sterke mate afhankelijk van het meerpeil. Volgens grafiek 5 zal de waterstand tussen de 3 en 4 m. +NAP kunnen worden. Dit lijkt aannemelijk gezien de uitkomsten van de handberekening voor de IJsselmond. In het afstudeerrapport is als toetspeil bij stormcondities een waarde van 3,1 m. + NAP aangehouden (zie paragraaf 2.1.1).





Toelichting:

1. De grafieken zijn genummerd. Per grafiek is de windrichting anders gekozen, variërend van 225 tot 337 graden (ZW-NW).
2. In de legenda zijn meerpeilen opgenomen. De invloed van meerpeilen op de waterstanden in de IJssel is daarmee af te lezen.
3. In alle grafieken is af te lezen dat hogere meerpeilen in het gebied aanzienlijke gevolgen kunnen hebben voor de optredende waterstanden op de IJssel. Hoe hoger de meerpeilen, des te hoger de waterstanden die in de IJssel optreden.
4. Uit de grafieken blijkt dat de windrichting van 315 graden (WNW, grafiek 5) maatgevend is voor de optredende waterstanden bij de inlaat. Afhankelijk van het meerpeil treden waterstanden van 3 tot 4 meter + NAP op.

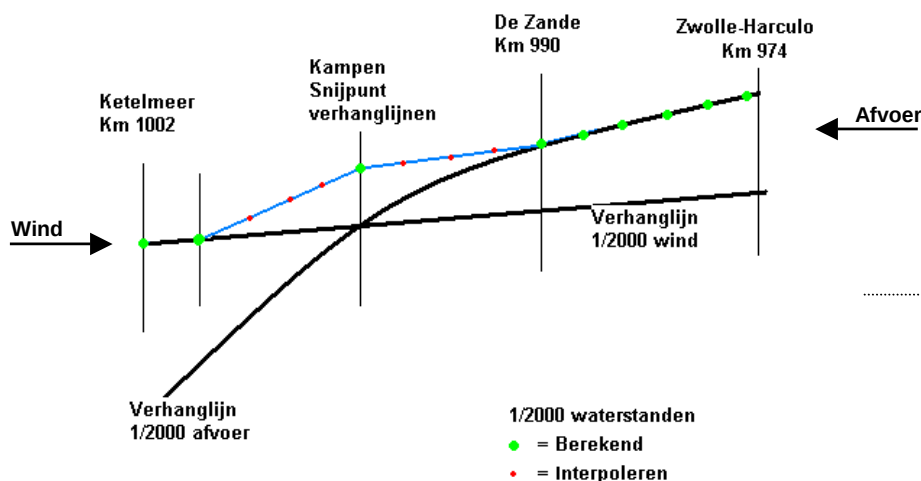
Opmerking:

De invloed van (IJssel)meerpeilen is aanzienlijk, zo blijkt uit de grafieken. Als zeespiegelstijging inderdaad naar verwachting zal ontwikkelen en het IJsselmeerpeil structureel omhoog gaat, kan dit dus grote gevolgen hebben voor ontwerpseisen van waterkeringen in het IJsseldeltagebied, zowel voor afvoer- als stormcondities!

Bepaling toetspeilen IJsseldelta

In het rapport 'Onderbouwing Hydraulische Randvoorwaarden 2001 voor de IJsseldelta' (RIZA rapport 2002.018) wordt de keuze van de toetspeilen voor de IJsseldelta onderbouwd en toegelicht. In het rapport komt de reeds geschetste problematiek rond afvoer- en stormcondities uitgebreid aan bod.

Om een beeld te krijgen van de toegepaste methode voor het bepalen van de toetspeilen wordt in het rapport verwezen naar een principeschets die hieronder ook is weergegeven. In de afbeelding zijn schematisch de verhanglijnen van de twee belastinggevallen getekend (zie ook 5.1.1). De groene punten zijn de toetspeilen die uiteindelijk zijn bepaald. De toetspeilen voor de IJsseldelta zijn opgenomen in [bijlage 6](#).



Schematische weergave verhanglijnen belastinggevallen 'Wind' en 'Afvoer' + berekende toetspeilen

Toelichting grafiek (bron: RIZA rapport 2002.018):

Benedenstrooms bij het Ketelmeer wordt het toetspeil vrijwel volledig bepaald door de verhanglijn van het belastinggeval Wind. Bovenstrooms van kmr 990 (DeZande) is naar verwachting uitsluitend het belastinggeval Afvoer bepalend voor de 1/2000 waterstand. Voor het tussenliggende traject tussen kmr 1002 en kmr 990 spelen zowel de wind als de afvoer, d.w.z. beide verhanglijnen, een rol bij de bepaling van de 1/2000 waterstand. Op dit traject is voor 1 markante locatie c.q. op het snijpunt van beide verhanglijnen, op grond van een statistische beschouwing, het toetspeil berekend. Voor de overige punten op het tussenliggende traject zijn de toetspeilen niet berekend, maar bepaald via visueel/grafische interpolatie.

Bijlage 4

Toetspeilen IJsseldelta

Paragraaf 2.1.1

Bron: Hydraulische Randvoorwaarden 2001

Bijlage 5

Effecten klimaatverandering op IJsseldelta

Paragraaf 2.1.3

Bron: Memo 'Hydraulische analyse en dijkontwerp' (DHV)

Rivierafvoer en stormcondities

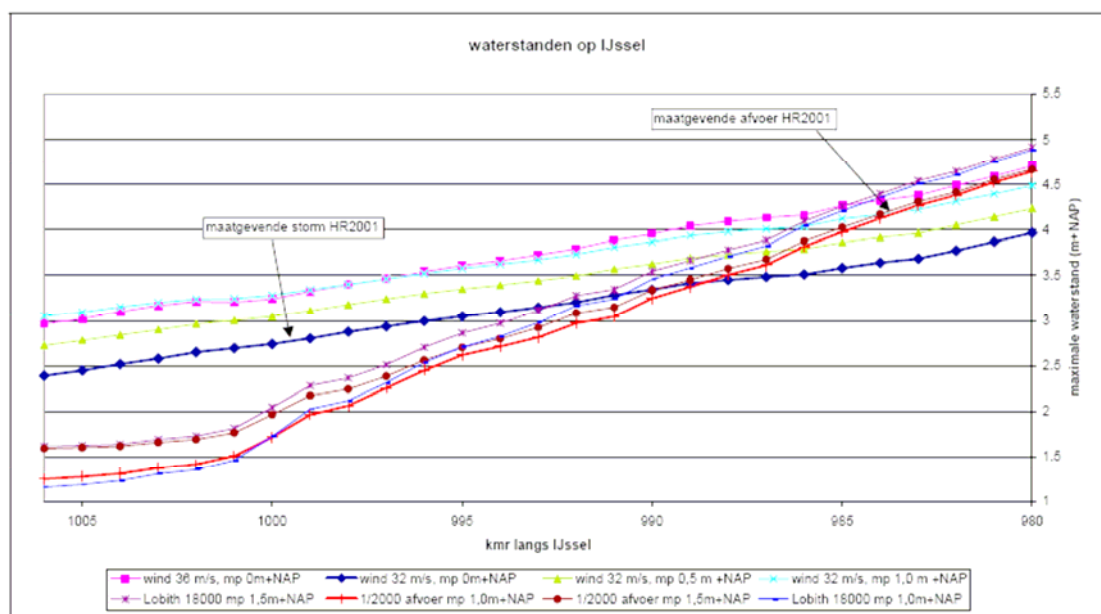
De IJsseldelta zal invloed ondervinden van klimaatveranderingen. Het is van belang dat de bypass ook op langere termijn voldoende veiligheid kan bieden. Er is echter nog een grote onzekerheid over de gevolgen van klimaatsverandering op de rivierafvoer, wind en het IJsselmeerpeil, en de relatie tussen deze parameters.

In de memo 'Hydraulische analyse en dijkontwerp' (DHV) wordt ingegaan op mogelijke gevolgen van klimaatverandering op de extreme rivierafvoeren en maatgevende stormcondities :

Om een indicatie te verkrijgen van de toekomstige hydraulische condities in de bypass is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor diverse randvoorwaarden. Daarbij is in overleg met het RIZA gevarieerd met de volgende parameters:

- rivierafvoer (12,5% toename afvoer van 16000 tot 18000 m³/s bij Lobith)
- meerpeil (variatie tussen 0 en 1,5 m +NAP)
- windsnelheid (10% toename)

Met de genoemde rekenwaardes zijn verschillende analyses uitgevoerd, waarvan resultaten zijn opgenomen in het rapport. Onderstaande grafiek geeft resultaten weer van verhanglijnen die in de IJssel op kunnen treden bij verschillende condities, waaronder toekomstige 'klimaatscenario's'.



Uit de grafiek blijkt dat in de toekomst er een maatgevende waterstandsverhoging van +/- 50 cm. te verwachten is als gevolg van hogere rivierafvoeren. De uitkomsten zijn echter indicatief vanwege de grote onzekerheden. Er wordt met deze verwachting in zoverre rekening gehouden dat bij het bepalen van de kerende hoogte van het kunstwerk een bepaalde stijging van de maatgevende hoogwaterstanden gedurende de planperiode wordt aangehouden. Richtlijnen daarvoor zijn opgenomen in de Leidraad Kunstwerken en worden ook toegepast op de inlaatconstructie voor de bypass.

Invloed zeespiegelrijzing - spuicapaciteit Afsluitdijk

Ook de invloed van zeespiegelrijzing zal op termijn van invloed zijn op de IJsseldelta. Het IJsselmeerpeil zal in de toekomst naar verwachting hoger moeten worden om goed te blijven functioneren. Spuicapaciteit is daarbij een beperkende factor vanaf ongeveer 2050, is de verwachting.

In de memo 'Hydraulische analyse en dijkontwerp' (DHV) wordt ingegaan op dit verschijnsel. Zie onderstaande toelichting.

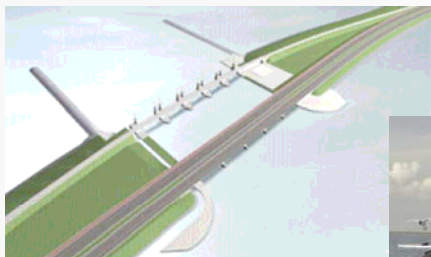
Toelichting RIZA (R. Slomp):

Tot 2050 is er geen effect van zeespiegelstijging door aanleg van de extra Spuisluizen. Na 2050 is het effect van zeespiegelrijzing 1 op 1. Klimaatverandering voor 100 jaar is te modelleren als 0,85 cm plus een effect voor de wind (10% windsnelheidstoename), dus ongeveer 1,25 m per eeuw. In de IJsseldelta wordt met 50% hiervan gerekend. De windtoename heeft ook invloed op de opwaaiing en de golven. Het effect op de opwaaiing is hier geïllustreerd door een verhoging van de maximum windsnelheid van 32 m/s naar 36 m/s.

In de toelichting wordt gerefereerd aan de aanleg van extra spuisluizen in de afsluitdijk. Onderstaand blok geeft enige informatie over dit project.

Nieuwe spuisluizen Afsluitdijk

Rijkswaterstaat ontwikkelt extra spuicapaciteit in de Afsluitdijk. Nu al is de spuicapaciteit van het IJsselmeer niet op alle momenten voldoende om het gewenste peil te handhaven. Klimaatverandering zal aan de Waddenzijde van de Afsluitdijk een stijgende zeespiegel veroorzaken. De aanvoer van water via de rivieren naar het IJsselmeer zal toenemen. Om voldoende bescherming tegen overstromingen en wateroverlast rond het IJsselmeer te garanderen, werkt Rijkswaterstaat aan extra spuicapaciteit. Bij de nieuwe spuisluizen zal ook een vispassage komen als invulling van de doelstellingen van het Rijnverdrag voor het noodzakelijke herstel van ecologische verbinding tussen de Waddenzee en het IJsselmeer. De vispassage zal het een aantal trekkende vissoorten makkelijker maken zich tussen zout en zoet water te verplaatsen.



Voorkeursvariant



Rijkswaterstaat zal de spuisluizen en de vispassage zo uitvoeren dat de functies daarvan goed samengaan met de vele andere functies van de Afsluitdijk en het IJsselmeergebied. De verwachting is dat de extra spuicapaciteit in 2013 gerealiseerd zal zijn.

Bron: ministerie V&W

Voor de IJssel betekent de zeespiegelrijzing in de toekomst dat er hogere meerpeilen worden aangehouden voor het Ketelmeer en IJsselmeer. Dit heeft een waterstandsverhogende invloed op de verhanglijnen in de rivier. Met name onder stormcondities kunnen waterstanden in de toekomst toenemen.

Uiteindelijk wordt in de memo de volgende conclusie getrokken met betrekking tot de gevolgen van de zeespiegelrijzing voor de IJsseldelta:

Door klimaatverandering verandert het karakter van het benedenstrooms deel van de IJssel. De zone die door stormgedomineerd is wordt groter, de grens tussen de storm- en afvoergedomineerde zone verschuift enkele kilometers naar bovenstrooms. Gezien de grote onzekerheid t.a.v. klimaatontwikkeling moeten de resultaten als indicatief worden beschouwd.

Voor het ontwerp van de inlaatconstructie zal het effect van toenemende waterstanden bij stormcondities worden meegenomen, uitgaande van toename van maatgevende waterstanden in de orde van enkele decimeters. Naar verwachting zijn *afvoercondities* echter nog meer maatgevend wat betreft de vereiste constructiehoogte (kerende hoogte).

Bijlage 6

Constructietypen

Paragraaf 2.2.1

Bron: Leidraad kunstwerken 2003 (TAW)

Constructietypen

Constructies met waterkerende functie zijn verdeeld in verschillende constructietypen. Dit omdat uit specifieke waterkerende functies ook weer specifieke taakstellende eisen voor sterkte en stabiliteit voortvloeien.

In de Leidraad Kunstwerken wordt onderscheid gemaakt tussen vier constructietypen.

Type I: constructies die volledig zelfstandig de waterkerende functie moeten vervullen;

Type II: constructies die in combinatie met een grondconstructie de waterkerende functie moeten vervullen;

Type III: constructies die na falen van een andere constructie de waterkerende functie moeten vervullen;

Type IV: constructies welke geen waterkerende functie hebben, maar bij falen de waterkering kunnen aantasten.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de indeling van veel voorkomende constructies.

Waterkerende kunstwerken	Constructietype			
	I	II	III	IV
- schutsluizen	•			
- stroomsluizen (spui-, inlaat- en doorlaatsluizen)	•			
- keersluizen	•			
- hoogwater- en stormvloedkeringen	•			
- coupures (dijkdoorsnijding, doorgang in dijk)	•	•		
Bijzondere waterkerende constructies				
- specifiek beweegbare keringen (roteerbare, verschuifbare, oppompbare of mobiele keringen)	•	•		
- kistdammen en diepwanden	•			
- cellen- en combiwanden	•			
- keermuren, -wanden en kadewanden	•			
- damwandschermen (stabiliteit-, erosie-, kwel-, en functiescheidende schermen)		•		
- palenwanden		•		
- keer- en dijkmuurtjes		•		
- gewapende grondconstructies		•		
Overige objecten (kokervormige constructies door de waterkering)				
- gemalen	•	•	•	•
- duikers			•	•
- pijpleidingen			•	•
- tunnels (zonder kanteldijken)			•	•

Tabel: indeling in constructietypen (bron: Leidraad Kunstwerken)

Afsluitmiddelen

Bij type I constructies komen vaak afsluitmiddelen voor. Deze zijn afhankelijk van de situatie gesloten, eventueel te openen op aanvraag, of in beginsel open en pas te sluiten bij sluitpeil of calamiteit.

Voor afsluitmiddelen spelen daarom niet alleen de eisen voor de sterkte een rol, maar ook de eisen voor de sluiting.

Bijlage 7

Overbelastingsbenadering

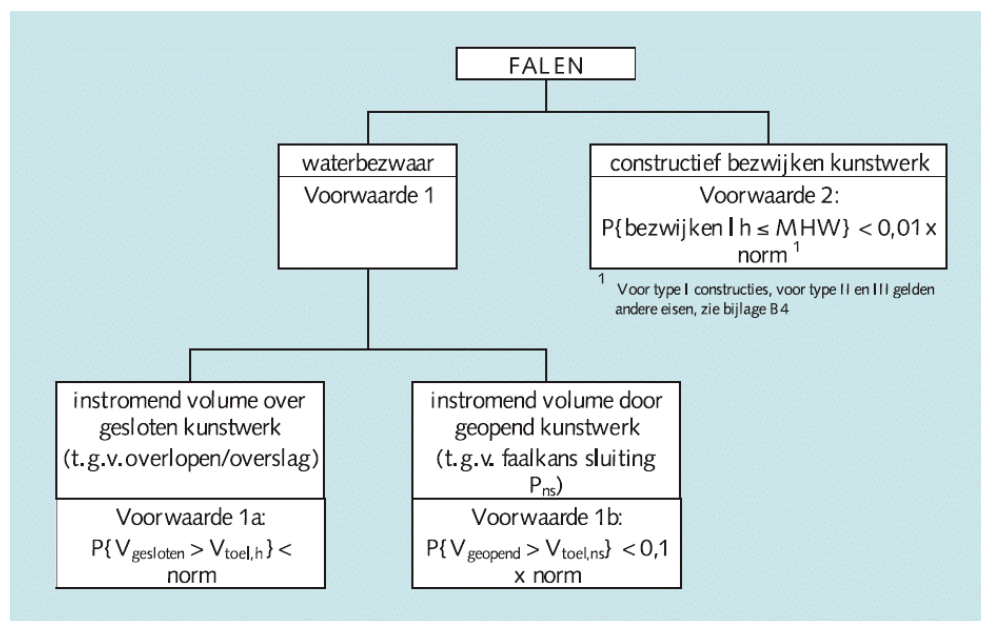
Paragraaf 2.3.1

Bron: Leidraad Kunstwerken 2003 (TAW)

Overbelastingsbenadering

Veiligheid voor 100% kunnen garanderen is in de praktijk onmogelijk. Wel is het mogelijk een bepaalde veiligheidsnorm te stellen, waarmee een bepaalde betrouwbaarheid kan worden geboden. In de Leidraad Kunstwerken wordt de zogenaamde overbelastingsbenadering toegepast, waarin faalkanseisen worden gesteld, gerelateerd aan de geldende veiligheidsnorm (volgens de Wet op de Waterkering). De eisen worden praktisch vertaald naar eisen ten aanzien van de kerende hoogte van de constructie, de betrouwbaarheid van het sluitwerk en de benodigde sterkte/stabiliteit.

De overbelastingsbenadering uit de Leidraad Kunstwerken is in onderstaand schema weergegeven en wordt nader toegelicht.



Schema overbelastingsbenadering (bron: Leidraad Kunstwerken)

Voorwaarde 1: waterbezwaar

Als water via het gesloten of geopende kunstwerk het binnenwatersysteem (bypass) instroomt, kan de hoeveelheid water zo groot worden dat binnenwaterkeringen dreigen over te lopen en/of te bezwijken. Dan ontstaat er een waterbezwaar als gevolg van falen van het kunstwerk. Er zijn twee faalmechanismen die op kunnen treden:

- 1a Overlopen/overslag, waardoor er een overschrijding van het toelaatbaar instromend volume optreedt over de *gesloten* kering. De kans dat dit faalmechanisme optreedt moet kleiner zijn dan de veiligheidsnorm (normfrequentie: bijvoorbeeld 1/2.000 jaar). Deze eis wordt praktisch vertaald naar een eis voor de minimale kerende hoogte.
- 1b Falen van sluiting van het kunstwerk, waardoor er een overschrijding van het toelaatbaar instromend volume optreedt over de *geopende* kering. De kans dat dit faalmechanisme optreedt moet kleiner zijn dan 0,1 x de veiligheidsnorm, dus een factor 10 kleinere kans. Deze faalkanseis wordt praktisch vertaald naar een ontwerpwaterstand, het open keerpeil (OKP¹) in samenhang met een maximaal toelaatbare kans op falen van de sluiting.

Een opvallend verschil tussen de controle van de waterkerende veiligheid van het *gesloten* kunstwerk en de controle van de waterkerende veiligheid van het *geopende* kunstwerk is de volgorde van redeneren. De minimaal vereiste kerende hoogte van het gesloten kunstwerk wordt bepaald uitgaande van de maatgevende hoogwaterstand (MHW). Bij het geopende kunstwerk vormt de *geometrie van het*

¹ OKP = het open keerpeil, gedefinieerd als de buitenwaterstand waarbij nog juist geen ontoelaatbaar volume buitenwater via het geopende kunstwerk naar binnen stroomt.

geopende kunstwerk het startpunt van de controle en wordt het open keerpeil op basis daarvan bepaald als de ontwerpwaterstand voor het geopende kunstwerk.

Voorwaarde 2: Constructief bezwijken kunstwerk

De gevolgen van constructief bezwijken van een kunstwerk zullen vaak groter zijn dan wanneer het kunstwerk faalt maar wel in tact blijft. Ontgronding door erosie is daarbij een belangrijke oorzaak die kan leiden tot een sterk verergerde situatie. Om die reden is de veiligheidseis voor deze voorwaarde extra hoog gesteld. De kans op bezwijken van het kunstwerk, gegeven de normomstandigheden, dient kleiner te zijn dan 0,01 maal de normfrequentie. Deze eis wordt praktisch vertaald naar eisen met betrekking op de dimensionering van de constructieonderdelen.

Toepassing veiligheidsbenadering op situatie IJsseldelta

De hierboven omschreven overbelastingsbenadering is niet letter voor letter toe te passen op de situatie in de IJsseldelta. De volgende oorzaken zijn daarvoor aan te wijzen:

- De inlaatconstructie van de bypass heeft zowel een kerende als watervoerende functie, afhankelijk van de situatie. Bij storm dient de inlaat water te keren (gesloten toestand), bij hoogwater moet de inlaat functioneel worden en een debiet verwerken.
- Het gevolg van falen van het sluitwerk van de inlaat is niet zozeer waterbezwaar in de bypass, maar eerder waterbezwaar in gebieden die langs de IJssel liggen en kunnen inunderen als gevolg van hoge waterstanden.
- Een derde punt is de afweging welke eisen voor overlopen/overslag moeten worden aangehouden. Bij stormcondities mag de bypass niet (volledig) vollopen. Dan geldt een waterkerende veiligheidseis. Enige golfoverslag zal geen probleem zijn. De waterkerende veiligheidseis onder MHW condities is echter zwaarder, maar dan zal de inlaatconstructie in principe functioneel zijn. De vraag is wat gewenst is indien de openingsprocedure faalt. Twee situaties kunnen optreden, afhankelijk van het gekozen uitgangspunt:
 1. Kerende hoogte gerelateerd aan stormcondities. → De constructie is gedimensioneerd om onder stormcondities water te keren en onder MHW condities een debiet in de bypass te geven. Onder MHW condities i.c.m. een falend afsluitmiddel zal de ongewenst gesloten kering alsnog enigszins overlopen.
 2. Kerende hoogte gerelateerd aan MHW condities. → De constructie is gedimensioneerd om onder stormcondities water te keren en onder MHW condities een debiet in de bypass te geven. De ongewenst gesloten kering kan de maatgevende waterstanden keren, er vindt geen instromend debiet in de bypass plaats.

Situatie 2 vereist een robuuster ontwerp, waardoor de inlaat alleen op de 'juiste' wijze zal kunnen functioneren. De kerende hoogte van het kunstwerk wordt daardoor wel hoger (ongunstig voor kosten en evt. landschapsinpassing). Toch lijkt dit de meest verantwoorde oplossing.

Voor de inlaatconstructie zijn de voorwaarden van de veiligheidsbenadering vertaald naar aanvullende waterkerende eisen, als aanvulling op eis 1,2 en 3 (zie par. 2.2). Deze zijn hieronder weergegeven, met daarbij een toelichting op de formulering en uitleg van de wijze van toetsen.

Aanvulling eis 1

De kans dat er ontoelaatbaar hoge waterstanden in de IJssel optreden ten gevolge van falen van het afsluitmiddel van de waterkering dient kleiner te zijn dan 1/20.000 jaar.

Toelichting: voorwaarde 1b van de overbelastingsbenadering:

$P_{fa} = P\{V_{open} > V_{toel} < 0,1 \times \text{norm} \rightarrow \text{norm IJsseldelta is } 1/2000 \text{ jaar, waaruit volgt dat de faalkans kleiner moet zijn dan } 0,1 \times 1/2000 = 1/20.000 \text{ jaar.}$

Dit stelt eisen aan de maximaal toelaatbare **kans op falen** van het sluitwerk. Het **open keerpeil** (OKP) moet worden bepaald om het gewenst debiet op te kunnen laten treden (met een bepaalde openingsfrequentie).

Aanvulling eis 2

De kans dat er een ontoelaatbaar groot instromend volume over de gesloten kering optreedt als gevolg van overlopen/overslag dient kleiner te zijn dan de normfrequentie (1/2000 jaar voor de IJsseldelta).

Toelichting: voorwaarde 1a van de overbelastingsbenadering:

$P(V_{\text{gesloten}} > V_{\text{toel,h}}) < \text{norm} \rightarrow \text{norm IJsseldelta is } 1/2000 \text{ jaar}$

Dit stelt eisen aan de **kerende hoogte** van de constructie. Voor het bepalen van de kerende hoogte zijn niet stormcondities maar maatgevende afvoercondities maatgevend. Het is namelijk in geen geval gewenst dat er water de bypass instroomt over de gesloten kering. De situatie van maatgevende afvoer i.c.m. een falend afsluitmiddel is dan maatgevend.

Aanvulling eis 3

De kans dat het kunstwerk constructief bezwijkt bij waterstanden gelijk of kleiner dan de maatgevende hoogwaterstanden (evt. i.c.m. falend afsluitmiddel) dient kleiner te zijn dan 1/200.000 jaar.

Toelichting: voorwaarde 2 van de overbelastingsbenadering:

$P\{\text{bezwijken} \mid h \leq \text{MHW}\} < 0,01 \times \text{norm} \rightarrow \text{norm IJsseldelta is } 1/2000 \text{ jaar,}$
 waaruit volgt dat de kans op bezwijken kleiner moet zijn dan $0,01 \times 1/2000 = 1/200.000 \text{ jaar}$.

Dit stelt eisen aan de benodigde sterkte en stabiliteit van de constructie als geheel.

Bovenstaande eisen zijn dus afgeleid van de voorwaarden die in de Leidraad Kunstwerken worden genoemd. Vanwege de afwijkende situatie zijn de eisen vertaald naar de situatie van de bypass in de IJsseldelta. De eisen voor kerende hoogte, het open keerpeil en stabiliteitseisen worden in hoofdstuk 5 en 6 uitgewerkt en toegepast op de inlaatconstructie.

Bijlage 8

Toelichting op- en relativering van keuze voor gebruiksfrequentie inlaatconstructie

Paragraaf 2.5.2

Bron: Memo 'Hydraulische analyse en dijkontwerp' (DHV)

Openingsfrequentie

De minimale openingsfrequentie van de inlaat dient te worden afgeleid van de taakstellende eis (maximale waterstand bij de inlaat van 3,0 m. +NAP). De kans dat deze waterstand zich voordoet is dan bepalend voor de openingsfrequentie van het kunstwerk. Van tevoren is echter vaak moeilijk te voorspellen welke waterstanden zullen optreden en wat de bijbehorende normfrequentie is.

Daarbij is er veel onzekerheid en schijnnaauwkeurigheid bij het werken met overschrijdingsfrequenties. Waterstanden bij verschillende overschrijdingskansen verschillen soms maar weinig. Onderstaande tabel illustreert dit verschijnsel:

Betrekkingslijnen IJssel 2001.1 - i.c.m. afvoergegevens IJssel en bijbehorende overschrijdingsfrequenties							
Afvoer Bovenrijn	Afvoer IJssel	Verwachte Overschrijdingsfrequentie	Waterstanden langs IJssel				
			Lobith	IJsselkop	Olst	Katerveer	Kampen
M3/s	m3/s	1/...jaar	862,2	878,5	957,1	980,8	994,5
5675	851	ongeveer 1x per jaar	13,5	11,7	4,6	2,4	0,8
8950	1343	ongeveer 1x per 10 jaar	15,5	13,2	5,5	3,2	1,5
11415	1712	ongeveer 1x per 50 jaar	16,5	13,9	5,9	3,7	2,0
13005	1951	ongeveer 1x per 100 jaar	17,0	14,2	6,2	4,0	2,3
14640	2196	ongeveer 1x per 250 jaar	17,5	14,6	6,5	4,3	2,6
14640	2196	ongeveer 1x per 500 jaar	17,5	14,6	6,5	4,3	2,6
15685	2353	ongeveer 1x per 1000 jaar	17,8	14,8	6,7	4,5	2,8
16000	2400	ongeveer 1x per 1250 jaar	17,9	14,9	6,8	4,5	2,9

M.b.v.:

Afvoerdeling Rijntakken 2000.1

Betr.lijnen IJssel 2001.1

Samengestelde tabel, bronnen Rijkswaterstaat

Toelichting tabel

De tabel is afgeleid van informatie, verstrekt door Rijkswaterstaat ('Betrekkingslijnen IJssel 2001.1') De inhoud van cursief gedrukte kolommen betreft afgeleide data uit een andere bestaande tabel ('werklijn Rijn te Lobith bij MHW16000'). In de tabel wordt zichtbaar gemaakt hoe bepaalde waterstanden op kunnen treden bij verschillende afvoercondities. Het blijkt dat optredende waterstanden in de kansgebieden 1/250 en 1/500 zo weinig van elkaar verschillen dat er geen onderscheid is te maken in bijbehorende waterstanden (volgens de beschikbare gegevens).

→ Voor het formuleren van veiligheidseisen betekent dit dat een theoretische verdubbeling (of halvering!) van de overschrijdingskansen weinig tot geen gevolgen heeft voor ontwerpparameters.

→ Voor het bepalen van eisen voor beheer&onderhoud betekent dit dat er rekening gehouden moet worden met mogelijk andere optredende gebruiksfrequenties (met eventueel bijkomende kosten voor herstelwerkzaamheden) dan verwacht.

→ Verder blijkt uit de tabel dat er nabij Kampen slechts een waterstandsverschil van +/- 0,5 meter is tussen optredende afvoeren van eens per 100 jaar tot eens per 1250 jaar. Met name bij minder goed regelbare inlaatconstructies kan dit betekenen dat de gebruiksfrequentie groter is dan gewenst.

Opmerking bij tabel: de waterstand bij Kampen onder MHW condities (16000 m3/s) is lager (2,9 m + NAP) dan het toetspeil in de HR2001 (3,2 m + NAP). Dit is te verklaren door het feit dat in het toetspeil ook laterale toestroming is opgenomen (water uit kreken e.d.) en de veiligheid vertaald is naar een normfrequentie van 1/2000 jaar.

Kleine wijzigingen kunnen dus grote gevolgen hebben voor de gebruiksfrequentie (en daarmee samenhangende kosten) en/of het geboden veiligheidsniveau.

In het bestaande ontwerp van de inlaatconstructie is uitgegaan van een herhalingstijd van eens per 500 jaar. Het geeft een indicatie van de verwachte openingsfrequentie. Het is een keuze die deels ook op beleidsmatige gronden kan worden gemaakt. Ter informatie zijn twee alternatieve keuzes toegelicht:

1) Het kan gewenst zijn om de bypass 1 keer per jaar te gebruiken. Daarmee kan het inlaatwerk jaarlijks worden getest. Bevolking en overheden blijven zich bewust van de dreiging van het water, de procedures worden jaarlijks herhaald en de bypass krijgt een stukje extra dynamiek. Wel dient het inlaatwerk zo te worden gedimensioneerd dat er overstroming kan plaatsvinden bij een afvoer die eens per jaar voorkomt. Tegelijkertijd zijn storminvloeden van toepassing, waardoor het inlaatwerk wel voldoende kerende hoogte moet hebben voor waterstanden die kunnen optreden als gevolg van opwaaiing.

2) Een tweede uitgangspunt kan de gedachte zijn dat de bypass een laatste redmiddel is. Alleen als het zeker is dat maatgevende situaties (IJsseldelta: 1/2000 jaar) zullen gaan optreden, wordt de bypass ingezet. Aangezien de kans dat deze situatie zich voordoet erg klein is, kan de bypass voor veel nevendoeleinden worden gebruikt. Gevolg voor de inlaatconstructie is dat deze alleen bij maatgevende omstandigheden moet functioneren. De kans op falen van menselijk handelen neemt hierdoor wellicht toe, en het nut en de noodzaak van de bypass lijkt voor de omgeving wat minder groot. Wel wordt het relatief vervuild IJsselwater op deze manier zo veel mogelijk buiten de bypass en randmeren gehouden.

De twee scenario's illustreren de afwegingen die moeten worden gemaakt. Er is niet 1 oplossing die voldoet. De voorlopige aanname van een openingsfrequentie van 1/500 jaar is dan ook niet meer dan een indicatie.

Bijlage 9

Toelichting beoordelingen multicriteria analyse principevarianten

Paragraaf 3.1.1

Toelichting beoordeling principevarianten

Drie principevarianten voor de inlaatconstructie zijn in de multicriteria analyse beoordeeld. Per criterium is een cijfer toegekend, gewogen door middel van een weegfactor. In deze bijlage zijn de beoordelingen in grote lijnen toegelicht. Per functie worden de beoordelingen voor de drie principes toegelicht.

Waterkeren – toelichting beoordeling

- De drempel is goed in staat onder maatgevende afvoercondities te functioneren. De kerende hoogte van de drempel zal te laag zijn om onder stormcondities water te keren. Dit zal als gevolg hebben dat de bypass ongewenst inundeert.
- De bresdijk zal maatgevende waterstanden naar verwachting goed kunnen keren. Echter op het moment van functioneren kunnen er problemen ontstaan. Er is weinig controle over het optredend debiet.
- De reguleerbare variant kan zich instellen op de optredende waterstanden. De functie waterkeren kan dan goed worden vervuld onder verschillende condities.

LNC waarden – toelichting beoordeling

- De drempel zal is naar verwachting landschappelijk goed in te passen en op dijkniveau natuurvriendelijk zijn. Doordat de drempel niet te openen of te sluiten is zal de invloed op het achterland (als het gaat om benodigde dijkhoogtes) beperkt zijn. Dat drukt de beoordeling;
- De bresdijk zal door de weinige aanpassingen de natuur niet schaden en landschappelijk goed in te passen zijn. Door het tijdelijk karakter van deze 'constructie' is het realiseren van faunapassages m.b.t. de Ecologische Hoofdstructuur w.s. niet mogelijk. Verder kan de dijk de veiligheid van het achterland niet garanderen door de ongecontroleerde werking, waardoor dijken in het achterland een hoog veiligheidsniveau moeten kunnen garanderen.
- De reguleerbare inlaat bevat vaak veel constructieve elementen, wat de landschappelijke inpassing meestal niet ten goede komt. Het realiseren van faunapassages is bij deze variant vaak goed mogelijk. De waterstanden in het achterland zijn te controleren, wat de benodigde dijkversterkingprogramma's beperkt. Dat is gunstig.

Waterbeheer – toelichting beoordeling

- De drempel geeft nauwelijks controlemogelijkheden voor openen- of sluiten, aangezien een vast (open) kruinpeil aanwezig is. Dit beperkt de flexibiliteit. De betrouwbaarheid van de constructie is hoog; onder maatgevende omstandigheden zal de drempel 'vanzelf' als inlaat gaan functioneren.
- De bresdijk geeft enige controle over het wel of niet openen. Bij inunderen is echter weinig controle over het instromend debiet. Er zullen zeer grote herstelwerkzaamheden nodig zijn na functioneren. De betrouwbaarheid op zich is goed gewaarborgd maar faalkansen zijn groot.
- De reguleerbare inlaat kent over het algemeen een grote flexibiliteit en controleerbaarheid. De betrouwbaarheid van deze constructies is ten opzichte van de drempel en bresdijk kleiner, omdat de bedrijfszekerheid van meer factoren afhangt.

Infrastructuur – toelichting beoordeling

- De drempel kan onder normale omstandigheden een verkeersfunctie vervullen. Indien deze functie ook vervuld moet worden tijdens functioneren zal een verhoogde rijbaan benodigd zijn.
- De bresdijk zal op het moment van de maatgevende waterstand geen verkeer kunnen doorlaten. Ook tijdens herstelwerkzaamheden zal het verkeer langere tijd gestremd zijn.

- De reguleerbare inlaat zal naar verwachting goede mogelijkheden hebben tot integratie van een verkeersfunctie, zowel onder normale als maatgevende condities.

Kosten – toelichting beoordeling

- De drempel zal weinig onderhoud vragen. Echter zullen bij de stichting wel enkele maatregelen moeten worden genomen. Zoals ontgraven naar de gewenste hoogte, talusbekledingen en het feit dat er wellicht een verhoogde rijbaan moeten komen.
 - De bresdijk zal bij de realisatie weinig hoeven worden aangepast. Beheer en onderhoud zullen ook geen hoge kosten met zich meebrengen. Herstelkosten zijn wel van belang, met name als de gebruiksfrequentie toeneemt.
 - De reguleerbare inlaat zal vanwege de aanwezige beweegbare onderdelen relatief veel onderhoud vragen. Ook zullen de realisatie kosten naar verwachting (veel) hoger zijn dan de twee andere beschouwde varianten.
-

Bijlage 10

Toelichting beoordelingen multicriteria analyse ontwerpvarianten

Paragraaf 4.3.1

Toelichting beoordeling ontwerpvarianten

Vier ontwerpvarianten voor de inlaatconstructie zijn in de multicriteria analyse beoordeeld. Per criterium is een cijfer toegekend, gewogen door middel van een weegfactor. In deze bijlage zijn de beoordelingen in grote lijnen toegelicht. Per functie worden de beoordelingen voor de vier varianten toegelicht.

Waterkeren – toelichting beoordeling

- De Poirée stuw scoort minder hoog op het gebied van waterkeren in gesloten toestand, vanwege onzekerheid over waterdichtheid en wellicht grotere risico's op bezwijken van (delen) van de constructie. Bij geopende toestand is vrije doorstroom van water mogelijk. Dat geeft een hoge beoordeling.
- De verborgen inlaat scoort minder hoog vanwege de samenwerking van de constructie met grondlichamen, wat meer onzekerheden met zich meebrengt.

LNC-waarden – toelichting beoordeling

- Het hefdeurprincipe scoort laag wat betreft landschappelijke inpassing. De constructie vraagt veel ruimte, vooral in de hoogte (heftorens).
- De verborgen inlaat scoort hoog wat betreft landschappelijke inpassing vanwege het uit het zicht gesitueerde kunstwerk.

Waterbeheer – toelichting beoordeling

- Het hefdeurprincipe en de horizontale deur kunnen volledig afhankelijk van keuzes in het beheer worden bediend. Dat geeft een hoge beoordeling. Door de relatief complexe open- en sluitingsprocedure van de poirée scoort deze minder hoog.
- De verborgen inlaat behoort tot de categorie 'reguleerbare constructie', aangezien er controle is over het moment van openen/sluiten en het optredend debiet enigszins te beïnvloeden is. Toch is vanwege de bestaande onzekerheden op het gebied van controle over openen en sluiten de beoordeling laag gehouden. De '1' geeft daarbij vooral aan dat dit een belangrijk minpunt kan zijn, maar daar is dus nog verder onderzoek voor nodig.

Infrastructuur – toelichting beoordeling

- De poirée stuw scoort laag omdat een eventuele verkeersweg niet direct te combineren is met de waterkering. Daarvoor zal een aparte brugconstructie nodig zijn, of de jukken moeten robuuster en vast worden uitgevoerd om als fundering te kunnen dienen.
- De verborgen inlaat scoort hoog omdat de bestaande situatie weinig tot niet verandert en de verkeersfunctie behouden blijft.

Kosten – toelichting beoordeling

- Het hefdeurprincipe en de horizontale deur zijn constructies die relatief hoge realisatiekosten vereisen. Ook onderhoud is bij deze constructies van niet te onderschatten belang.
- De poirée stuw scoort gemiddeld. Realisatiekosten zullen minder zijn ten opzichte van de hefdeur/hor. deur, de onderhoudskosten zullen naar verwachting relatief hoog zijn. De relatief lichte constructie geeft vraagtekens bij het criterium duurzaamheid.
- De verborgen inlaat scoort op kostengebied goed ten opzichte van de andere principes. Niet alleen realisatiekosten, maar ook kosten voor onderhoud lijken minder hoog. De relatief eenvoudige constructie kan duurzaam worden uitgevoerd. Herstelkosten na functioneren zijn weliswaar een extra post voor de verborgen inlaat, maar vanwege de lage gebruiksfrequentie is dit niet zwaar meegewogen.

Bijlage 11

Bijdragen kerende hoogte

Paragraaf 5.1

Golfoverslaghoogte

De golfoverslaghoogte is onderdeel van de benodigde 'kruinhoogte' van de constructie, gerelateerd aan de gestelde eis voor het overslagdebiet. Met de volgende formule is de toeslag op de kerende hoogte als gevolg van golfoverslag te bepalen (uitgaande van een verticale wand):

$$h_{kr} = - \frac{1}{3} y_B y_n H_s \ln[q / (0,13 \sqrt{g} H_s^3)]$$

met: q = gemiddeld overslagdebiet [m³/s per strekkende m breedte]
 g = versnelling van de zwaartekracht [m/s²]
 H_s = significante inkomende golfhoogte vlak voor de constructie [m]
 h_{kr} = hoogte van de kruin boven de stilwaterstand [m]
 y_B = invloedsfactor voor scheve golfaanval
 y_n = invloedsfactor voor een neus bovenaan de constructie

Berekening:

- Het gemiddeld overslagdebiet $q = 1 \text{ l/s/m} = 0,001 \text{ m}^3/\text{s/m}^1$
- $g = 9,8 \text{ m/s}^2$
- Voor de berekening van de inkomende golfhoogte H_s zijn de formules van Bretschneider gebruikt via een bestaande excel berekening. Op basis van de windsnelheid, waterdiepte en strijklengte is de inkomende golfhoogte berekend. Uitgaande van een strijklengte van 100 meter (niet groot in een rivier), een waterdiepte van 4 meter en een windsnelheid van 20 m/s (herh. tijd 1/10 jaar), bleek een golfhoogte van 0,2 meter op te treden. Deze uitkomst is weliswaar indicatief, maar voldoende nauwkeurig om te gebruiken voor deze situatie.
- Voor y_B wordt een factor 1 aangehouden (uitgaande van golfaanval $\leq 20^\circ$).
- Uitgaande van afwezigheid van een neusconstructie is voor y_n de waarde 1 aangehouden.

Invullen geeft:

$$h_{kr} = -1/3 * 1 * 1 * 0,2 * \ln [0,001 / (0,13 \sqrt{9,8 * 0,2^3})] = 0,24 \text{ m.}$$

In de Leidraad Kunstwerken wordt een minimum gesteld aan de waakhoogte, waar de golfoverslaghoogte toe behoort. Dit minimum bedraagt **0,30 meter**. De aan te houden bijdrage t.g.v. golfoverslag is deze minimum eis.

Hoogwaterstijging over de planperiode

In het functioneel programma van eisen is gesteld dat de inlaatconstructie een levensduur moet hebben van tenminste 100 jaar. In deze periode zullen maatgevende hoogwaterstanden naar verwachting stijgen. In een memo van DHV ('Hydraulische analyse en dijkontwerp') wordt ingegaan op deze stijging:

'Uit indicatieve berekeningen blijkt dat over een periode van 50 jaar rekening gehouden dient te worden met een stijging van de maatgevende waterstanden met ca. 50 cm. (...) Voor een periode van 100 jaar wordt aangenomen dat met een verdere stijging van de maatgevende waterstanden rekening gehouden dient te worden van nogmaals 50 cm.'

Volgens de memo moet voor 100 jaar dus met een MHW stijging van 1 meter rekening te worden gehouden. Uit onderstaand nieuwsbericht blijkt maar weer hoe onzeker deze voorspellingen kunnen zijn, aangezien menselijk ingrijpen grote gevolgen kan hebben voor (plaatselijke) omstandigheden.

BILTHOVEN (ANP) - Nederland moet de Rijn afbuigen naar de Zeeuwse delta en/of de IJssel naar het IJsselmeer. Alle woningbouwplannen moeten onderworpen worden aan een klimaattoets. Dit staat in een advies van het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) over de gevolgen voor Nederland van klimaatverandering.

Het advies lekte donderdag uit vooruitlopend op de publicatie van het tweede VN-klimaatrapport waaraan in Brussel momenteel de laatste hand wordt gelegd.

Het planbureau stelt dat voor Nederland de grootste opgave ligt bij de afvoer van rivieren en niet bij de kust. Met de huidige kustbescherming is een zeespiegelstijging tot 1,5 meter bij te houden.

Bron: BNR nieuwsradio, 6 april 2007

Bui-oscillaties, buistoten en seiches

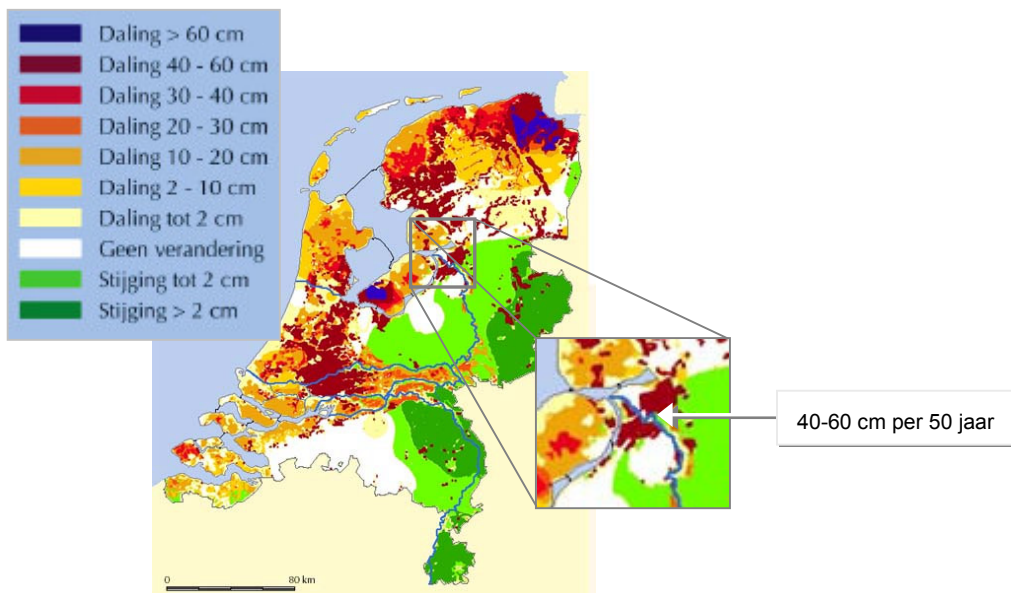
De bijdrage aan kerende hoogte door waterstandsverschillen als gevolg van buistoten e.d. is ter plaatse van de inlaatconstructie te verwaarlozen. De oorzaken die ten grondslag liggen aan deze optredende waterstandsverschillen lijken niet van toepassing in het gebied van de bypass. In onderstaande tekst wordt een toelichting gegeven op het verschijnsel.

Seiches worden veroorzaakt door geringe waterstandsfluctuaties buiten op zee. Frequenties van deze fluctuaties die overeenkomen met één van de eigen frequenties van het havenbekken veroorzaken opslingering in dat bekken. Het systeem werkt als het ware als een orgelpijp die de luchtrillingen in één frequentie versterkt en aldus een toon geeft (de grondtoon) met een toonhoogte behorende bij de lengte van de pijp. De mechanismen die de waterstandsfluctuaties buiten op zee veroorzaken en die uiteindelijk de seiches opwekken zijn wind- en luchtdrukfluctuaties (bui-oscillaties), overkomende luchtdrukfronten (buistoten) en overdracht van energie van windgolven naar lage frequenties.

(bron: www.trendsinfo.nl , ministerie V&W)

Bodemdaling over de planperiode

Bodemdaling in Nederland heeft verschillende oorzaken. Grondwateronttrekking is een belangrijke factor, maar ook aardgaswinning (rond Groningen) speelt een rol. Vaak wordt een bodemdaling in de orde van 1 cm per jaar aangehouden, zeker ook voor dijken en kades. Voor een planperiode van 100 jaar betekent dit een bodemdaling van een meter, dat is niet gering.



De verwachte daling en stijging van het oppervlak van Nederland voor het jaar 2050 ten opzichte van de huidige situatie (bron: Rijkswaterstaat, NAM)

Bovenstaande afbeelding bevestigt de aannames voor bodemdaling in de planperiode. Ook in de IJsseldelta wordt voor 2050 zo'n 50 cm. bodemdaling verwacht volgens Rijkswaterstaat. Uitgaande van rechtlijnige interpolatie betekent dit een bodemdaling van 1 meter in 100 jaar.

Kruindaling door zetting van de ondergrond

Zetting van de ondergrond is een niet te onderschatten verschijnsel. Wel zal de mate van zetting sterk afhangen van fundatietechnieken voor de inlaatconstructie. Indien op staal (zonder palen) wordt gefundeerd zal de verwachte zetting (afhankelijk van de grondopbouw) een grotere invloed hebben op de vereiste kerende hoogte dan wanneer op palen wordt gefundeerd. De verwachte primaire en secundaire zetting is zeer afhankelijk van allerlei omgevingsfactoren, met name de plaatselijke grondopbouw. Een goede aanname doen over de verwachte zetting is op basis van schattingen daarom te grof. Wel dient hier rekening mee te worden gehouden bij realisatie. Met name de primaire zetting is daarbij van belang.

Bijlage 12

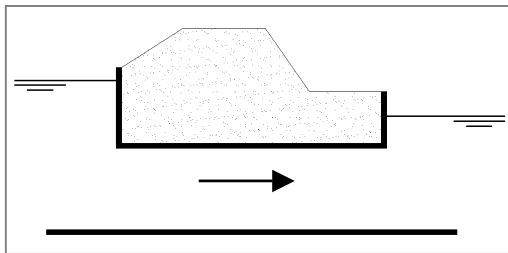
Berekening overlaat- en kokerprincipe

Paragraaf 5.3

Berekening dimensies kunstwerk - kokerprincipe

Uitgangspunten:

- Optredend debiet onder MHW condities: 700 m³/s
- Waterstand benedenstrooms van inlaat: 2,7 m. +NAP¹
- Maximale waterstand buiten kunstwerk: 3,0 m + NAP (Open Keerpeil)
- Bodem en o.k. kunstwerk: 0,0 m t.o.v. NAP
- Lengte kunstwerk: 20 m.
- $\zeta_i = 0,444$ (contractiecoëfficiënt kunstwerk: 0,6 - t.b.v. intredevlies)
- $\zeta_{w} = 0,145$ (wrijvingsfactor, $\lambda=0,022$ - aanname)
- $\zeta_u = 0,6$ (t.b.v. uittredevlies, aanname)
- $\zeta_{\text{tot}} = \text{de som van verliescoëfficiënten} = 1,19$



Kokerprincipe

Het energieverlies dat optreedt over het kunstwerk is als volgt berekend:

Formule $q_v = m \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot \Delta H_{\text{tot}}}$ *Bron: zie voetnoot²*

met:

- q_v = afvoer kunstwerk [m³/s]
- ζ_{tot} = de som van verliescoëfficiënten
- $m = 1 / \sqrt{\zeta_{\text{tot}}}$ (de afvoercoëfficiënt)
- A = de natte doorsnede van het kunstwerk [m²]
- ΔH_{tot} = het verval over de constructie [m]
- $g = 10 \text{ m/s}^2$

invoer:

- 700 m³/s (uitgangspunt)
- 1,19
- 0,92
- ?
- ?
- 10 m/s²

invullen geeft: $700 = 0,92 \cdot A \cdot \sqrt{20 \cdot \Delta H_{\text{tot}}}$

Het verhang mag niet groter worden dan 0,3 meter (uitgangspunt: benedenstroomse waterstand 2,7 m. +NAP). Iteratief wordt bepaald welk doorstroomoppervlak benodigd is voor het optredend debet:

$A = 200 \text{ m}^2 \rightarrow \Delta H_{\text{tot}} = 0,71 \text{ m. } \odot$

$A = 300 \text{ m}^2 \rightarrow \Delta H_{\text{tot}} = 0,32 \text{ m. } --$

$A = 350 \text{ m}^2 \rightarrow \Delta H_{\text{tot}} = 0,24 \text{ m. } \odot$

→ een doorstroomoppervlak van **310 m²** blijkt uiteindelijk voldoende bij een maximaal verval van 0,30 m.

De hoogte van het kunstwerk is eenvoudig af te leiden van de gekozen breedte van 200 m¹..

$A = 310 \text{ m}^2$

$b = 200 \text{ m.}$

→ **$h = 1,6 \text{ m.}$** *Dit betreft de (inwendige) hoogte van de duiker.*

Uit het debiet en gekozen doorstroomoppervlak kan een indicatie van de optredende stroomsnelheid worden gegeven:

¹ Afgeleid van resultaten Technische scope IJsseldelta (DHV)

² Boek: 'Toegepaste Vloeistofmechanica', ir. Nortier en de Koning (1996)

Formule $v = Q / A$

Invullen geeft: $v = 700/310$

→ $v = 2,3 \text{ m/s}$ *Deze stroomsnelheid treedt op in het kunstwerk.*

De stroomsnelheden dienen beneden bepaalde grenzen te blijven, ervan uitgaande dat schietend water ongewenst is. Om te controleren of schietend water optreedt dient de kritische hoogte en de kritische snelheid uitgerekend te worden. De kritische hoogte (waarbij stromend water naar schietend water gaat) is met de volgende formule berekend:

Formule $h_c = \sqrt[3]{q_v^2 / g \cdot b^2}$ *Bron: zie voetnoot³*

invullen geeft: $h_c = \sqrt[3]{700^2 / 10 \cdot 200^2}$

→ $h_c = 1,07 \text{ m.}$

De kritische snelheid (waarbij stromend water naar schietend water gaat) is met de volgende formule berekend:

Formule $v_c = \sqrt{g \cdot h_c}$ *Bron: zie voetnoot³*

invullen geeft: $v_c = \sqrt{10 \cdot 1,07}$

→ $v_c = 3,27 \text{ m/s}$ $v < v_c$, dus schietend water zal niet optreden

Uitgaande van een waterdiepte nabij de inlaat in de bypass van 2,5 meter kan indicatief de optredende snelheid in de bypass worden bepaald:

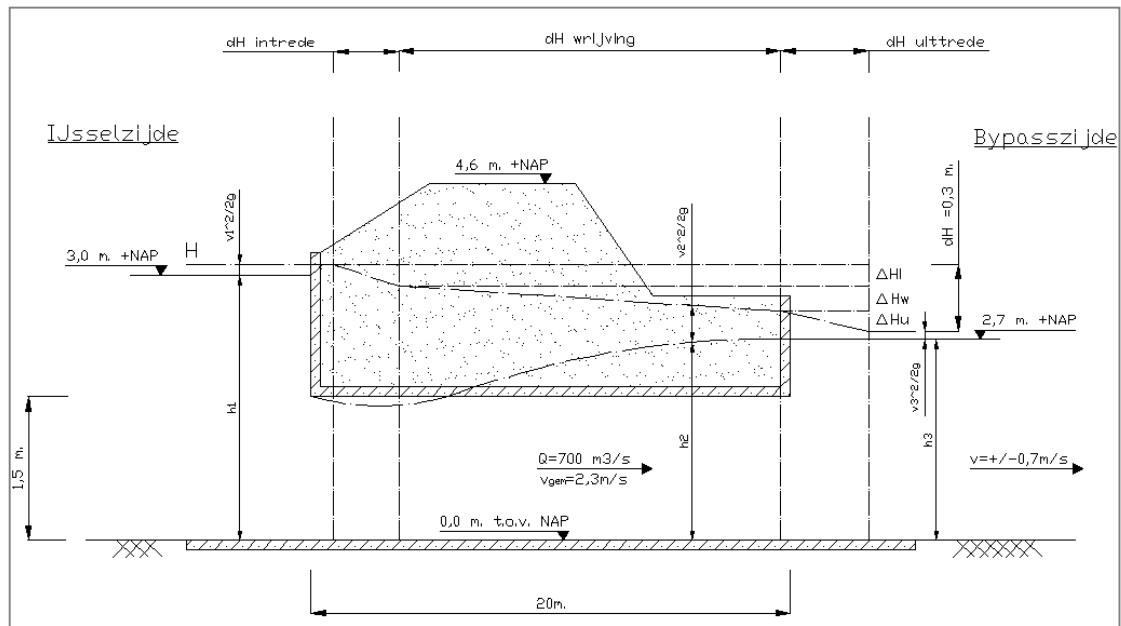
$A = 400 \cdot 2,5 = \pm 1000 \text{ m}^2$

Formule $v = Q/A$

→ $v_c = 700 / 1000 = 0,7 \text{ m/s} \rightarrow v < v_c$, dus schietend water zal niet optreden

In onderstaande afbeelding zijn enkele uitkomsten van de berekeningen weergegeven:

Resultaten hydraulische berekeningen kokerprincipe



Schematische weergave dimensies inlaatwerk (dwarsdoorsnede)

Toelichting en opmerkingen:

- De benedenstroomse waterstand van $2,7 \text{ m. +NAP}$ vormt samen met het vereiste debiet van $700 \text{ m}^3/\text{s}$ de randvoorwaarde voor de berekening. De bovenstroomse waterstand mag niet boven de $3,0 \text{ m. +NAP}$ grens stijgen. Er geldt dan een minimaal benodigd doorstroomoppervlak van 310 m^2 .
- Volgens de berekening is er een energiehoogteverlies over de inlaat van $0,3 \text{ m.}$ ($1,19 * 2,3^2/20$). De verliezen treden op t.g.v. intrede, wrijving en uittreding.
- In de praktijk zal die waterstand (vooral bypasszijde) zich eerst moeten instellen. Stroomsnelheden kunnen daarbij hoger zijn dan in de evenwichtsituatie ($2,3 \text{ m/s}$).
- De gekromde streep-stip lijn rond de binnen-bovenkant van het kunstwerk geeft schematisch het drukverloop weer over de constructie. Ten gevolge van contractie zullen bij intrede hogere stroomsnelheden (en dus een lagere hydrostatische druk) ontstaan. Verder in het kunstwerk zal juist een overdruk ontstaan, waarbij de stroomsnelheden afnemen.

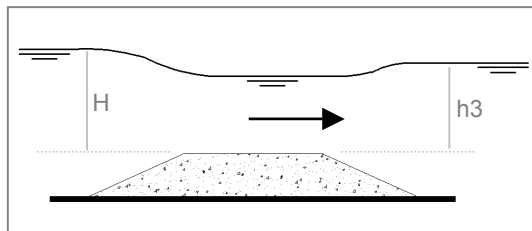
Conclusie:

De berekening geeft een indicatie van de dimensies van de kokerconstructie. Het is een indicatieve berekening aangezien voor diverse parameters aannames zijn gedaan. De resultaten uit deze handberekeningen zullen worden vergeleken met de resultaten van de uit te voeren modelberekeningen.

Berekening dimensies kunstwerk – onvolkomen overlaatprincipe

Uitgangspunten:

- Optredende stromingsverschijnselen volgens principe onvolkomen overlaat (belangrijkste kenmerk: het optredend debiet wordt beïnvloed door de benedenstroomse waterstand)
- Debiet onder MHW condities: 700 m³/s
- Waterstand benedenstroms van kunstwerk: 2,7 m. +NAP
- Maximale waterstand buiten kunstwerk: 3,0 m + NAP (OKP)
- Bodem en o.k. kunstwerk: 0,0 m t.o.v. NAP
- Breedte kunstwerk 200 m¹.
- $\zeta_i = 0,184$ (contractiecoëfficiënt $\mu=0,7$ - t.b.v. intredevlies, aanname)
- $\zeta_w = 0,145$ (wrijvingsfactor, $\lambda=0,022$ - aanname)
- $\zeta_u = 0,4$ (t.b.v. uittredevlies, aanname)
- ζ tot = de som van verliescoëfficiënten = 0,73



Overlaatprincipe

Met de formule voor een onvolkomen overlaat is indicatief de benodigde kruinhoogte van de drempel bepaald.

Formule $q_v = c_{ol} \times b \times h_3 \times \sqrt{2g \cdot (H - h_3)}$

met:

- q_v = optredend debiet [m³/s]
- c_{ol} = afvoercoëfficiënt ($1/\sqrt{0,73}$)
- b = breedte doorstroombroef [m]
- H = energiehoogte stroming bovenstrooms, t.o.v. kruin inlaat [m]
- h_3 = hoogte waterstand benedenstrooms, t.o.v. kruin inlaat. [m]

invoer:

- $q_{v,max} = 700$ m³/s
- $c_{ol} = 1,17$
- $b = 200$ m.
- $H = ?$ (waarde t.o.v kruin inlaat)
- $h_3 = 2,7$ m. (waarde t.o.v kruin inlaat)

invullen geeft: $700 = 1,17 \times 200 \times 2,7 \times \sqrt{20 \cdot (H - 2,7)}$

→ $H = 2,8$ (<3,0 ☺)

→ $v = \sqrt{2g \cdot (H - h_3)} = \sqrt{20 \cdot (2,8 - 2,7)} = 1,4$ m/s

Andere waarden voor de kruinhoogte (benedenstroomse waterstand blijft gelijk) geven de volgende resultaten:

Kruinhoogte [m. +NAP]	Waarde h3 [m]	Waarde H [m]	Waterstand bovenstrooms [m. +NAP]	Stroomsnelheid [m/s]
0,0	2,7	2,8	2,8	1,4
0,5	2,2	2,3	2,8	1,4
1,0	1,7	1,9	2,9	2,0
1,2	1,5	1,7	2,9	2,0
1,5	1,2	1,5	3,0	2,4
1,7	1,0	1,4	3,1	2,4
2,0	0,7	1,6	3,6	4,2

Uit de tabel blijkt dat de invloed van de kruinhoogte op de ('benodigde') waterstanden bovenstrooms niet sterk merkbaar is, tot 1,5 m. +NAP. De invloed van de kruinhoogte op de bovenstroomse waterstand is te zien bij een kruinhoogte vanaf 1,7 m. +NAP. Het open keerpeil van 3,0 m. +NAP wordt dan overschreden. Het debiet is bij alle kruinhoogtes 700 m³/s.

→ Het hangt af van de ontwikkeling van de bovenstroomse waterstand of een debiet van 700 m³/s ook werkelijk optreedt. Te verwachten is dat een hogere kruin een remmende werking heeft op het debiet, aangezien de inlaatconstructie een onderdeel is van een groter watersysteem (het water kan meerdere kanten op en zal dus niet blijven opstuwten voor de constructie).

→ Naast de afhankelijkheid van de bovenstroomse waterstand heeft de benedenstroomse waterstand invloed op het optredende debiet. Het effect van de benedenstroomse waterstand op het debiet is af te leiden uit de gebruikte afvoerformule.

Aannames: kruinhoogte 1,5 m. +NAP, H = 1,5 m., h₃ variabel, q onbekend

Formule $q_v = c_{ol} \times b \times h_3 \times \sqrt{2g \cdot (H - h_3)}$

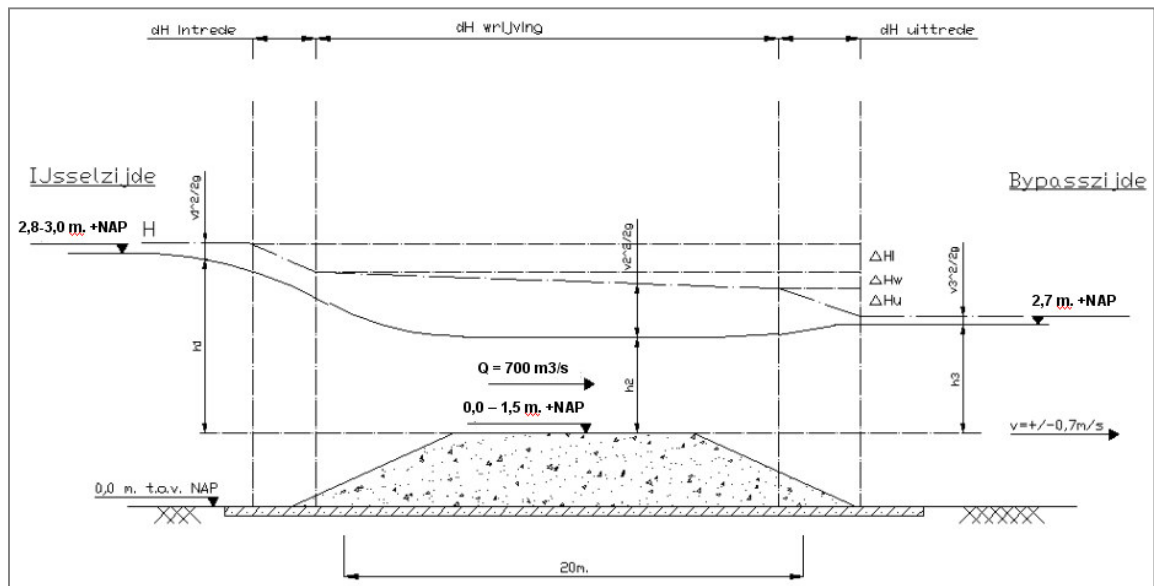
invullen geeft: $q_v = 1,17 \times 200 \times h_3 \times \sqrt{20 \cdot (1,5 - h_3)}$

h₃ [m]	q_v, optredend [m³/s]
1,4 (2,9 m. +NAP)	397
1,2 (2,7 m. +NAP)	700
1,0 (2,5 m. +NAP)	889
0,8 (2,3 m. +NAP)	1051
0,6 (2,1 m. +NAP)	1191
0,4 (1,9 m. +NAP)	1317
0,2 (1,7 m. +NAP)	1431

Hieruit blijkt de remmende werking van de benedenwaterstand op de afvoer. Tegelijk laat het zien dat als de benedenwaterstand (nog) laag is, dat er grote debieten kunnen optreden over de inlaat. Het stroombeeld kan dan veranderen, omdat schietend water gaat optreden. In dat geval wordt de overlaat volkomen. Het maximale debiet wat dan kan optreden wordt verder in deze bijlage berekend.

In onderstaande afbeelding zijn uitkomsten van de berekeningen gevisualiseerd:

Resultaten hydraulische berekeningen onvolkomen overlaatprincipe



Schematische weergave dimensies inlaatwerk (dwarsdoorsnede)

Toelichting en opmerkingen:

- Volgens de berekening is het verval van de waterstand over de constructie 0,1 - 0,3 m., afhankelijk van de kruinhoogte (0,0 – 1,5 m. +NAP), bij een debiet van 700 m³/s. De verwachting is echter dat de invloed van de kruinhoogte over het gebied 0,0-1,5 m. +NAP wel invloed heeft op het optredend debiet.
- De stroomsnelheid boven de inlaat betreft de factor $\sqrt{(20 \cdot (H-h_3))}$ in de formule, met als waarde 1,4-2,4 m/s, afhankelijk van de toegepaste kruinhoogte.
- Ten gevolge van energieverlies treedt een daling van de energielijn op ($\zeta_{\text{tot}} \cdot v^2/2g$)
- Bij het onvolkomen overlaatprincipe wordt de afvoer bepaald door de benedenstroomse waterstand. Deze is sterk afhankelijk van gebiedsfactoren (ruwheid, bodemverhang, stroomprofiel). Naar verwachting is in modelberekeningen, waar een gebiedsschematisatie in is opgenomen, redelijk te voorspellen welke stromingsverschijnselen optreden in het achterland.

Conclusie:

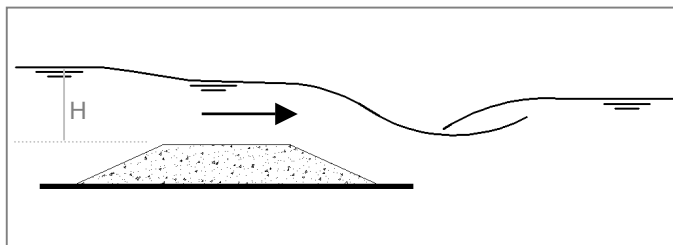
De berekening geeft een indicatie van de dimensies van de drempel. Het is een indicatieve berekening aangezien voor diverse parameters aannames zijn gedaan. De resultaten uit deze handberekeningen zullen worden vergeleken met de resultaten van de uit te voeren modelberekeningen.

Berekening dimensies kunstwerk – volkomen overlaatprincipe

Indien de benedenwaterstand in de bypass nog niet de verwachte waarde van 2,7 m. + NAP heeft bereikt, kan het voorkomen dat schietend water gaat optreden vanaf de IJssel. In dat geval gaat de inlaatconstructie als volkomen overlaat functioneren. Het debiet is daarbij onafhankelijk van de benedenwaterstand. Met de volgende berekening is het maximale debiet bepaald dat kan optreden.

Uitgangspunten:

- Optredende stromingsverschijnselen volgens principe volkomen overlaat (belangrijkste kenmerk: optredend debiet onafhankelijk van benedenstroomse waterstand, maximaal debiet bij kritische stroming boven overlaat)
- Breedte kunstwerk: 200 m.
- Waterstand buiten kunstwerk: 3,0 m + NAP (OKP)
- Bodemhoogte: 0,0 m t.o.v. NAP
- $\zeta_i = 0,184$ (contractiecoëfficiënt $\mu=0,7$ - t.b.v. intredevlies, aanname)
- $\zeta_w = 0,145$ (wrijvingsfactor, $\lambda=0,022$ - aanname)
- $\zeta_u = 0,4$ (t.b.v. uittredevlies, aanname)
- ζ tot = de som van verliescoëfficiënten = 0,73



Overlaatprincipe - volkomen

Met de formule voor een volkomen overlaat zijn indicatief de optredende debieten te bepalen bij waarden voor de kruinhoogte van de drempel. In de berekening is een breedte van 200 meter aangehouden.

Formule $Q = c_v \times b \times H^{3/2}$ $\longrightarrow$ $q_v = 2,01 \times 200 \times H^{1,5}$

met:

- Q = instromend debiet [m³/s]
- $c_v = 1,72 \times c_{ol}$
- c_{ol} = afvoercoëfficiënt ($1/\sqrt{0,73} = 1,17$)
- b = breedte doorstroombroef
- H = energiehoogte stroming bovenstrooms, t.o.v. kruin inlaat

invoer:

- $\rightarrow c_v = 1,72 \times 1,17 = 2,01$
- $\rightarrow q_v = ?$
- $\rightarrow H$ = variabel (in m. t.o.v. kruin inlaat)

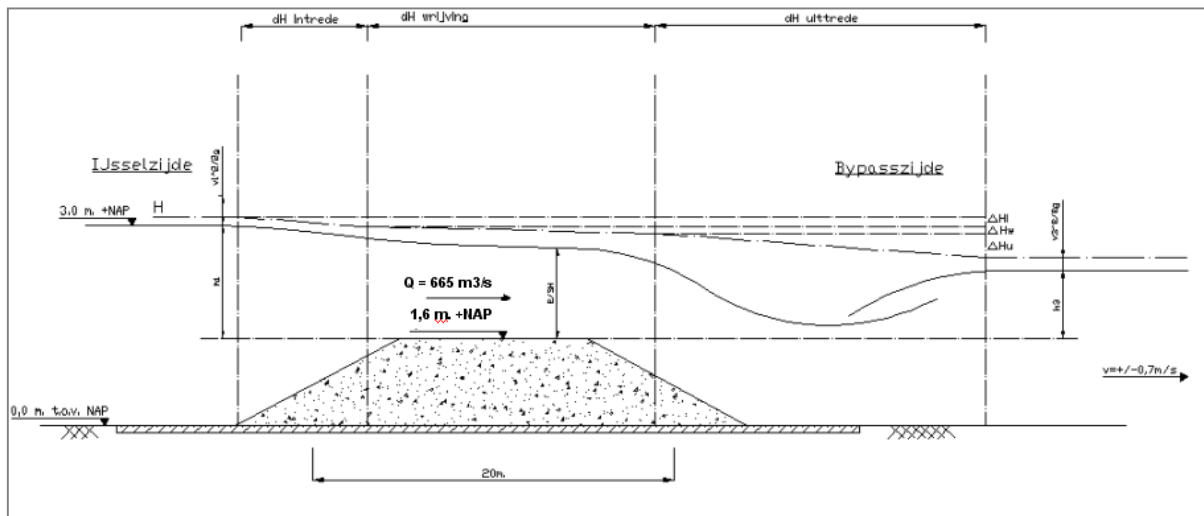
Uitgaande van aangenomen waarden voor de kruinhoogte, zijn optredende debieten uitgerekend met de formule van de volkomen overlaat:

Kruinhoogte [m. +NAP]	Waarde H [m]	Debiet Q [m ³ /s]
0,0	3,0	2089
0,5	2,5	1589
1,0	2,0	1137
1,2	1,8	971
1,5	1,5	739
1,6	1,4	665
1,7	1,3	596

Uit de tabel blijkt de invloed van de kruinhoogte op het optredend debiet. De benedenwaterstand is niet van invloed op dit stroombeeld. Afhankelijk van de te kiezen kruinhoogte, zijn dit dus debieten die in theorie op kunnen treden bij schietend water. Dit kan een belangrijk gegeven zijn bij het dimensioneren van de bodembescherming.

In onderstaande afbeelding zijn uitkomsten van de berekening gevisualiseerd (zie ook bijlage 12):

Resultaten hydraulische berekeningen volkomen overlaatprincipe



Schematische weergave dimensies inlaatwerk (dwarsdoorsnede)

Toelichting en opmerkingen:

- Als gevolg van schietend water ontstaat er een watersprong achter het kunstwerk, waarbij het grootste deel van het energieverlies optreedt (aannahme berekening : som energieverliezen gelijk aan onvolkomen overlaat)
- Het schietend water achter het kunstwerk stelt hoge eisen aan bodembescherming om erosie/ontgraving te voorkomen/minimaliseren.
- De waterstand benedenstrooms is lager dan $2/3H$ (t.o.v. kruin inlaat). Dit is kenmerkend voor een volkomen overlaat.
- Het is van belang zoveel te voorkomen dat schietend water optreedt. Het principe van de onvolkomen overlaat is gewenst als ontwerpprincipie, en zal naar verwachting ook optreden, aangezien de bypass 'volloopt' en een bepaalde benedenstroomse waterstand zal ontstaan. Het is echter niet ondenkbaar dat de overlaat tijdelijk volkomen functioneert.

Conclusie:

In de beginfase van instroom is het denkbaar dat schietend water zal optreden, aangezien de benedenwaterstand dan nog niet is ingesteld. Tot die tijd kan de overlaat volkomen zijn, wat consequenties heeft voor het dimensioneren van de bodembescherming. Voor het dimensioneren van de drempel dient het onvolkomen ontwerpprincipie worden toegepast, aangezien dit stroombeeld over de grootste periode zal optreden.

Bijlage 13

Faalmechanismen

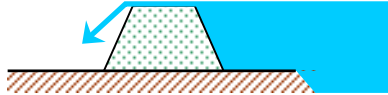
Paragraaf 6.2

Bron: Dictaat HU - IGO/241 Waterkeringen

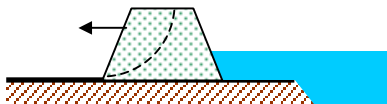
Faalmechanismen – gerelateerd aan dijklichaam

De volgende faalmechanismen zijn van toepassing op dijklichamen:

- | | |
|---------------------------------|--|
| a) Overlopen | g) Micro-instabiliteit |
| b) Golfoverslag | h) Piping / achterloopsheid / onderloopsheid |
| c) Afschuiving binnentalud | i) Erosie buitentalud |
| d) Afschuiving buitentalud | j) Erosie voorland |
| e) Wegpersing slappe ondergrond | |
| f) Zettingsvloeiingen | |

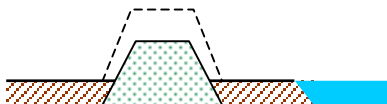


a) Overlopen

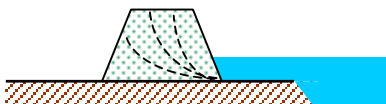


b) Golfoverslag

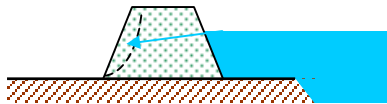
c) Afschuiven binnentalud



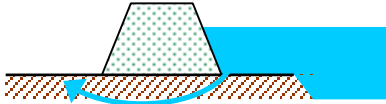
d) Afschuiving buitentalud



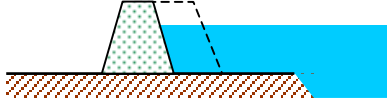
e) Wegpersing ondergrond



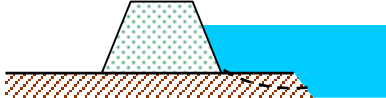
f) Zettingsvloeiingen



g) Micro-instabiliteit



h) Piping / achter- / onderloopsheid



g) Erosie buitentalud

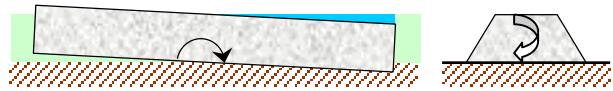
h) Erosie voorland

Faalmechanismen – waterkerende constructies

- | | |
|--|---------------------------------------|
| a) Kanteling in het hoogtevlak | e) Kanteling in het lengtevlak |
| b) Verplaatsing in het hoogtevlak (+/-) | f) Verplaatsing in het lengtevlak |
| c) Kanteling in het breedtevlak | g) Constructief bezwijken – breuk |
| d) Verplaatsing in het breedtevlak | h) Constructief bezwijken - aanvaring |

A) Kanteling in het hoogtevlak

- Ontstaan door zettingsverschillen
-



B 1) Negatieve verplaatsing in het hoogtevlak

- Het ontstaat door zetting



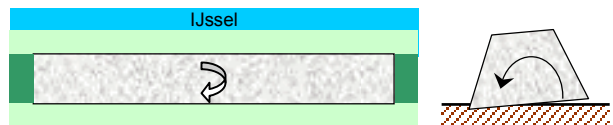
B 2) Positieve verplaatsing in het hoogtevlak

- Het ontstaat door opdrijving



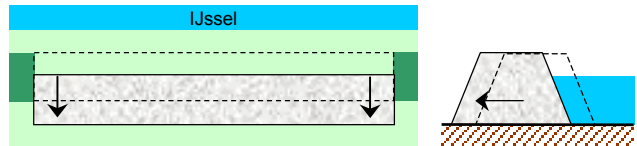
C) Kanteling in het breedtevlak

- Kanteling door waterdrukverschillen



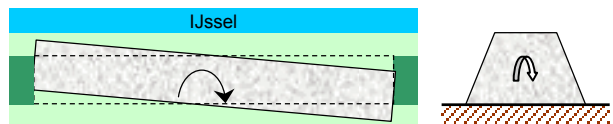
D) Verplaatsing in het breedtevlak

- Verplaatsing door waterdrukverschillen



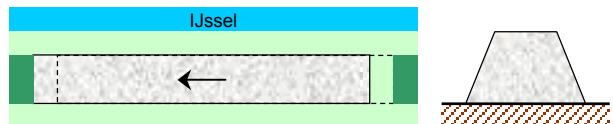
E) Kanteling in het lengtevlak

- Geen belastingsgeval van toepassing



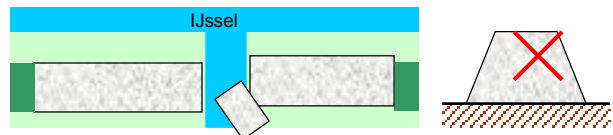
F) Verplaatsing in het lengtevlak

- Geen belastingsgeval van toepassing



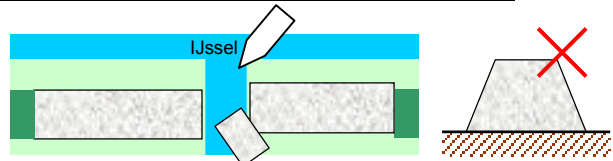
G) Constructief bezwijken - breuk

- Kans op falen ~1/200.000



H) Constructief bezwijken - aanvaring

- Kans op falen ~1/200.000



Bijlage 14

Veranderlijke belastingen

Paragraaf 6.3.2

Bron: Leidraad Kunstwerken 2003 (TAW)

Veranderlijke belastingen

Waterstanden

De verschillende maatgevende waterstanden zijn bepaald in hoofdstuk 2. Voor het constructief ontwerp moeten zowel de maximale als minimale waterstanden als belastingsituatie doorgerekend worden. De maximale waterstand treedt op bij een maatgevende afvoer en het kunstwerk niet geopend is. De minimale waterstand zal optreden in een extreem droge periode.

→ Maximale waterstand +3,60 m NAP en minimale waterstand –1,00 m NAP

Wind- of scheepsgolven

Windgolven zijn niet van toepassing op de constructie als bijzondere belasting omdat deze golven zich niet voldoende kunnen ontwikkelen in een rivier. De invloed van golfhoogte op de maatgevende hoogwaterstand is wel meegenomen. Onder normale condities zal de inlaatconstructie niet worden aangevallen door wind- en of scheepsgolven, aangezien de uiterwaarden dan niet onder water staan.

→ Belastingen door wind- of scheepsgolven zijn niet van toepassing als bijzondere belasting

Stroming

Indien de bypass in werking zal zijn zullen er grote stroomsnelheden ontstaan. Er zal naar de stromingen moeten gekeken om bijvoorbeeld het bodemprofiel aan te passen. Het water zal met stroomsnelheden stromen van rond de 2,0 m/s. Het bepalen van krachten op de constructie als gevolg van stroming is niet eenvoudig. Dit aspect is in het voorlopig ontwerp niet meegenomen

Troskrachten

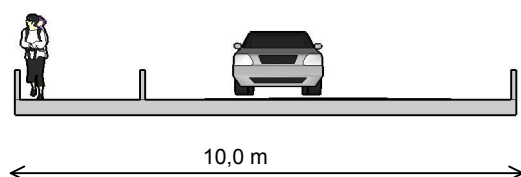
Schepen zullen niet aanmeren aan de constructie. De troskrachten zijn daarom niet meegerekend.

Windbelasting

De constructie zal bestaan uit een dijk met de uitstekende wanden. Deze wanden zullen geen windbelasting opnemen. Daarom zal deze belasting niet worden meegerekend.

Verkeersbelasting

De weg (Kamperstraatweg) over het inlaatwerk bestaat uit een rijbaan van 7,30 m en een fietspad van 2,0 m breed. Het fietspad en de hoofdrijbaan worden gescheiden door een hekwerk van 10 cm. Aan de zijde van de rijbaan komt een hekwerk van 10 cm. Aan de zijde van het fietspad wordt rekening gehouden met een berm van 0,50 meter. De totale breedte van het kunstwerk wordt hierdoor 10,0 meter. Aangezien het hier om een provinciale weg, Kamperstraatweg, gaat is voor verkeersklasse 450 gekozen. Het verkeer van klasse 600 kan via de N50 (toekomstig A50) geleid worden voor de richting Kampen of Zwolle. Echter bestaat de mogelijkheid dat de zware wagen (zoals in de klasse 450 is omschreven) gebruik wil maken van de weg. Er kan altijd nog lokaal zwaar verkeer voorkomen.



Indeling van bruggen voor verkeer

Bruggen voor gewoon verkeer worden naar gelang van het te verwachte verkeer in een van de volgende belastingsklassen ingedeeld:

- Klasse 600 Bruggen in hoofdverkeerswegen, waarbij omleggen van verkeer is uitgesloten;
- Klasse 450 Bruggen in hoofdverkeerswegen, waarbij de mogelijkheid bestaat een zeer zware wagen, die slechts bij uitzondering voorkomt, langs een (om)weg met bruggen, gebouwd volgens klasse 600, te leiden;
- Klasse 300 Bruggen niet bestemd voor zeer zware voertuigen.

Uit NEN 6723 Ontwerp van betonnen bruggen

→ **Vereiste verkeersklasse: verkeersklasse 450**

Bijlage 15

Extreme belastingen

Paragraaf 6.3.3

Bron: Leidraad Kunstwerken 2003 (TAW)

Extreme belastingen

Aanvaring

De kans op overstroming van het gebied achter een waterkerend kunstwerk ten gevolge van een aanvaring is opgebouwd uit de combinatie van de volgende drie componenten:

- Verdeling van de overschrijdingskansen van aanvaarbelastingen;
- Effect van een zekere aanvaarbelasting op het waterkerend vermogen van het kunstwerk;
- Kans op overstroming gegeven een aanvaring die het waterkerend vermogen van het kunstwerk heeft aangetast.

Voor nadere invulling van de eis aan het aanvaarrisico mag worden uitgegaan van een aanvaarkans leidend tot het onbruikbaar raken van het hoogwaterkerend keermiddel van 1/1.000.000 passerende schepen (ervaringsgetal o.b.v. het onderzoek 'Aanvaarrisico's sluisdeuren', WL, 1992).

De kans op het niet kunnen beschikken over dit afsluitmiddel volgt:

- **$P\{\text{buitenwerking}\} < 0,01 \times \text{norm.}$**

In het functioneel programma van eisen is reeds bepaald dat de kans op bezwijken daarmee kleiner moet zijn dan 1/200.000:

$$\rightarrow 0,01 \times \text{norm} = 1/200.000$$

De kans $P\{\text{buitenwerking}\}$ is als volgt te berekenen:

- **$P\{\text{buitenwerking}\} = N \times t / (365 \times A_{\text{coef.}})$**

Waarbij geldt:

- N is het jaarlijks aantal passerende schepen (in aantal schepen)
- T een gegarandeerde maximale hersteltijd (in dagen)
- A coef. Aanvaarcoëfficiënt het deel van het aantal schepen wat in aanvaring komt (dimensiesloos)

$$\rightarrow P\{\text{buitenwerking}\} = N \times t / 365 \times A_{\text{coef.}} = 10.000 \times 21 / 365 \times 1/1.000.000 = 5,8^E-04 (\sim 1/1750)$$

Uit de uitkomsten blijkt dat $P\{\text{buitenwerking}\} > \text{toegestaan}$. In principe zijn wel aanvaarvoorzieningen benodigd. Echter, de inlaatconstructie ligt buiten bereik van scheepvaart onder normale condities, dus deze belasting hoeft niet te worden meegenomen.

Aardbeving

In de NEN6700 serie worden met name voor gebouwen rekenregels gegeven voor belastingen als gevolg van aardbevingen. In Nederland worden kunstwerken in de regel niet ontworpen op deze belastingen.

→ Aardbevingsbelastingen zijn niet van toepassing

Explosie

Voor explosie belastingen in gesloten ruimten wordt verwezen naar NEN 6702. Om deze belastingsfactor uit te schakelen zal het vervoer van gevaarlijke stoffen op deze dijkweg niet worden toegestaan. Dit uitgangspunt komt voort uit de tunnelbouw waarbij hetzelfde principe geldt.

→ Explosiebelastingen zijn niet van toepassing

IJS

Volgens NEN6740 hoeven golfbelasting en ijsbelasting bij kerende wanden aan open water niet gelijktijdig in rekening te worden gebracht. Indien relevant, moeten voor de benadering van de ijsbelasting de volgende situaties zijn onderzocht:

- Kruiend ijs;
- Drijvende ijsvlakte.

Het onderzoek kan achterwege blijven indien er voor zorg wordt gedragen dat maatregelen zijn genomen waardoor deze ijsbelastingen niet zullen optreden, zie 'Ontwerp van Schutsluizen'. De waarden van ijsbelastingen kunnen bepaald worden conform 'CUR rapport 166'. Hierin wordt voor de bepaling van de horizontale ijsbelasting op damwanden uitgegaan van een ijslaag van 0,5 m dik en een druksterkte van 1,5 MPa voor zout water of 2,5 MPa voor zoet water. Omdat deze belasting over het contactvlak zal variëren tussen 0 en de druksterkte, mag op de berekende lijnbelasting een uitvlakkingscoëfficiënt van 0,33 worden toegepast. Deze waarden kunnen als rekenwaarden worden beschouwd. Er moet tenminste worden gerekend met:

- Een gemiddelde horizontaal werkende lijnlast van 400 kN/m (zoet water), aangenomen ter plaatse van de ongunstigste in beschouwing genomen waterstand;
- Een plaatselijk aangrijpende belasting van 1500 kN voor sterkteberekening van constructiedetails indien ze door ijs kunnen worden belast.

Bron: Leidraad Kunstwerken Bijlage 4

Vandalisme/sabotage

De belastingen voor vandalisme behoeven niet worden meegerekend in het constructief ontwerp. Mogelijkerwijs zal dit punt wel in het beheer en onderhoudsplan moeten komen.

Limitatie veranderlijke belastingen

Veranderlijke of bijzondere belastingen kunnen preventief worden beperkt door constructies 'naast' het kunstwerk en door gebruiksbeperkingen van het kunstwerk, die de maatgevende belasting op het kunstwerk verkleinen. Enkele voorbeelden hiervan zijn:

- Een remmingswerk of aanvaarbescherming ter beperking van aanvaarbelastingen;
- Limitatie van de maximaal opneembare troskracht door bolders;
- Het hanteren van een maximum schutpeil waardoor de kans op aanvaring van keermiddelen onder kritieke omstandigheden wordt beperkt;
- Het limiteren van de maximaal toelaatbare verkeersbelasting (tot bijvoorbeeld een kraan van maximaal 20 ton bij calamiteiten).

Limitatie van veranderlijke of bijzondere belastingen door middel van gebruiksbeperkingen vormen een belangrijk uitgangspunt voor het waarborgen van de waterkerende veiligheid van het ontwerp.

Bijlage 16

Gebiedsschematisatie Waqua

Paragraaf 7.2

Gebiedsgegevens WAQUA

Ondergrond:

- Bodemhoogte; range -6 tot 3 m. t.o.v. NAP
- Raster; grid als weergave rekenrooster

Toegevoegd:

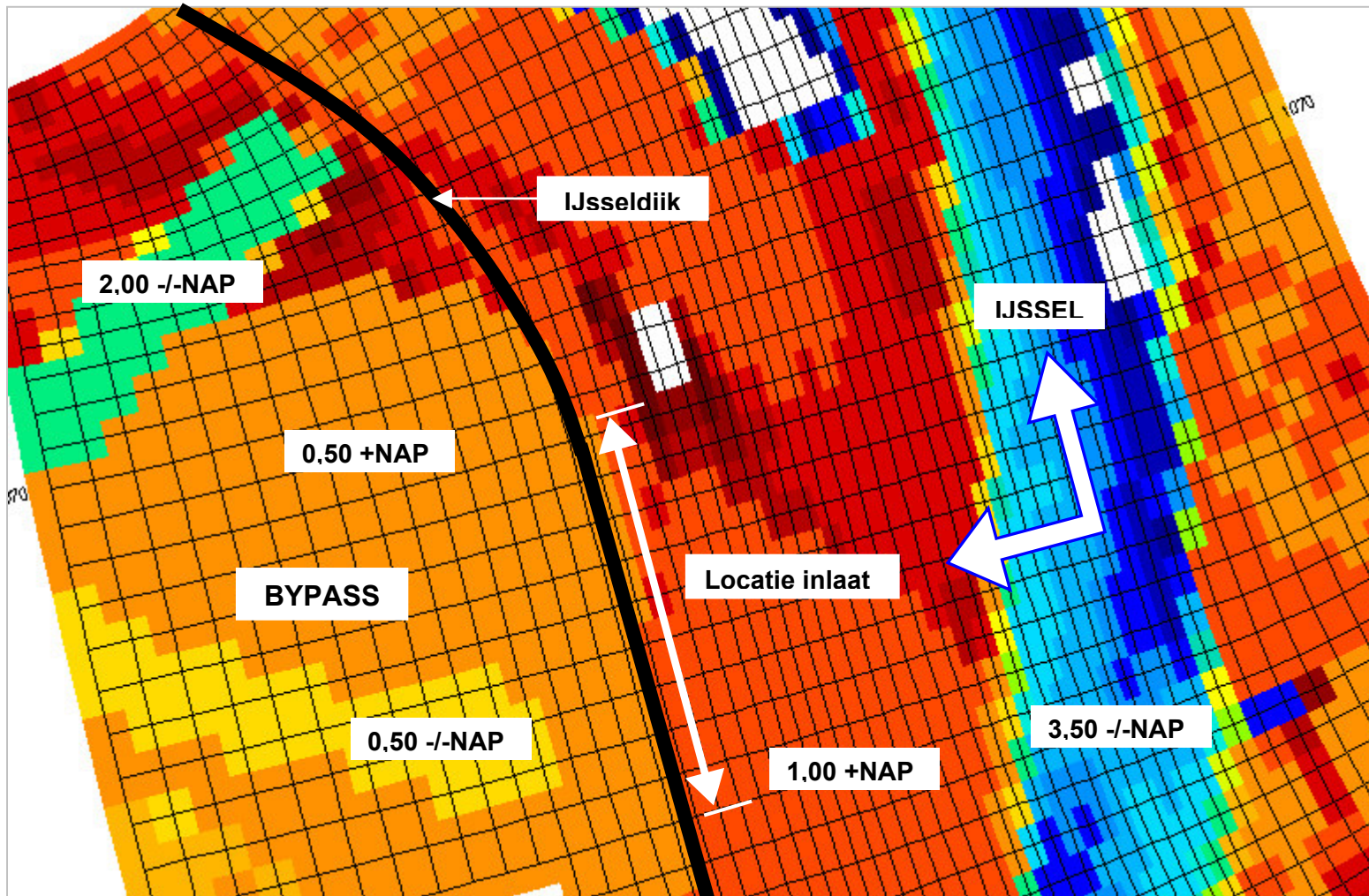
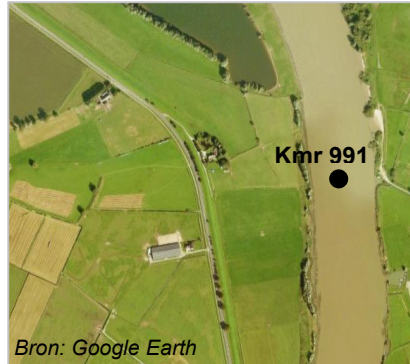
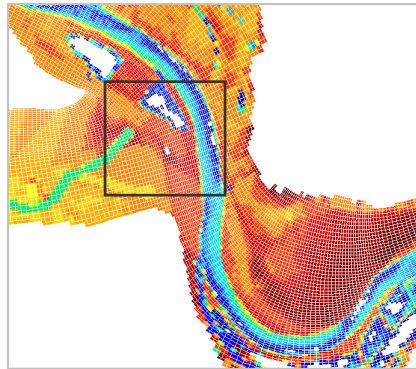
- Naamgeving locaties
- Waardes voor bodemhoogte
- IJsseldijk als object in landschap
- Stroomrichting; pijlen

Bron: Google Earth

Bodemhoogte

Bottom height

-5.84	-	-5.41
-5.41	-	-4.97
-4.97	-	-4.54
-4.54	-	-4.10
-4.10	-	-3.67
-3.67	-	-3.24
-3.24	-	-2.80
-2.80	-	-2.37
-2.37	-	-1.93
-1.93	-	-1.50
-1.50	-	-1.07
-1.07	-	-0.63
-0.63	-	-0.20
-0.20	-	0.24
0.24	-	0.67
0.67	-	1.10
1.10	-	1.54
1.54	-	1.97
1.97	-	2.41
2.41	-	2.84



Bijlage 17

Rekenrooster Waqua

Paragraaf 7.2

Bron: www.waqua.nl

Bron2: handleiding waqua

Gebiedsschematisatie

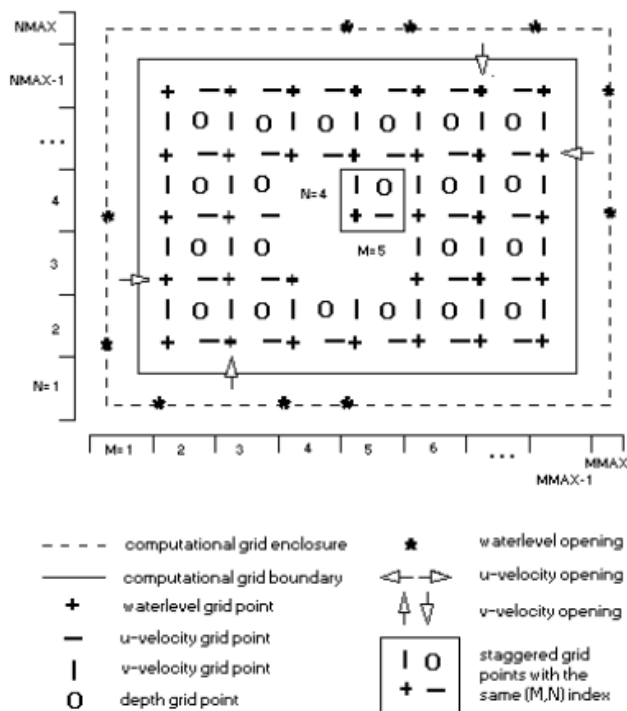
Om een watersysteem te simuleren met behulp van SIMONA¹ wordt, als er nog geen bestaat, een gebiedsschematisatie opgezet dat dient als rekenrooster. Het rekenrooster en het bodemrooster, met daarop gedefinieerde bodemdieptecijfers, zijn belangrijke onderdelen van de schematisatie. Voor vrijwel alle Rijkswateren zijn dergelijke gebiedsschematisaties gemaakt, waarbij verfijningen zijn aangebracht op die plaatsen waar uit het oogpunt van de hydrodynamica meer rekenpunten gewenst zijn.

Door standaard gebiedsschematisaties te gebruiken zijn resultaten van verschillende projecten met elkaar te vergelijken, zijn reconstructies van eerder gemaakte berekeningen mogelijk en hoeft er niet voor ieder project een nieuwe gebiedsschematisatie opgezet te worden. Verder kunnen bijvoorbeeld gebiedsschematisaties van riviermodellen en getijdenmodellen eenvoudig gekoppeld worden. Zo kan het Nederlandse watersysteem in één keer doorgerekend worden.

Bron: www.waqua.nl

Rekenrooster

Bij het modelleren van een estuarium, kustzee of rivier wordt een rechthoekig geografisch gebied gekozen, waarbij de randen niet van oost naar west en van zuid naar noord hoeven te lopen. Over het gebied wordt een vierkant rooster gelegd, waarbij de vierkante celgrootte in meters wordt gekozen en het aantal roostercellen in de twee richtingen, NMAX en MMAX, worden gekozen. Roostercellen worden aangegeven met de coördinaten (m, n). De roosterrichting van links naar rechts correspondeert met de m-richting en met de u-snelheid. De roosterrichting van beneden naar boven correspondeert met de n-richting en met de v-snelheid.

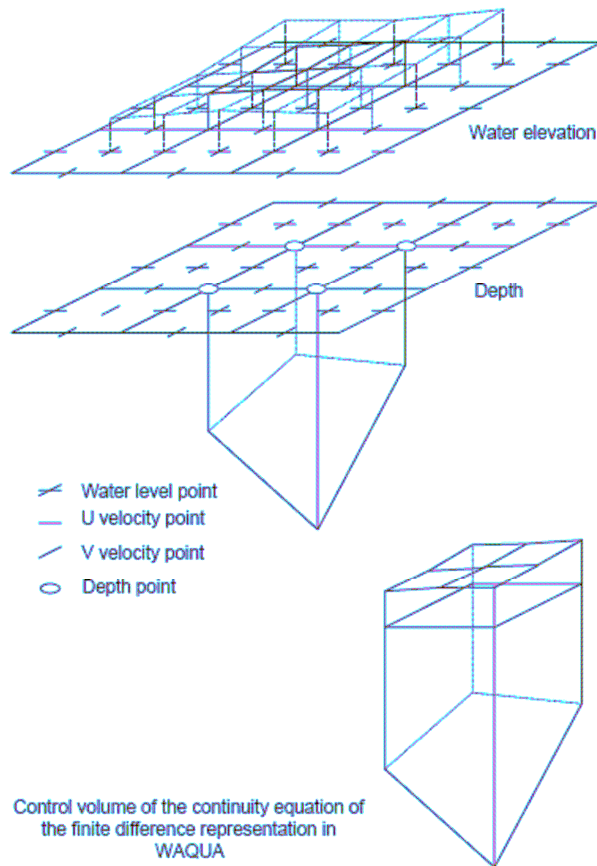


Schematisatie rekenrooster met willekeurige openingen

Openingen

Als er debieten op een aantal punten van het rekenrooster bekend zijn, kunnen debietranden worden opgegeven. Indien de relatie tussen de waterstand en het totale debiet bekend is (bijvoorbeeld in rivieren), kan de waterstand tijdens de simulatie bepaald worden aan de hand van het totale debiet. Randen van het type Q-H-opening worden opgegeven op dezelfde locaties als de waterstandsranden, met de beperking dat alleen horizontale of verticale randen gebruikt mogen worden (zoals snelheidsopening).

¹ SIMONA is het waterloopkundig kennissysteem voor Rijkswaterstaat en staat voor **S**imulatie **MO**dellen **NA**tte waterstaat. In feite is het een verzameling van wiskundige simulatiemodellen die hydrodynamische processen beschrijven.



Gegevens die per roosterpunt worden gegenereerd

Fysieke geometrie

De modelleur kan voor bepaalde roosterpunten opgeven dat deze permanent droog zijn, hierbij overschrijft hij de voorgeschreven diepte voor het hele veld. Dit geeft de mogelijkheid om een dam in het water te leggen, waarbij aan elke kant een reële waterdiepte is. De modelleur kan ook schotjes definiëren op snelheidspunten. Dit maakt het mogelijk dammen te maken zonder enige dikte, om strekdammen te definiëren die smal zijn ten opzichte van de roosterstapgrootte. Op bepaalde punten kunnen overlaten worden gedefinieerd. Dit zijn vaste (niet beweegbare) constructies die energieverliezen tot gevolg hebben als gevolg van de beperking van de stroming. Zo is het tevens mogelijk om op roosterpunten sluizen of waterkeringen te definiëren waarvan de dimensies in de tijd kunnen variëren in de u-richting of de v-richting. Al deze functies binnen het model maken het mogelijk om het betreffende gebied beter te kunnen schematiseren.

Bijlage 18

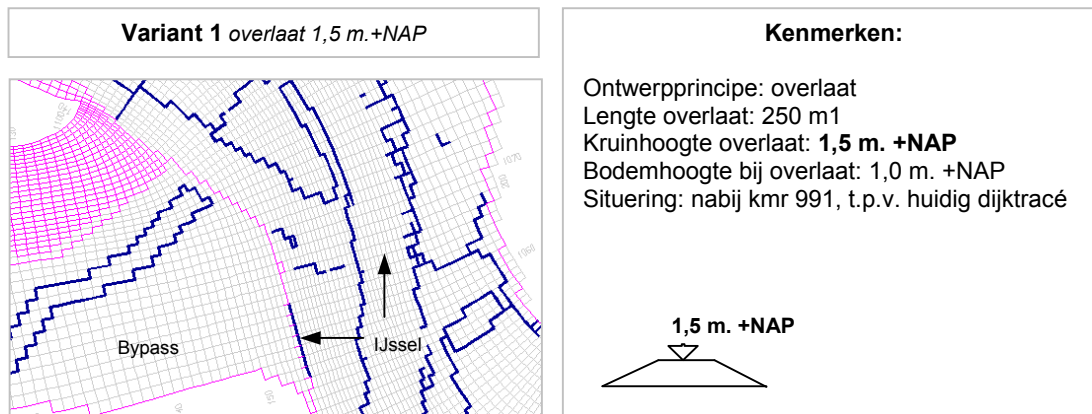
Ontwerpvarianten Waqua

Paragraaf 7.3

Variant 1

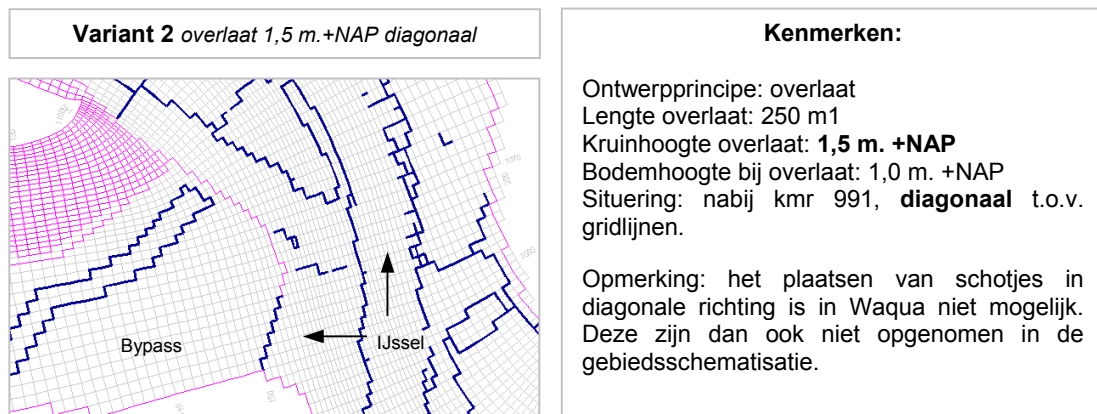
In de eerste ontwerpvariant is het inlaatwerk geschematiseerd als een overlaat, gesitueerd in dezelfde lijn als het huidige dijktracé. Op de grens van elk roosterpunt is een schotje geplaatst van 1 gridlengte (+/-15 m.), om daarmee de tussenwanden enigszins te kunnen schematiseren. Het is namelijk aannemelijk dat deze invloed hebben op de stromingsweerstand.

Een afbeelding uit Waqua van variant 1 is hieronder weergegeven, overgenomen uit het logboek (zie [bijlage 21](#)).



Variant 2

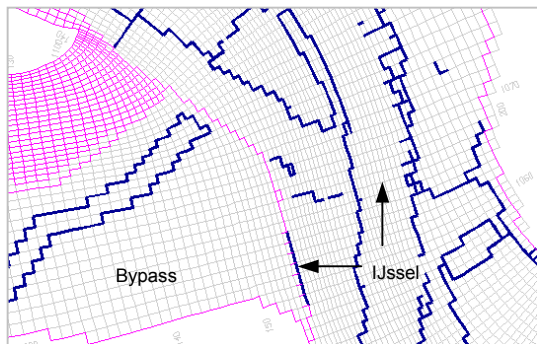
Om de invloed van de hoek van de inlaat ten opzichte van de stromingsrichting te kunnen analyseren is een ontwerpvariant ingevoerd in Waqua met een andere ligging. Het overlaatprincipe is daarbij weer toegepast. Een afbeelding uit Waqua van de variant is hieronder weergegeven.



Variant 3 en 4

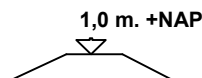
Om de invloed van de kruinhoogte van de inlaat op de stromingsverschijnselen te kunnen analyseren zijn twee ontwerpvarianten ingevoerd in Waqua met een andere kruinhoogte t.o.v. variant 1. Afbeeldingen uit Waqua van de varianten 3 en 4 zijn hieronder weergegeven.

Variant 3 overlaat 1,0 m. +NAP

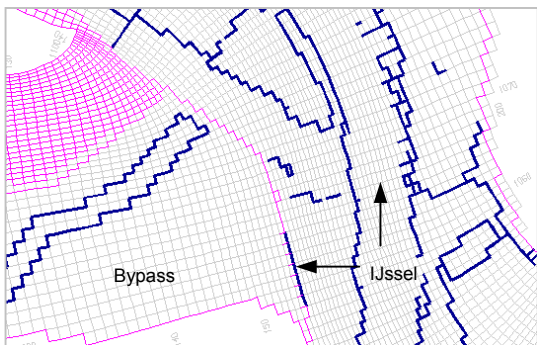


Kenmerken:

Ontwerpprincipe: overlaat
 Lengte overlaat: 250 m1
 Kruinhoogte overlaat: **1,0 m. +NAP**
 Bodemhoogte bij overlaat: 1,0 m. +NAP
 Situering: nabij kmr 991

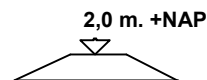


Variant 4 overlaat 2,0 m. +NAP



Kenmerken:

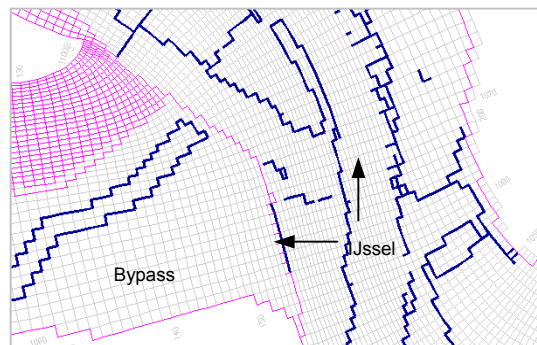
Ontwerpprincipe: overlaat
 Lengte overlaat: 250 m1
 Kruinhoogte overlaat: **2,0 m. +NAP**
 Bodemhoogte bij overlaat: 1,0 m. +NAP
 Situering: nabij kmr 991



Variant 5

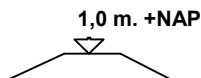
De invloed van de locatie van de inlaat langs de rivier kan van invloed zijn op de effecten van waterstandsverlaging in de rivier. Variant 5 is noordelijk gelegen ten opzichte van de andere varianten, dus verder stroomafwaarts.

Variant 5 overlaat 1,0 m. +NAP benedenstrooms



Kenmerken:

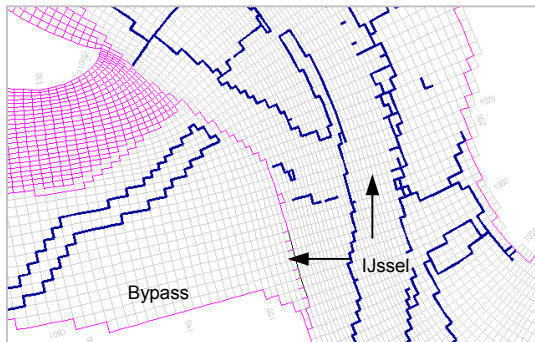
Ontwerpprincipe: overlaat
 Lengte overlaat: 250 m1
 Kruinhoogte overlaat: **1,0 m. +NAP**
 Bodemhoogte bij overlaat: 1,0 m. +NAP
 Situering: nabij kmr 991, **100 m. stroomafwaarts** t.o.v. variant wbov.



Variant 6

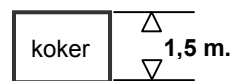
In voorgaande varianten is steeds het overlaatprincipe toegepast voor de inlaatconstructie. Als variant hierop is een zesde model aangemaakt. Bij deze configuratie, op basis van variant 1, zijn de overlaten vervangen door 'barriers' in Waqua. Dit betreft een drempel met daarbij een ingevoerde bovengrens. Hierdoor kan het duikerprincipe worden geschematiseerd. De verwachting is dat door de fysieke begrenzing van het doorstroomoppervlak extra weerstand voor de stroming zal ontstaan.

Variant 6 koker 1,0-2,5 m. +NAP



Kenmerken:

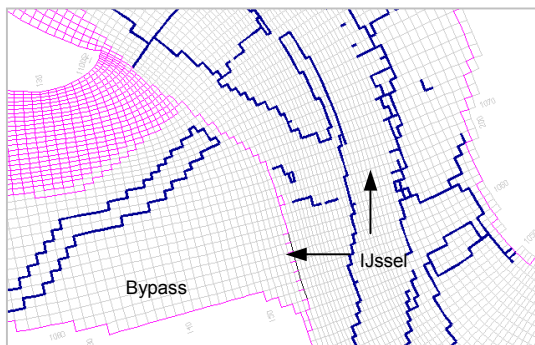
Ontwerpprincipe: koker
 Lengte overlaat: 250 m1
 Binnenkant koker: 1,0 m. +NAP
 Bovenkant koker: **2,5 m. +NAP**
 Bodemhoogte bij inlaat: 1,0 m. +NAP
 Situering: nabij kmr 991



Variant 7

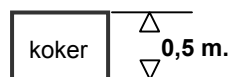
Om de invloed van de grootte van het doorstroomoppervlak op de waterstandsdeling te kunnen analyseren, is variant 6 gebruikt als basis voor variant 7. Bij deze variant is de bovengrens van de 'duiker' bepaald op 1,5 m. +NAP. Het doorstroomoppervlak is daarmee teruggebracht van 300 m² naar 100 m².

Variant 7 koker 1,0-1,5 m. +NAP



Kenmerken:

Ontwerpprincipe: koker
 Lengte overlaat: 250 m1
 Binnenkant koker: 1,0 m. +NAP
 Bovenkant koker: **1,5 m. +NAP**
 Bodemhoogte bij inlaat: 1,0 m. +NAP
 Situering: nabij kmr 991

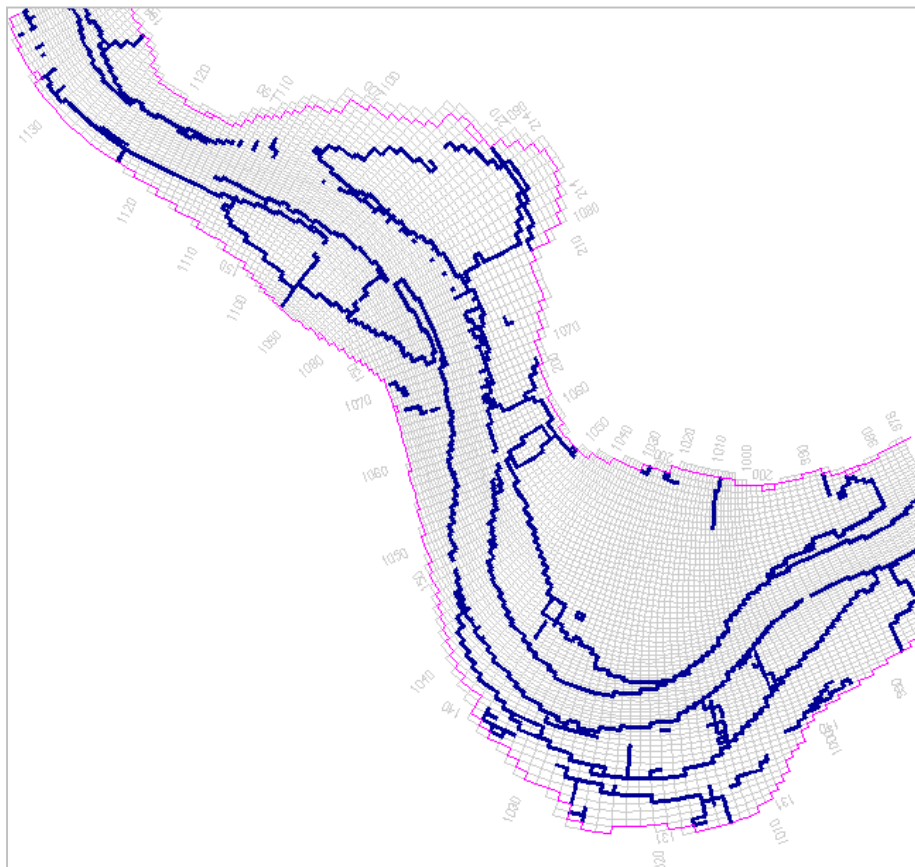


Bijlage 19

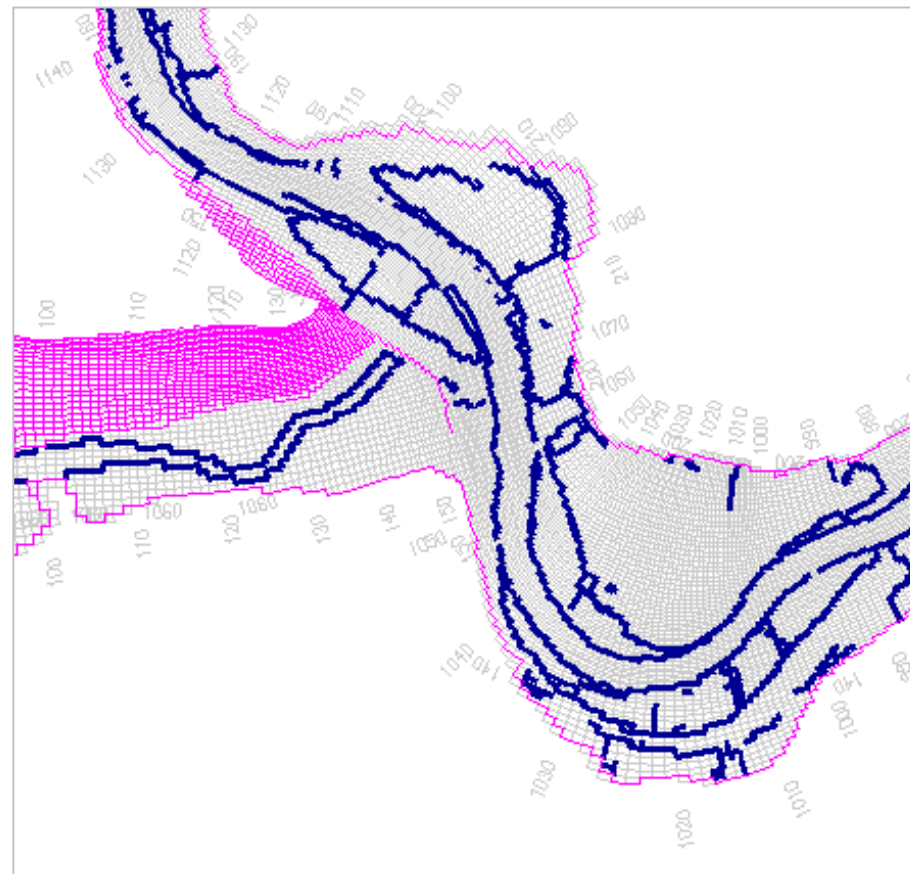
Logboek berekeningen Waqua

Paragraaf 7.3

Nulsituatie - referentieraster



Ontwerp bypass DHV ('mas6')



LEGENDA

- = overlaat
- = schot (afgesloten voor water)

Logboek berekeningen Waqua – IJsseldelta - afstudeeropdracht

Som	rvw	bodem	grid	overlaat	Schotjes-u	Schotjes-v	ruwheid
Siminp.WBov	/randvw/rvw_101_deb iet_Q0500_Olst.dat	'../bodem/bodem .mas6'	RGFfile='../rooster/i jd40m_3_bp.rgf	'../overlaten/overlaat.WBov'	'../schotjes/schothwvl-u.WBov'	'../schotjes/schothwvl-v.WBov'	'../ruwheid/ruw.karak- VIJ-a1a'

Basis som Wbov: siminp.mas6 - Wijzigingen t.o.v. *.mas 6:

Overlaten (file= '../overlaten/overlaat.WBov')

- Toegevoegd:

Typ	M	N	U_overflow heigt	U_sill up	U_sill down	V_overflow heigt	V_sill up	V_sill down	U/V Groyne/type
W	157	1058	1.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1059	1.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1060	1.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1061	1.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1062	1.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1063	1.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1064	1.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0

Schotjes U ('../schotjes/schothwvl-u.WBov')

- Uitgezet:

#mnn : mnnl = 157 1064 1067 # del wbov

- Toegevoegd:

mnn : mnnl = 157 1065 1072

mnn : mnnl = 156 1055 1056

mnn : mnnl = 157 1057 1057

Schotjes V ('../schotjes/schothwvl-v.WBov')

- Toegevoegd:

nmm : nmml = 1054 156 156

nmm : nmml = 1056 157 157

nmm : nmml = 1057 157 157

nmm : nmml = 1058 157 157

nmm : nmml = 1059 157 157

nmm : nmml = 1060 157 157

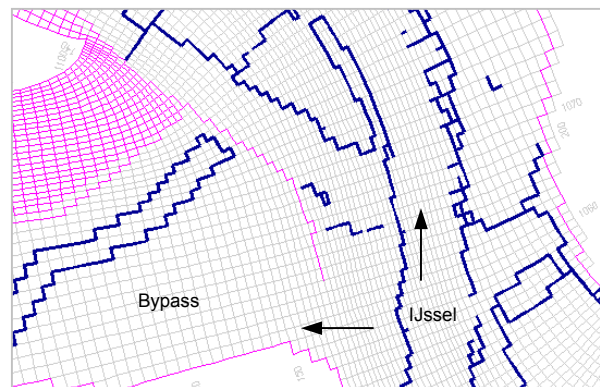
nmm : nmml = 1061 157 157

nmm : nmml = 1062 157 157

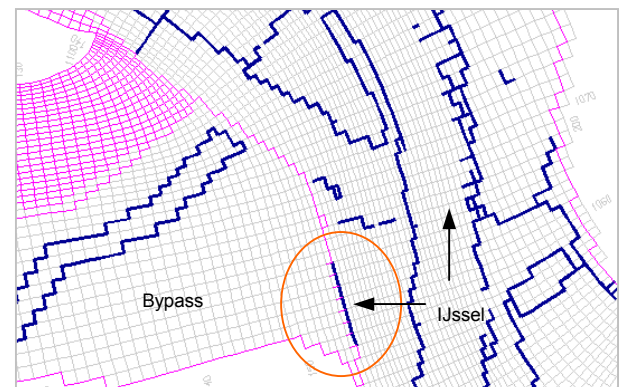
nmm : nmml = 1063 157 157

nmm : nmml = 1064 157 157

Uitgangssituatie: 'mas6' (225m¹)



Variant Wbov (250 m¹, drempel 1,5 m.+, schotjes)



LEGENDA	
—	= overlaat
—	= schot (afgesloten voor water)

Logboek berekeningen Waqua – IJsseldelta - afstudeeropdracht

Som	rvw	bodem	grid	overlaat	Schotjes-u	Schotjes-v	ruwheid
Siminp.Wbov2	/randvw/rvw_101_debiet_Q0500_Olst.dat	'../bodem/bodem.mas6'	RGFfile='../rooster/ij40m_3_bp.rgf	'../overlaten/overlaat.Wbov2'	'../schotjes/schothwvl-u.Wbov2'	'../schotjes/schothwvl-v.Wbov2'	'../ruwheid/ruw.karak-VIJ-a1a'

Basis som Wbov: siminp.mas6

Wijzigingen t.o.v. *.mas6:

Overlaten (file= '../overlaten/overlaat.Wbov2')

- Toegevoegd:

Typ	M	N	U_overflow heigt	U_sill up	U_sill down	V_overflow heigt	V_sill up	V_sill down	U/V Groyne/type
W	150	1060	1.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	''''6 0
W	151	1060	0.00	0.00	0.00	1.50	0.50	0.50	''''0 6
W	151	1061	1.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	''''6 0
W	152	1061	0.00	0.00	0.00	1.50	0.50	0.50	''''0 6
W	152	1062	1.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	''''6 0
W	153	1062	0.00	0.00	0.00	1.50	0.50	0.50	''''0 6
W	153	1063	1.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	''''6 0
W	154	1063	0.00	0.00	0.00	1.50	0.50	0.50	''''0 6
W	154	1064	1.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	''''6 0
W	155	1064	0.00	0.00	0.00	1.50	0.50	0.50	''''0 6
W	155	1065	1.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	''''6 0
W	156	1065	0.00	0.00	0.00	1.50	0.50	0.50	''''0 6

Schotjes U ('../schotjes/schothwvl-u.Wbov2')

- Uitgezet:

#mnn : mnnl = 157 1064 1067 # del wbov2

- Toegevoegd:

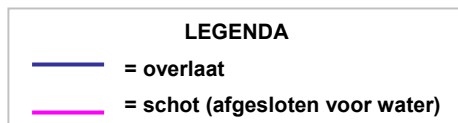
mnn : mnnl = 157 1067 1067

mnn : mnnl = 156 1066 1066

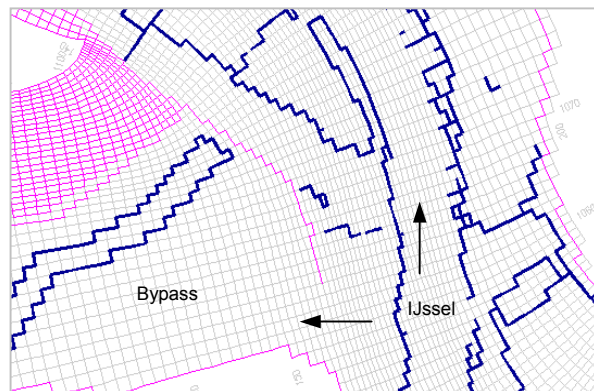
Schotjes V ('../schotjes/schothwvl-v.Wbov2')

- Toegevoegd

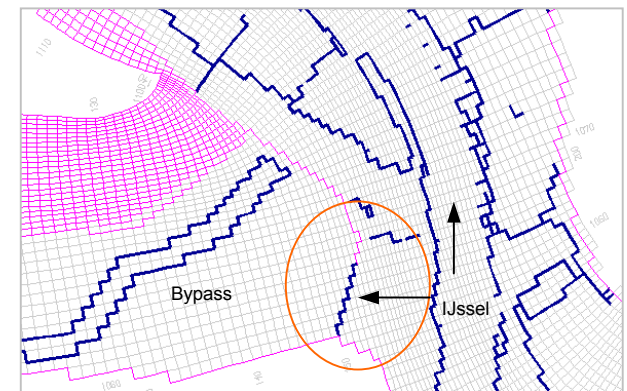
mnn : mnnl = 1066 157 157



Uitgangssituatie: mas6



Variant Wbov2 (250m¹, hoekverdraaiing)



Logboek berekeningen Waqua – IJsseldelta - afstudeeropdracht

Som	rvw	bodem	grid	overlaat	Schotjes-u	Schotjes-v	ruwheid
Siminp.Wbov3	/randvw/rvw_101_debiet_Q0500_Olst.dat	'../bodem/bodem.mas6'	RGFfile='../rooster/ij40m_3_bp.rgf	'../overlaten/overlaat.Wbov3'	'../schotjes/schothwvl-u.Wbov'	'../schotjes/schothwvl-v.Wbov'	'../ruwheid/ruw.karak-VIJ-a1a'

Basis som Wbov3: siminp.wbov

Wijzigingen t.o.v. *.wbov:

Overlaten (file= '../overlaten/overlaat.Wbov3')

Wijzigingen:

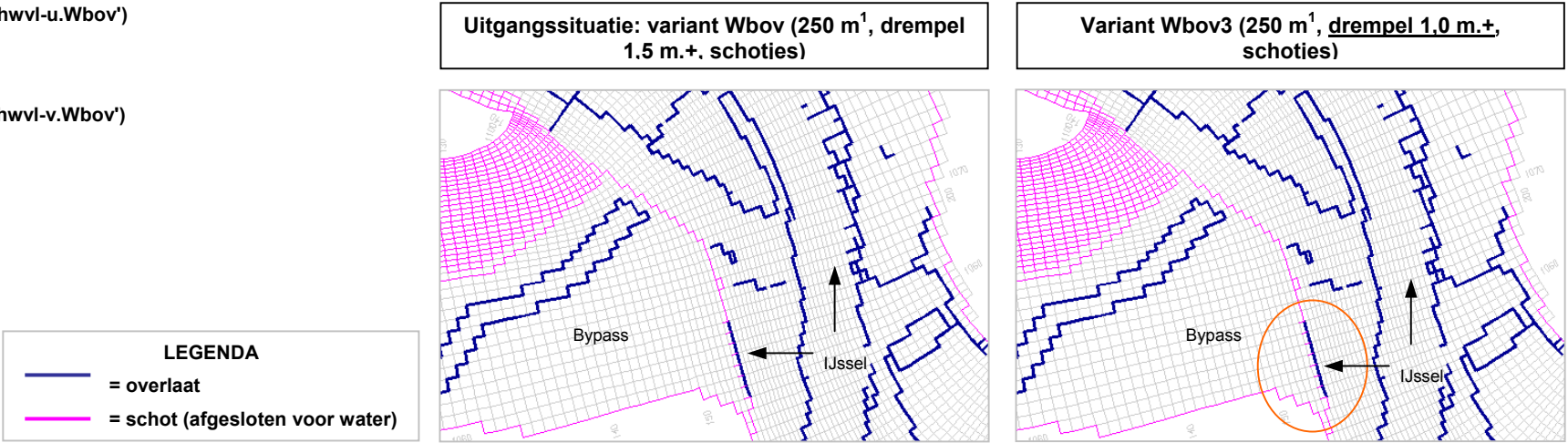
Typ	M	N	U_overflow heigt	U_sill up	U_sill down	V_overflow heigt	V_sill up	V_sill down	U/V Groyne/type
W	157	1058	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1059	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1060	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1061	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1062	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1063	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1064	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0

Schotjes U ('../schotjes/schothwvl-u.Wbov')

/

Schotjes V ('../schotjes/schothwvl-v.Wbov')

/



Logboek berekeningen Waqua – IJsseldelta - afstudeeropdracht

Som	rvw	bodem	grid	overlaat	Schotjes-u	Schotjes-v	ruwheid
Siminp.Wbov4	/randvw/rvw_101_debiet_Q0500_Olst.dat	'../bodem/bodem.mas6'	RGFfile='../rooster/ij40m_3_bp.rgf	'../overlaten/overlaat.Wbov4'	'../schotjes/schothwvl-u.Wbov'	'../schotjes/schothwvl-v.Wbov'	'../ruwheid/ruw.karak-VIJ-a1a'

Basis som Wbov4: siminp.wbov

Wijzigingen t.o.v. *.wbov:

Overlaten (file= '../overlaten/overlaat.Wbov4')

Wijzigingen:

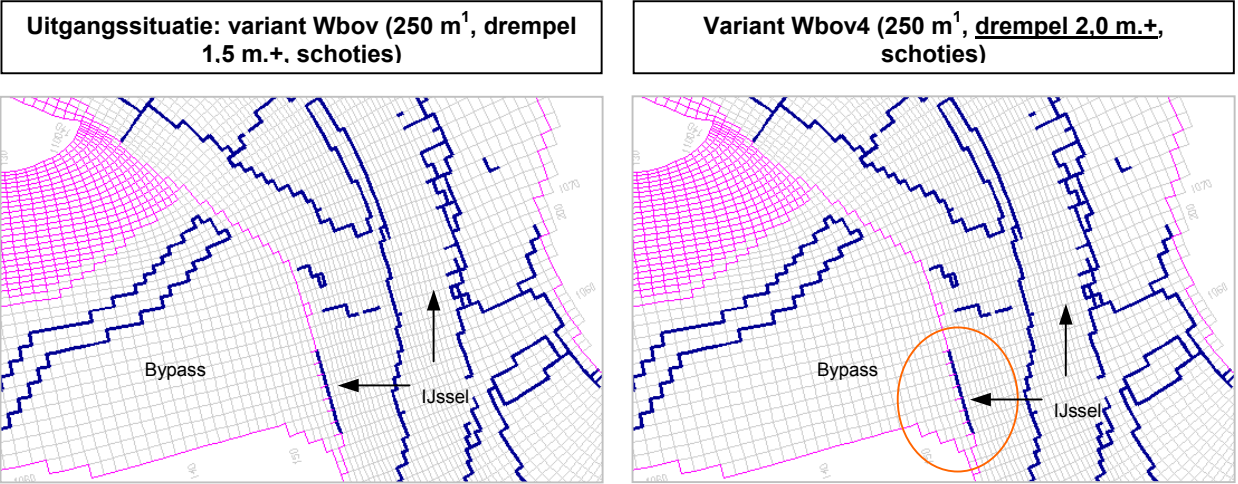
Typ	M	N	U_overflow heigt	U_sill up	U_sill down	V_overflow heigt	V_sill up	V_sill down	U/V Groyne/type
W	157	1058	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1059	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1060	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1061	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1062	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1063	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1064	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0

Schotjes U ('../schotjes/schothwvl-u.Wbov')

/

Schotjes V ('../schotjes/schothwvl-v.Wbov')

/



Logboek berekeningen Waqua – IJsseldelta - afstudeeropdracht

Som	rvw	bodem	grid	overlaat	Schotjes-u	Schotjes-v	ruwheid
Siminp.Wbov5	/randvw/rvw_101_debiet_Q0500_Olst.dat	'../bodem/bodem.mas6'	RGFfile='../rooster/ij40m_3_bp.rgf	'../overlaten/overlaat.Wbov5'	'../schotjes/schothwvl-u.Wbov5'	'../schotjes/schothwvl-v.Wbov5'	'../ruwheid/ruw.karak-VIJ-a1a'

Basis som Wbov3: siminp.wbov

Wijzigingen t.o.v. *.wbov3:

Overlaten (file= '../overlaten/overlaat.Wbov5')

Verwijderd:

W	157	1058	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1059	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1060	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0

Toegevoegd:

Typ	M	N	U_overflow heigt	U_sill up	U_sill down	V_overflow heigt	V_sill up	V_sill down	U/V Groyne/type
W	157	1065	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1066	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0
W	157	1067	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	'''' 1 0

Schotjes U ('../schotjes/schothwvl-u.Wbov5')

Toegevoegd:

mnn : mnnl = 157 1058 1060

Verwijderd:

mnn : mnnl = 157 1065 1067

Schotjes V ('../schotjes/schothwvl-v.Wbov5')

Verwijderd:

nmm : nmm1 = 1057 157 157

nmm : nmm1 = 1058 157 157

nmm : nmm1 = 1059 157 157

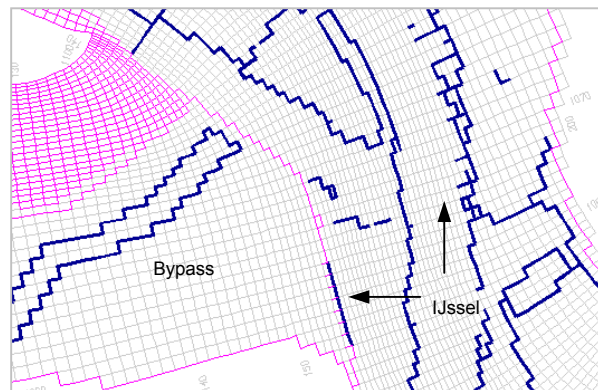
Toegevoegd:

nmm : nmm1 = 1065 157 157

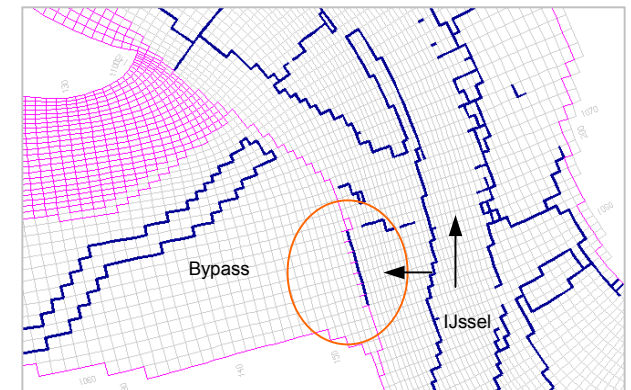
nmm : nmm1 = 1066 157 157

nmm : nmm1 = 1067 157 157

Uitgangssituatie: variant Wbov3 (250 m¹, drempel 1.0 m.+ schotjes)



Variant Wbov5 (250 m¹, drempel 1.0 m.+ schotjes). liqaina verder benedenstrooms



LEGENDA

- = overlaat
- = schot (afgesloten voor water)

Logboek berekeningen Waqua – IJsseldelta - afstudeeropdracht

Som	rvw	bodem	grid	overlaat	Schotjes-u	Schotjes-v	ruwheid
Siminp.Wbov7	/randvw/rvw_101_deb iet_Q0500_Olst.dat	'../bodem/bod em.mas6'	RGFfile='../rooster/i jd40m_3_bp.rgf	'../overlaten/overlaat.Wbov6'	'../schotjes/schothwvl-u.Wbov'	'../schotjes/schothwvl-v.Wbov'	'../ruwheid/ruw.karak- VIJ-a1a'

Basis som Wbov6: siminp.wbov6

Wijzigingen t.o.v. *.wbov6:

Overlaten (file= '../overlaten/overlaat.Wbov6')
 /

Schotjes U ('../schotjes/schothwvl-u.Wbov')
 /

Schotjes V ('../schotjes/schothwvl-v.Wbov')
 /

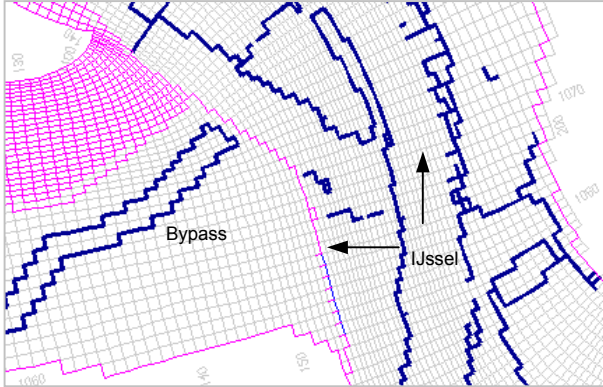
Kunstwerken (kunstwerk-l.wbov6)
 /

Kunstwerken (kunstwerk-p.wbov6)
 /

Kunstwerken (kunwk_sturing_FW_wbov7)

- Gewijzigd::
 - Barrier bovengrens op 1,5 m. +NAP (was 2,5 m. +NAP)

Variant Wbov6 (250 m¹, barrier 1,0-2,5 m. +NAP)



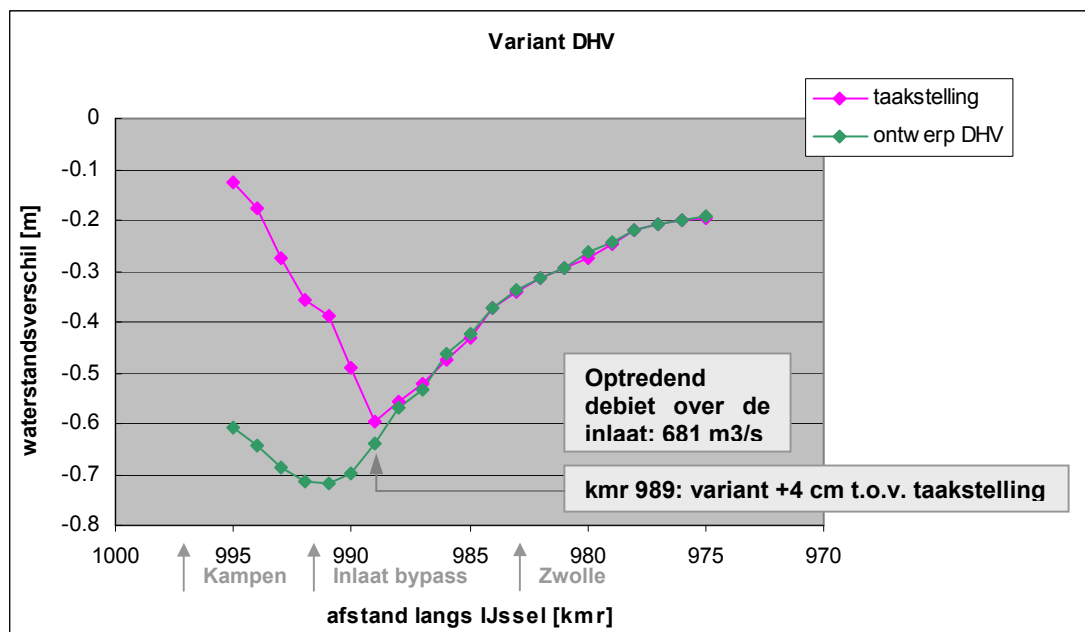
Bijlage 20

Resultaten berekeningen Waqua

Paragraaf 7.4.1

Ontwerpvariant DHV

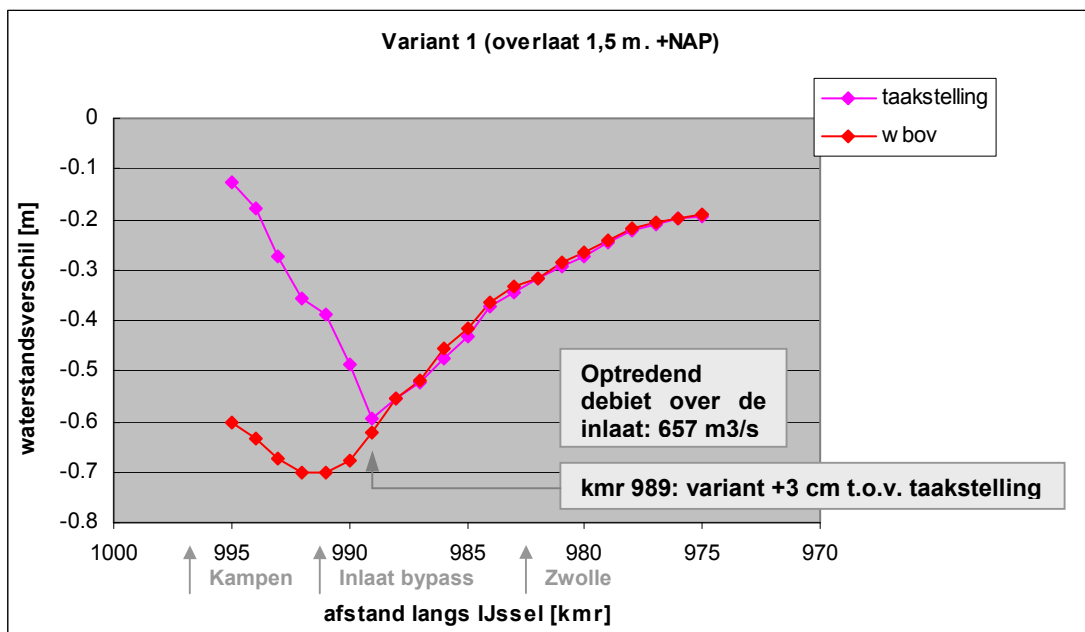
De referentiesituatie betreft de ontwerpvariant die door DHV is ontwikkeld. De effecten van deze ontwerpvariant op de waterstanden in de IJssel zijn in onderstaande grafiek weergegeven.



Uit de grafiek blijkt dat de ontwerpvariant van DHV voldoet aan de taakstellende eis. Ter plaatse van de inlaat (kmlr 991) is de waterstandsvaling veel meer dan benodigd, maar dit blijkt nodig om ook verder bovenstrooms aan de taakstelling te kunnen voldoen. In deze en volgende grafieken is ook de waarde van het debiet door de bypass en het verschil van waarden op 1 punt (kmlr 989) weergegeven.

Ontwerpvariant 1 - overlaat 1,5 m. +NAP

De eerste ontwerpvariant, het overlaatprincipe met een breedte van 250 m¹, een kruinhoogte van 1,5 m. +NAP, gesitueerd als inpassing in het huidige dijktracé, geeft de volgende resultaten in Waqua:

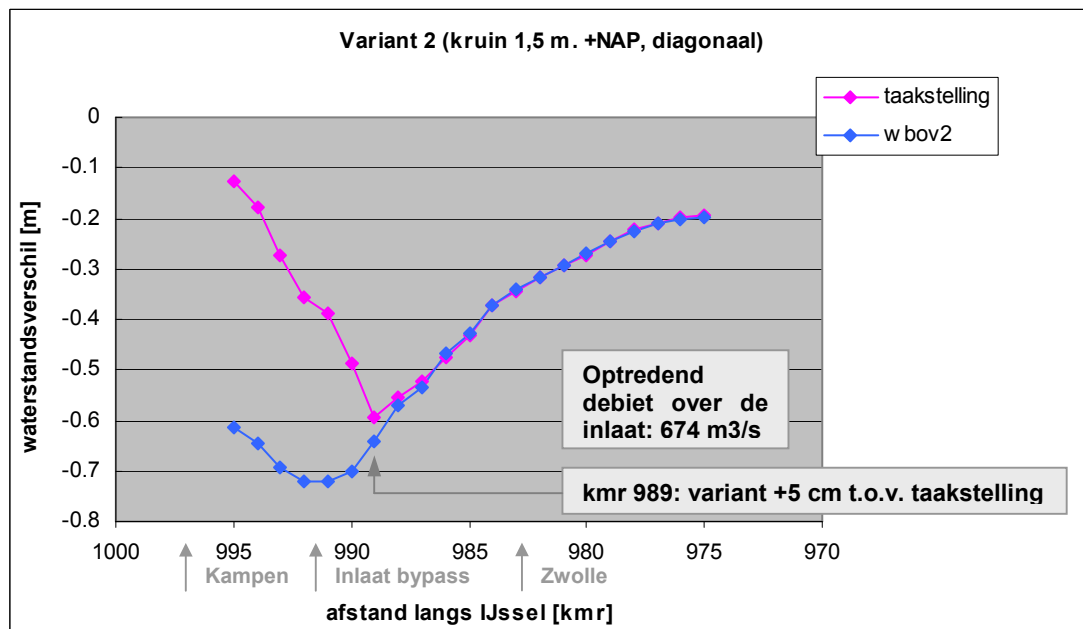


In vergelijking met de ontwerpvariant van DHV scoort variant 1 minder goed, al gaat het om een tekort van 0-2 cm. aan waterstandsvaling t.o.v. de taakstelling. Objectief beschouwd voldoet deze variant niet geheel aan de taakstellende eis.

Conclusie: variant 1 voldoet NIET aan de taakstelling

Ontwerpvariant 2 - overlaat 1,5 m. +NAP diagonaal

Deze variant is wezenlijk anders dan variant 1, aangezien de inlaat diagonaal t.o.v. het rekenrooster is geschematiseerd. De hoek die de inlaat maakt ten opzichte van de hoofdlijnen van de stromingsrichting in de IJssel wordt hiermee gereduceerd. Als gevolg hiervan is te verwachten dat de weerstand van het water op de instroom in de bypass minder wordt, wat betere resultaten oplevert.



Ten opzichte van variant 1 scoort de 'diagonale overlaat' beter. Vergeleken met de taakstelling scoort deze variant voldoende. Op alle punten wordt voldaan aan de minimale waterstandsval. Buiten de hoek van instroom zijn er ook andere oorzaken te noemen die het betere resultaten verklaren. Door de dijkverlegging ontstaat er namelijk meer 'ruimte voor de rivier', wat een gunstig effect heeft op de waterstandsval. Daarnaast zijn bij deze variant geen schotjes toegepast als schematisatie van de wanden van de constructie. Dit zal ook een gunstig effect hebben op de doorstroming. Niettemin zijn deze oorzaken een realistisch gevolg van de configuratie van deze variant.

Conclusie: variant 2 voldoet aan de taakstelling

GEVOELIGHEIDSANALYSE INVALSHOEK STROMING

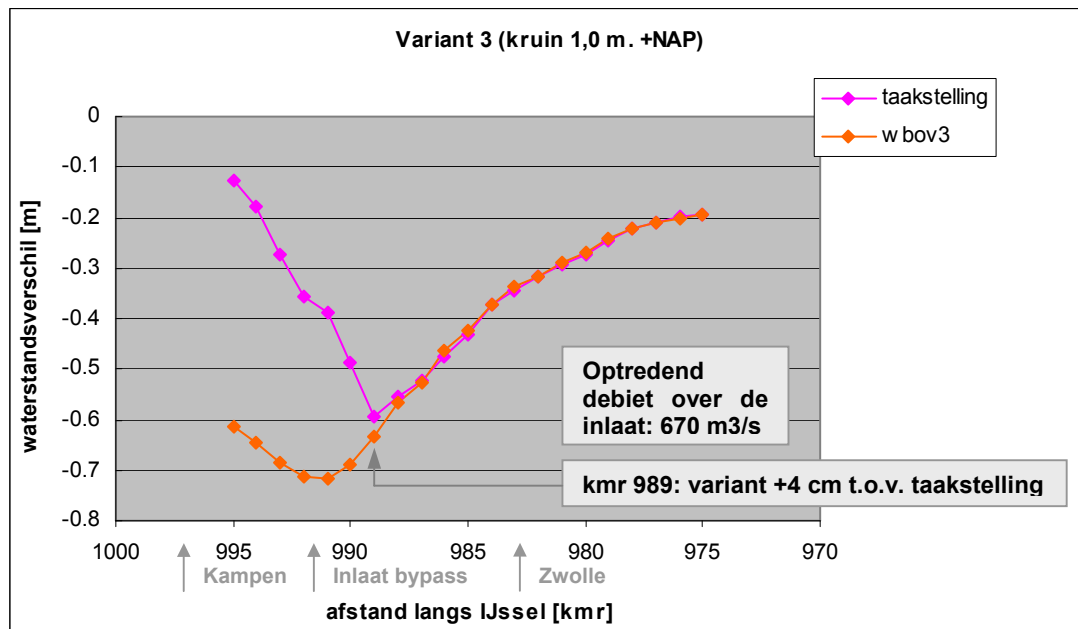
De hoek van de inlaat ten opzichte van de stroming blijkt van invloed op de resultaten, volgens de verwachting. Een compleet beeld van resultaten met verschillende invalshoeken is niet te geven, aangezien het programma Waqua is gebonden aan het rekenraster. De conclusies m.b.t. de invloed van de 'hoek van inval' op de inlaat zijn dan ook beperkt gebleven tot de volgende twee punten:

- Een kleinere hoek van inval ten opzichte van de stromingsrichting geeft betere resultaten bij de beschouwde variant 2, t.o.v. variant 1.
- De invloed op de waterstandsval bij variant 2 is over het invloedsgebied 0-2 cm. t.o.v. variant 1. Hoe deze invloed verandert als de inlaat onder een andere hoek t.o.v. de stromingsrichting gesitueerd wordt, is met Waqua niet direct te bepalen.

Ontwerpvariant 3 en 4 - overlaat resp. 1,0 en 2,0 m.+NAP

Op basis van variant 1 zijn nog twee varianten doorgerekend, om daarmee de invloed van de kruinhoogte van de inlaat op de waterstandsddaling te analyseren. Variant 3 heeft een kruinhoogte van 1,0 m. +NAP (gelijk aan maaiveldhoogte), variant 4 heeft een kruinhoogte van 2,0 m. +NAP. (Bij variant 1 is een kruinhoogte van 1,5 m.+NAP aangehouden)

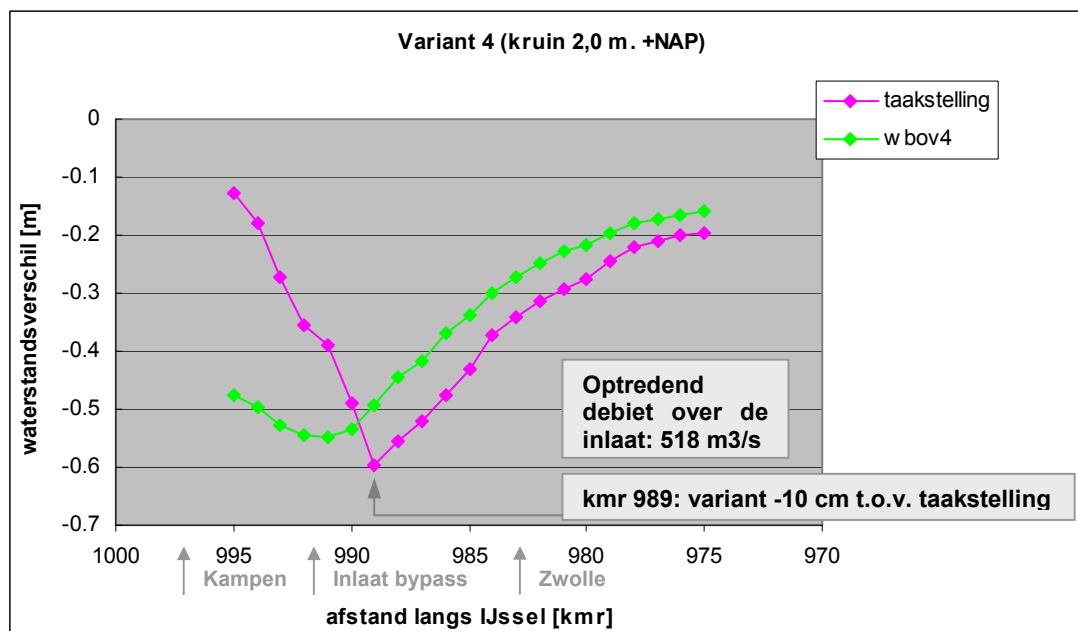
De volgende resultaten zijn door Waqua gegenereerd voor variant 3:



En opzichte van variant 1 worden betere resultaten gegeven bij deze ontwerpvariant, met dus een verlaging van de kruinhoogte naar 1,0 m. +NAP, gelijk aan de bodemhoogte rond de bypass. Ten opzichte van variant 1 is de extra waterstandverlaging tussen 0-1 cm. Ten opzichte van de taakstelling voldoet variant 3 nagenoeg op alle punten. Ten opzichte van de ontwerpvariant van DHV zijn de resultaten nagenoeg identiek.

Conclusie: variant 3 voldoet aan de taakstelling

De volgende resultaten zijn door Waqua gegenereerd voor variant 4:



Variant 4, met een kruinhoogte van 2,0 m. + NAP, voldoet duidelijk niet aan de waterkerende veiligheidseis. De invloed van de drempelhoogte op de waterstandsverlaging is hier duidelijk waarneembaar. Ten opzichte van variant 1 treedt er 3-15 cm. minder waterstandsverlaging op.

Conclusie: variant 4 voldoet NIET aan de taakstelling

GEVOELIGHEIDSANALYSE KRUINHOOGTE

De kruinhoogte van de overlaat heeft invloed op de waterstandsverlaging in de IJssel. Voor de drie beschouwde varianten (variant 1, 3 en 4) geldt dat hoe hoger de kruin is gesitueerd t.o.v. NAP, des te kleiner de optredende waterstandsverlaging is die in de IJssel optreedt.

Het formuleren van een bepaalde relatie tussen kruinhoogte en waterstandsval is vanwege het beperkte gegevens niet betrouwbaar. Wel kan de invloed van de drempelhoogte op de afvoer worden geanalyseerd.

Variant 1: kruinhoogte 1,5 +NAP → $Q = 657 \text{ m}^3/\text{s}$
 Variant 3: kruinhoogte 1,0 +NAP → $Q = 670 \text{ m}^3/\text{s}$ (0,0 m. t.o.v. maaiveld)
 Variant 4: kruinhoogte 2,0 +NAP → $Q = 518 \text{ m}^3/\text{s}$

→ Als de kruinhoogte afneemt, geeft dit een groter debiet over de constructie.

VERGELIJK HANDBEREKENING BIJLAGE 12

In bijlage 12 is bij de berekening van de onvolkomen overlaat de hoogte van de kruin gevarieerd. Daaruit bleek dat een debiet van 700 m³/s kan optreden bij kruinhoogtes van 0,0-1,5 m. t.o.v. maaiveldhoogte. De invloed van de kruinhoogte op de afvoer blijkt in de berekening klein. In Waqua is het optredend debiet bij kruinhoogtes van 1,0 en 1,5 m. +NAP ook weinig verschillend. Dat effect komt overeen met de handberekening. Als de kruinhoogte echter stijgt naar 2,0 m. +NAP dan heeft de kruin wel degelijk invloed op het optredende debiet (daling Q naar 518 m³/s). Oorzaken zijn in bijlage 12 ook al aangehaald:

'Het hangt af van de ontwikkeling van de bovenstroomse waterstand of een debiet van 700 m³/s ook werkelijk optreedt. Te verwachten is dat een hogere kruin een remmende werking heeft op het debiet, aangezien de inlaatconstructie een onderdeel is van een groter watersysteem (het water kan meerdere kanten op en zal dus niet blijven opstuwen voor de constructie).'

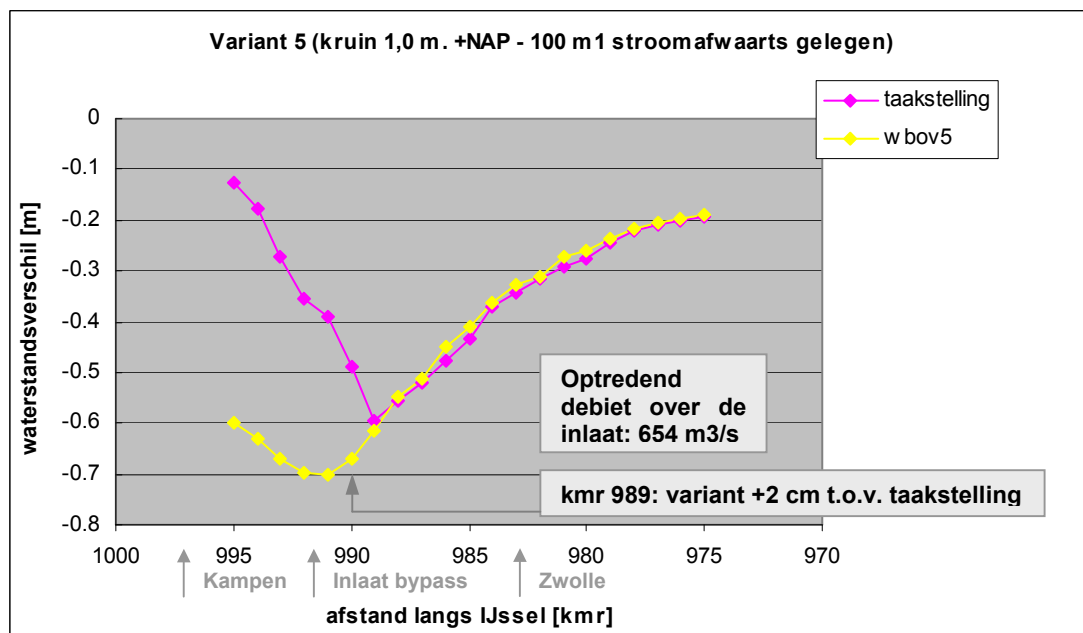
Deze verwachtingen blijken juist te zijn. Indien de kruinhoogte groter wordt (boven 1,5 m. +NAP), ontstaat er meer weerstand over de constructie. Om hetzelfde debiet te laten optreden dient het verval groter te worden. Het water zal echter niet opstuwen als het ook via een andere weg (de IJssel) kan worden afgevoerd. Gevolg is dus een gelijkblijvende waterstand bovenstrooms van de inlaat, waardoor het debiet in de bypass afneemt.

CONCLUSIE

De invloed van de kruinhoogte op het optredend debiet in de bypass is vanaf een bepaalde waarde zeker merkbaar. Oorzaak is de invloed van het complete watersysteem, waar de inlaat onderdeel van is. Getoetst aan de taakstelling voldoet alleen variant 3 (drempel op maaiveldhoogte!) aan de vereiste waterstandsval.

Ontwerpvariant 5

Op basis van variant 3 is variant 5 doorgerekend. De laatste genoemde is 100 meter stroomafwaarts gesitueerd ten opzichte van de andere variant. Overige parameters zijn gelijk gebleven.



De stroomafwaarts gelegen variant scoort over het hele invloedsgebied minder goed ten opzichte van variant 3. De verschillen zijn 0-2 cm. Vergeleken met de taakstelling scoort deze variant dan ook onvoldoende.

Conclusie: variant 5 voldoet NIET aan de taakstelling

GEVOELIGHEIDSANALYSE LOCATIE BYPASS

De locatie van de bypass langs de rivier is van invloed op de mate van waterstandsverlaging die wordt gerealiseerd. Deze stelling is onderbouwd met het vergelijk van de varianten 3 en 5. Variant 5 is 100 m. benedenstrooms gelegen t.o.v. variant 3.

De volgende conclusie kan worden getrokken:

- Een ligging van de invloed verder benedenstrooms heeft een negatief effect op de optredende waterstandsverlaging (minder waterstandsverschil t.o.v. variant 3).

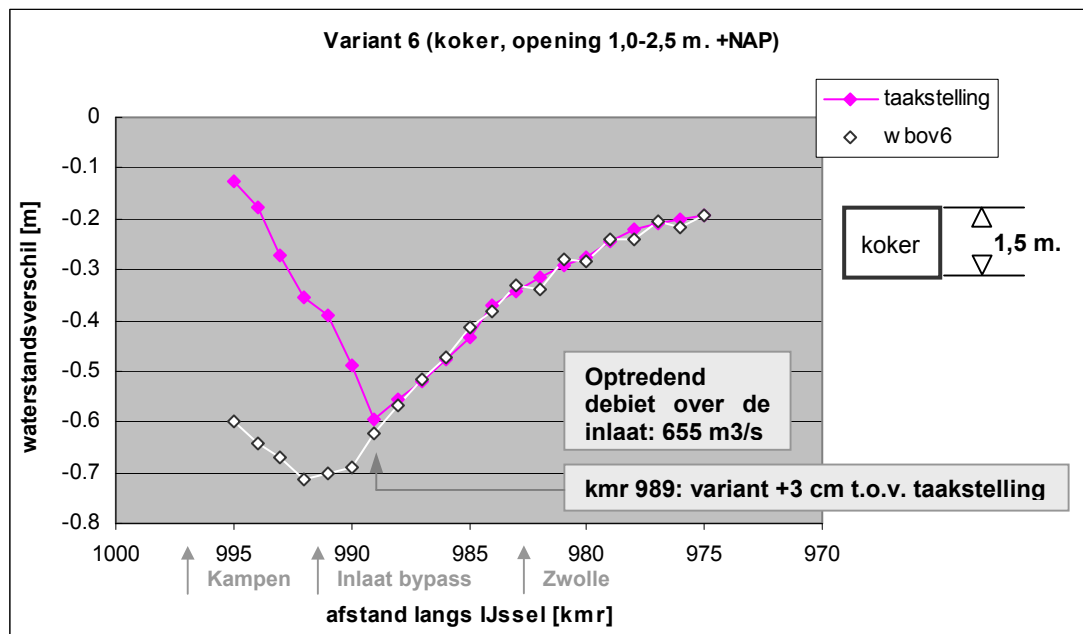
Mogelijke oorzaken voor dit verschijnsel kunnen zijn:

- Onregelmatigheden in het landschap die extra stromingsweerstand kunnen veroorzaken.
- Een kleiner verval over de inlaatconstructie aangezien verder benedenstrooms in de rivier lagere waterstanden optreden.
- De invloed van de geometrie van de rivier. Ter plaatse van een vernauwing zal het effect van de inlaatconstructie op de waterstandsdeling groter zijn dan ter plaatse van een verbijding in het stroombeeld.

Naast de genoemde mogelijke oorzaken is ook visueel af te leiden wat het effect van een verschuiving van de inlaat is op de waterstandsdeling. Indien de waterstandsverschillijn (van bijv. variant 5) verder naar links (verder benedenstrooms) wordt verschoven, heeft dat een negatief effect op de te leveren waterstandsdeling bovenstrooms van de inlaat.

Ontwerpvarianten 6 en 7

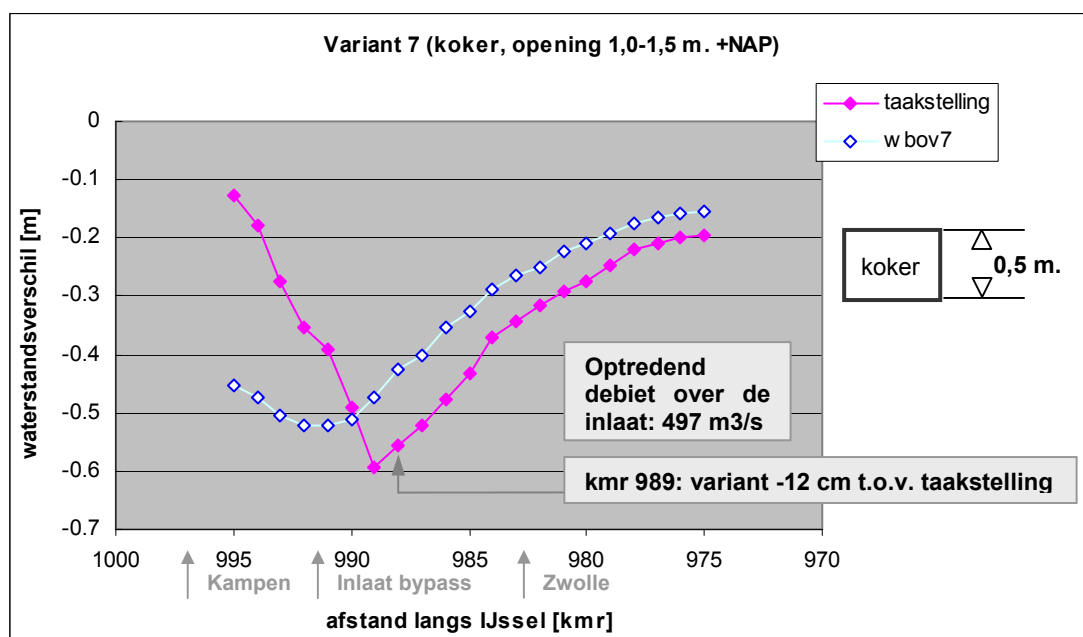
Bij deze configuratie is de inlaat geschematiseerd als kokerconstructie, door de inlaat in Waqua in te voeren als 'barrier'. De doorstroomhoogte is daarmee begrensd op 1,5 meter. De volgende resultaten zijn in Waqua gevonden voor variant 6:



Ten opzichte van de taakstelling geeft variant 6 voldoende waterstandsdeling op nagenoeg alle punten. Ten opzichte van variant 3 (kruin 1,0 m. +NAP) zijn de resultaten een fractie lager. Oorzaak daarvan is de beperking van het doorstroomoppervlak door de koker. De invloed van deze beperkende factor blijft beperkt aangezien de optredende waterstanden over de inlaat niet veel hoger zijn dan de bovengrens van de koker. Wat de effecten zijn indien dit wel het geval is, wordt geanalyseerd bij ontwerpvariant 7.

Conclusie: variant 6 voldoet aan de taakstelling

Bij variant 7 is de bovengrens van de koker bepaald op 1,5 m. + NAP. Het doorstroomoppervlak is daarmee een factor 3 verkleind ten opzichte van variant 6. De resultaten zijn als volgt:



De invloed van het verkleinde stroomoppervlak is hier duidelijk waarneembaar. De vereiste waterstandsaling wordt niet gehaald.

Conclusie: variant 7 voldoet NIET aan de taakstelling

INVLOED STROOMPRINCIPE

Het type constructie dat wordt toegepast voor de inlaatconstructie kan van invloed zijn op de benodigde dimensies van de constructie. Bij het vergelijken van het overlaatprincipe en het kokerprincipe is de verwachting dat de laatst genoemde meer weerstand geeft voor de instroom van water in de bypass. Dit blijkt uit de resultaten (variant 6/7), hoewel bij variant 6 nog wel aan de taakstelling wordt voldaan.

De volgende conclusie kan worden getrokken:

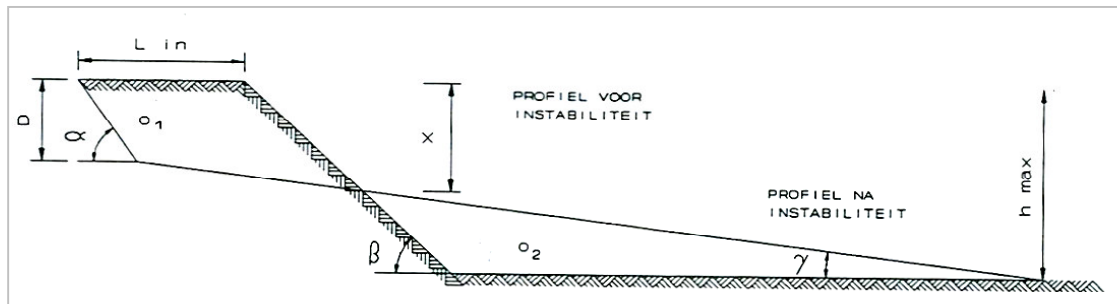
- Het kokerprincipe als inlaatwerk geeft een extra weerstand voor de stroming van het water in de bypass. De invloed ervan blijkt beperkt te zijn bij variant 6, die nog voldoet aan de taakstellende eis.

Berekening bodembescherming

Ontwerprelatie

$$L_{\text{bod}} \geq L_{\text{in}}$$

			Waarde	Waterdiepte	Stroomsnelheid [m/s]
invoer	Lbod =	lengte bodembesch. [m]	5	1,7	1,9
uitvoer	Lin =	inscharingslengte	4,7		
uitvoer	hmax =	berekende kuildiepte	1,7	(8 uur)	
uitvoer	t1 =	Tijdsduur [uren]	8		



D =	Breshoogte [m]
hmax	Kuildiepte [m]
Beta =	Aanzethelling [graden]
y =	Helling na instabiliteit [graden]
alpha =	Helling bres na instabiliteit [graden]
x =	Valhoogte [m]
O1/O2 =	Oppervlakken [m2]

Grootheid	Formule	Waarde
Lin	$x * (\cot E - \cot B)$	4,68619195
cotE	$[(x-D)*\cot y + D*\cot \alpha] / x$	2,66961648
x	$a * h_{\text{max}}$	1,22104621

E =	gemiddelde helling na instabiliteit [graden]
a =	coefficient

Instabiliteit door
zettingsvloeiing

Variabelen zettingsvloeiing

Variabele	gemiddeld	afwijking	Waarde
alfa	20 graden	5 graden	20
Beta	15 graden	5 graden	15
y	3.5 graden	1 graad	3,5
D	0,43 hmax	2 meter	0 veilige ontwerpwaarde
a	$0.5 \leq a \leq 1,0$		0,7

Instabiliteit door
afschuiving

Variabelen afschuiving

Niet van Toepassing

Berekening hmax

Ontwikkelingsfase
Relatie

$$(h_{\max}/h_{\text{ben}}) = (t/t_1)^y$$

Variable	Toelichting	Waarde	Toelichting
hmax	maximale kuil diepte [m]	1,74435173	
hben	waterdiepte aan rand bodembescherming [m]	1,7	resultaten Waqua
t1	tijdstip waarop hmax = hben [uren]	7,5011377	formule t1
y	Factor [-]	0,4	alg. geldt deze waarde
t	tijdstip [uren]	8	t=t1 - max. ontgroning

Formule t1

Grootheid	Formule	Waarde	Toelichting
t1	$330 * \delta^{1,7} * h_{\text{ben}}^2 * (\alpha_1 * U_d - U_{kr})^{-4,3}$	7,5011377	
delta	Relatieve dichtheid bodemmateriaal [-]	0,8	(=y-yw/yw) klei: 18 kN/m3
alfa 1	Lokale turbulentiefactor [-]	2,01328392	formule alfa 1
Ud	dieptegem stroomsnelh rand bodembesch.[m/s]	1,9	resultaten Waqua
Ukr	Kritische stroomsnelheid bodemmateriaal [m/s]	1	aanname: kleigrond

Formule alfa 1

Grootheid	Formule	Waarde	Toelichting
alfa 1	$1,5 + 4,4 * r_0 * f_c$	2,01328392	
r0	Relatieve turbulentie-intensiteit [-]	0,09332435	formule r0
fc	C/C0 voor C>40, anders 1 [-]	1,25	
C0	Chezy ref. factor [m^0,5/s]	40	vaste waarde
C	Chezy ruwheid	50	aanname (k=50 mm,aarde)

Formule r0

Grootheid	Formule	Waarde	Toelichting
r0	zie *1	0,09332435	*1 (geldt voor Lbod>6D)
C	Chezy ruwheid bodemverdediging [m^0,5/s]	45	k=5 mm (breuksteen)
Ddrempel	drempelhoogte [m]	0	geen drempel aanwezig
g	zwaartekrachtsversnelling [m/s2]	9,81	

***1**

$$\sqrt{0.0025 * \left(1 - \frac{D_{\text{drempel}}}{h_{\text{ben}}}\right)^{-2} * \left(\frac{L_{\text{bod}} - 6D_{\text{drempel}}}{6.67 h_{\text{ben}}} + 1\right)^{-1.08} + 1.45 \frac{g}{C^2}}$$

Bijlage 21

Berekeningen bodembescherming

Paragraaf 7.6.1

Excel

Bijlage 22

Uitvoeringsmogelijkheden

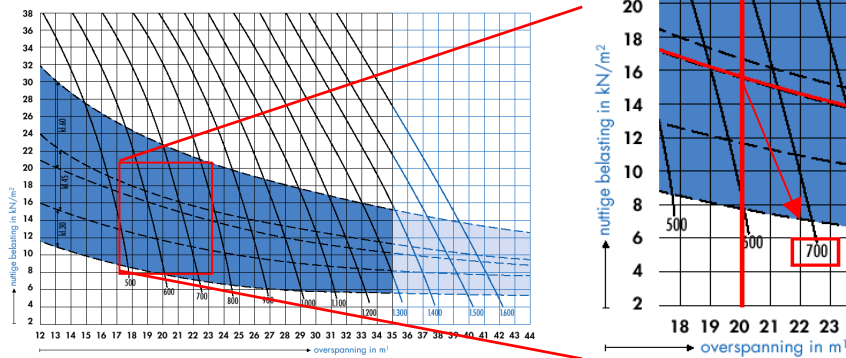
Paragraaf 8.1.

Bron: Leidraad Kunstwerken 2003 (TAW)

Optie A: volledige prefab constructie

Dit is een relatief eenvoudige oplossing voor het uitvoeringsproces, aangezien de constructiedelen op de bouwplaats worden aangeleverd. Wel zal het logistieke proces veel meer aandacht moeten krijgen. Om een eerste indicatie te krijgen van dimensies van prefab constructiedelen, bieden grafieken zoals hieronder weergegeven snel een beeld.

Gegevens Rizor Z ligger:



De grafiek geeft aan bij welke overspanning en belasting een bepaald type voorspanligger vereist is. Bron: Romein Beton

- | | |
|------------|--|
| Voordelen: | Kort uitvoeringsproces |
| Nadelen: | Optimaliseringsproces wordt te niet gedaan |
| | De winst moet gedeeld worden met een ander bedrijf |
| | Logistiek proces vaak duur |

Optie B: voorgespannen prefab liggers i.c.m. gestort dek

Prefab liggers worden naar de bouwlocatie vervoerd. Hierbij worden eerst de prefab liggers geplaatst. Na plaatsing kan het dek gestort worden. Het dek wordt gestort en gaat samen met de liggers een geheel vormen.

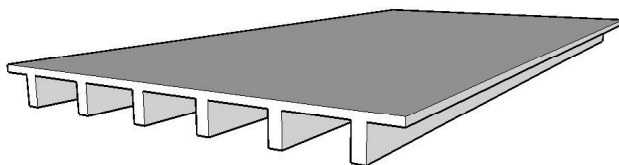


Prefab voorgespannen balken met daarop een gestort dek

- | | |
|-----------|---|
| Voordelen | Relatief kort uitvoeringsproces |
| Nadelen | Liggers zullen zwaarder geconstrueerd worden aangezien het dek in de productiefase nog niet aanwezig is en daardoor geen (druk)kracht kan opnemen |

Optie C: in situ gebouwde constructie met nagetrokken voorspanning

De balken vormen een geheel met het dek en zal in één stort (~80 m³ beton) geproduceerd kunnen worden. Er is beperkte tot geen ruimte voor het voorspannen als meerdere dekdelen achter elkaar worden gebouwd. Een goede oplossing zal bedacht moeten worden.



Balken en dek zullen in een stort gemaakt worden en daardoor is het een geheel

- | | |
|-----------|------------------------------------|
| Voordelen | Dek kan fungeren als druklaag |
| | Constructiehoogte is laag (~1,0 m) |
| Nadelen | Lang uitvoeringsproces |
| | Uitvoering is moeilijk haalbaar |

Bijlage 23

Berekening dek in ESA PW

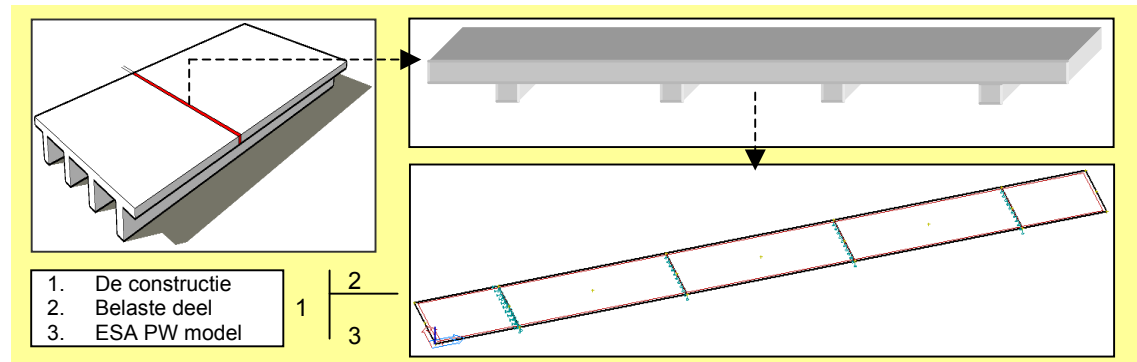
Paragraaf 8.2

Bron: Dictaat IGO203 Inleiding voorgespannen beton
Voorgespannen Beton van prof. dr. ir. J.C. Walraven

Het doel van deze bijlage is een beter inzicht krijgen van de verwerking van de puntlasten binnen het dek. Hierbij is in het verslag in paragraaf 8.2. een (te veilige) handberekening gemaakt. Tijdens de berekeningen wordt er zonder afgeronde getallen verder gerekend

Schematisering

De belasting die het dek moet kunnen dragen, is in NEN 6788 vastgesteld. De puntlasten van de verkeersbelasting worden opgenomen door het dek en de balken. Deze zullen als een geheel werken. Voor het uitrekenen van de dekdikte wordt een andere schematisering toegepast.



Het dek wordt beschouwd als een balk van 1.000 mm breed met een lengte (de wegbreedte) van 10m en 4 lijn ondersteuning (balken)

Toelichting

- De puntlasten worden als puntlast ingevoerd.
- De onderlinge afstand van de puntlasten is 1,0 m en daarom is deze balkbreedte gekozen
- Deze berekening geeft alleen een idee van de spreiding van de lasten over de constructiebreedte.

Waarmee in ESA PW de volgende profielen worden ingevoerd.

Belastingen

Voor het dek gelden de volgende belastingen:

Permanente belasting

Asfaltlaag	Dik	100mm	2,30 kN/m ²
Bovenste betonlaag dek	Dik	350mm	8,75 kN/m ²
Extra onderdelen		10 %	1,11 kN/m ² +
Totaal			12,16 kN/m ²

Veranderlijke belastingen

Verkeersbelasting	gelijkmatig aslasten	3kN/m ² 150kN	3,00kN/m ²
Totaal			3,00kN/m

Zo geldt:

Loadcases

Case	Name:	coeff	Description
1	EG	1.20	Permanent - Loads
2	PL	1.50	Permanent - Loads
3	VB	1.50	Permanent - Loads

Loadcase no. 1 - Distributed loads 2D

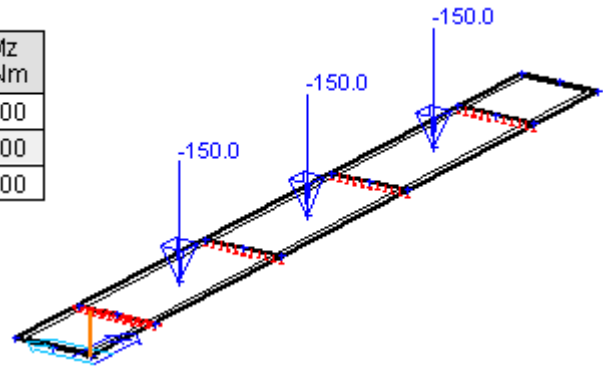
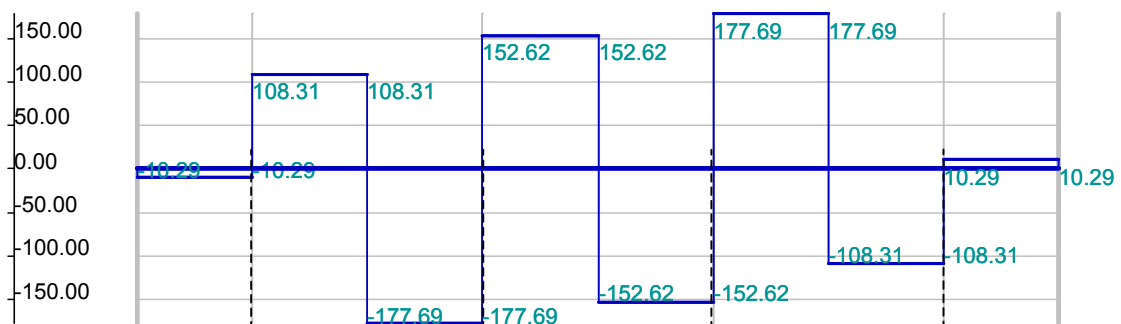
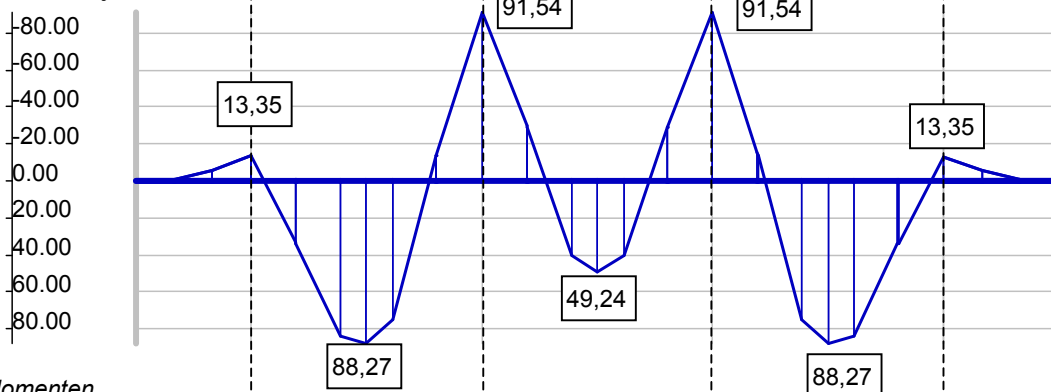
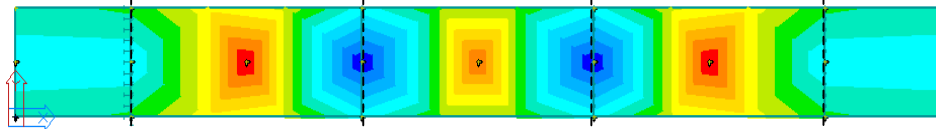
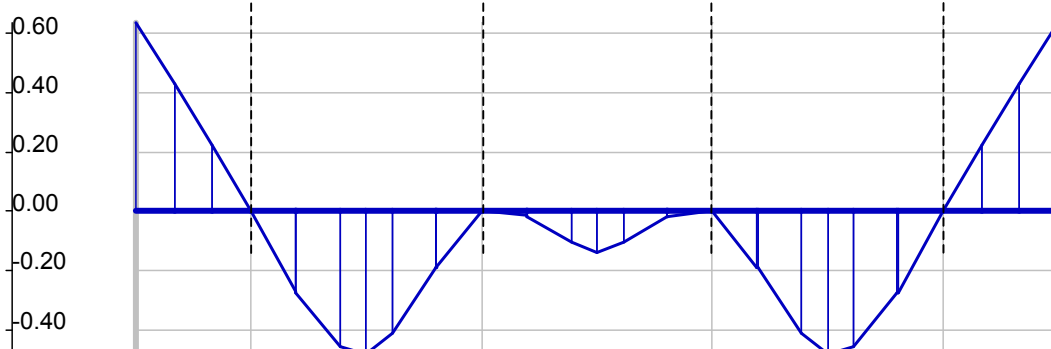
macro	qx kN/m ²	qy kN/m ²	qz kN/m ²
1	0.00	0.00	-10.78

Loadcase no. 2 - nodal loads

node	Fx kN	Fy kN	Fz kN	Mx kNm	My kNm	Mz kNm
17	0.00	0.00	-150.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	-150.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	-150.00	0.00	0.00	0.00

Loadcase no. 3 - Distributed loads

macro	qx kN/m ²	qy kN/m ²	qz kN/m ²
1	0.00	0.00	-3.00

**Resultaten***Dwarskrachtenlijn**Momentenlijn**Momenten
(van boven gezien)**Doorbuiging*

Waardes van de momenten

De constructie betreft een veelzijdige oplegging. Met de rekenlengte = 2.500 mm. Voor het maatgevende moment is aangenomen dat zowel onder als boven $M = 0,100 q \ell^2$. Bron Briedé tabel 8.29.

Optredende externe momenten

			Veld	Steunpunt	
M_d	Rekenwaarde UGT	1,2 PB + 1,5 VB	91,54	88,27	kNm
M_{mon}	Momentane moment	1,0 PB + 0,6 VB	39,11	36,10	kNm
M_{rep}	Rekenwaarde BGT	1,0 PB + 1,0 VB	61,99	59,15	kNm
M_g	Eigen gewicht	1,0 PB	3,19	8,46	kNm

Het verschil tussen het veld- en steunpuntsmoment is zeer klein. Dus de toe te passen wapening is boven gelijk aan onder.

Het scheurmoment

M_r	Korte belasting	$M_r = 1,4 f_{br} W$	153,64	kNm
M_{rt}	Langdurige belasting	$M_{rt} = 1,2 f_{br} W$	131,69	kNm
f_{br}	Gem. buigsterkte	$f_{br} = (1,6 - h) f_{bm}$	5,375	N/mm ²

Voor het wapeningspercentage geldt $k \times \omega_o = M_d / (f_b \times b \times d^2) = 91,54 / (39 \times 1,00 \times 0,305^2) = 25,23$.

Waarmee volgt volgens Briedé tabel 8.35, een wapeningspercentage van $k \times \omega_o = 2,60$

Met $k = f_s / f_b = 435 / 39 = 11,15$

Waardoor $\omega_o = 2,60 / 11,15 = 0,233$ %. Dus per meter $A_{staal} = 0,233/100 \times 1000 \times 305 = 711 \text{ mm}^2$ waardoor gekozen:

Gekozen wapening $\varnothing 12 - 150$ met ($A_{staal} = 754 \text{ mm}^2$ en $\omega_o = 0,247\%$)

Controle berekening van de doorbuiging

Doorbuiging berekening equivalente buigstijfheid (α methode)

$$U_{eind} = U_{tot} = \frac{5}{48} \times \frac{M_{rep} \ell^2}{\alpha EI}$$

Alle componenten zijn bekend in deze formule behalve α . Daarvoor gelden de volgende regels.

- Indien $M_{rep} \leq M_{rt}$ dan geldt:
 1. $\alpha = 1 / (1 + \frac{3}{4} \varphi)$ Voor de waarde van φ Briedé tabel 8.48.
- Indien $M_{rep} > M_{rt}$ de grootste waarde aanhouden van:
 1. $\alpha = 0,27 \sqrt{\omega_o}$
 2. $\alpha = \alpha_1 - 0,1 \frac{\Sigma M_{mon}}{\Sigma M_{rep}}$

Voor α geldt dat $M_{rep} = 61,99 \leq M_{rt} = 131,69$ waardoor:

1. $\alpha = 1 / (1 + \frac{3}{4} \varphi)$ met $\varphi = 1,60$ geeft $\alpha = 0,455$

Met $\alpha EI = 0,455 \times 38.500 \times (1/12 \times 1.000 \times 350^3) = 62.526 \text{ kNm}^2$

$U_{tot} = 5 \times 61,99 \times 2,500^2 / (48 \times 62.526) = 0,65 \text{ mm}$

$U_{toelaatbaar} = 1/250 \times l = 10,00 \text{ mm}$

Berekening van de dwarskracht

Voor de dwarskracht geldt het volgende figuur voor het verloop van de dwarskrachtenlijn zoals deze bij de resultaten is te zien.

Voor $\tau_{\max}$ geldt: $F / (b \times d)$

Met $F_{\max} = 177,69 \text{ kN}$ en $b \times d = 1000 \times 255 \text{ mm}^2$

$\tau_{\max} = 177.690 / (1000 \times 305) = 0,583 \text{ N/mm}^2$. De toegestane schuifspanning is $0,86 \text{ N/mm}^2$ waarmee geldt $\tau_1 / \tau_d = 0,68 < 1,00$. De constructie voldoet.

Conclusies

- Resultaten ESA komen zeer goed overeen met de handberekening.
- Maximale moment is ongeveer 1,5 groter t.o.v. de handberekening. Dit is te verklaren doordat de puntlast als één punt in het midden is geschematiseerd en niet als een q-last die gelijkmatig is verdeeld.
- De waarden van de momenten en dwarskrachten ontstaan ongeveer voor 90% door puntlasten.
- De schematisering is ESA laat de puntlasten goed afvloeien.
- Gekozen wapening (zowel boven als onder) $\varnothing 12 - 150$ met ($A_{\text{staal}} = 754 \text{ mm}^2$ en $\omega_o = 0,247\%$)
- Dwarskrachten kunnen goed worden opgenomen door het beton zelf. ($\tau_1 / \tau_d = 0,68$)
- Vervormingen zijn veel minder omdat de constructie goed gebruikt maakt van de meewerkende breedte.

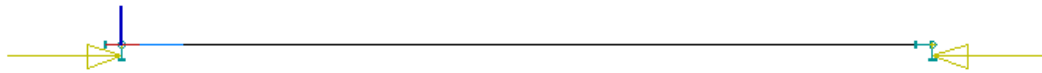
Bijlage 24

Balk invoering in ESA Prima Win

Paragraaf 8.3.1

Bron: Dictaat HU - IGO/231 Bouwtechnische berekeningen

Schematisering balk



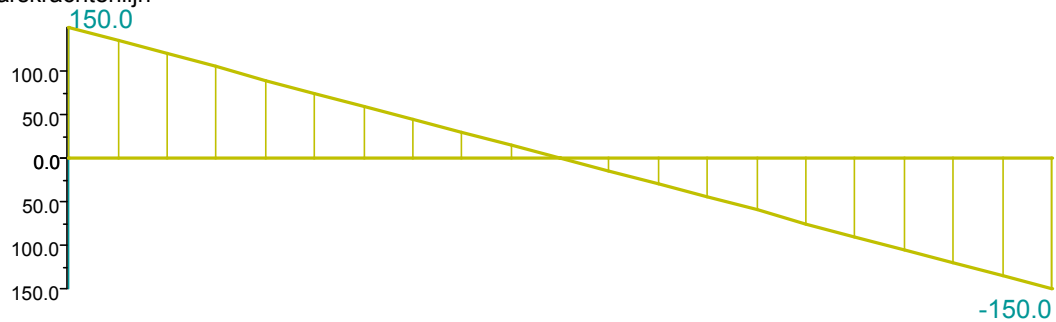
Voorgespannen ligger op 2 steunpunten met $F_{po} = 8.200 \text{ kN}$

Belastingen

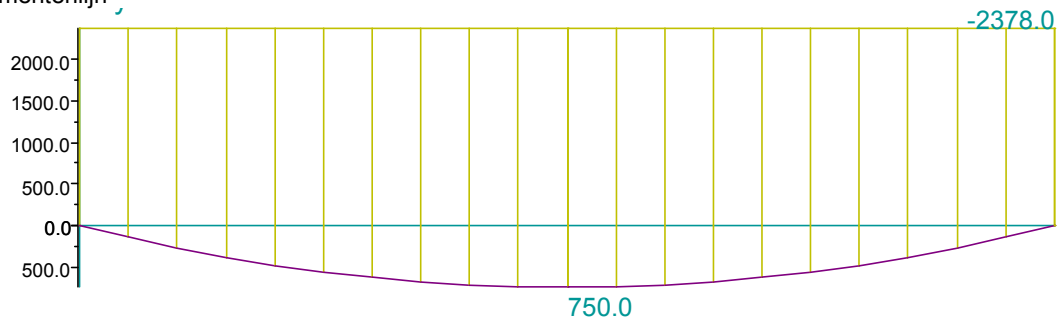
Het betreft de fabrieksfase dus alleen eigen gewicht.

Resultaten

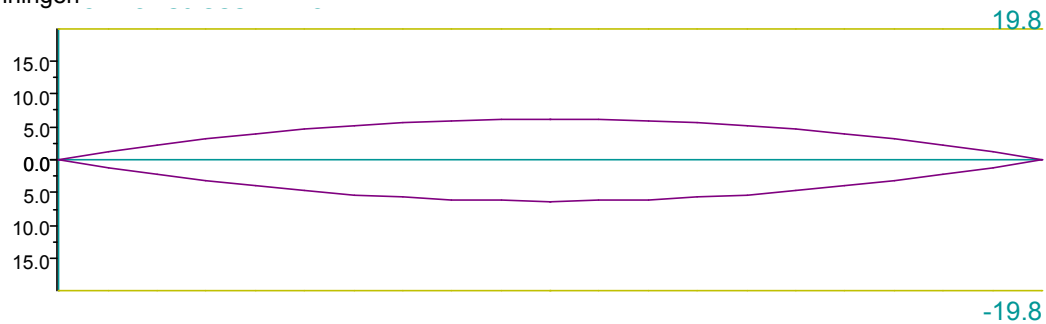
Dwarskrachtenlijn



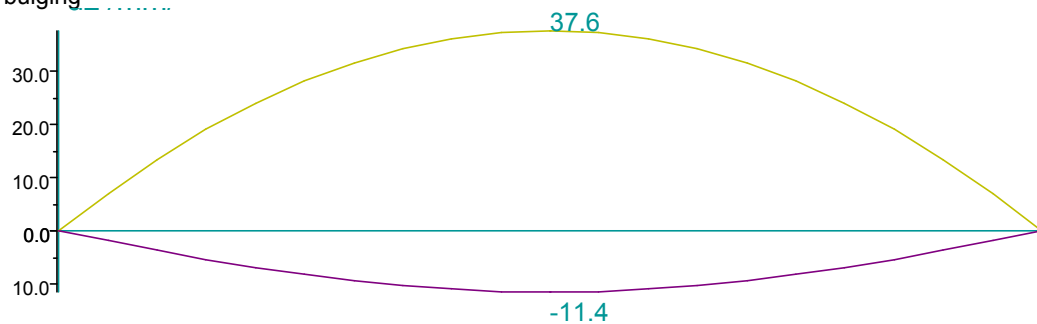
Momentenlijn



Spanningen

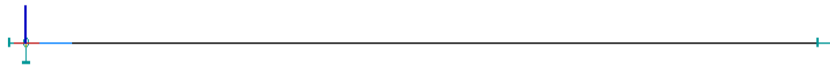


Doorbuiging



Schematisering T-profiel

Schematisering van het T-profiel.



Belastingen

Voor de balk geldt:

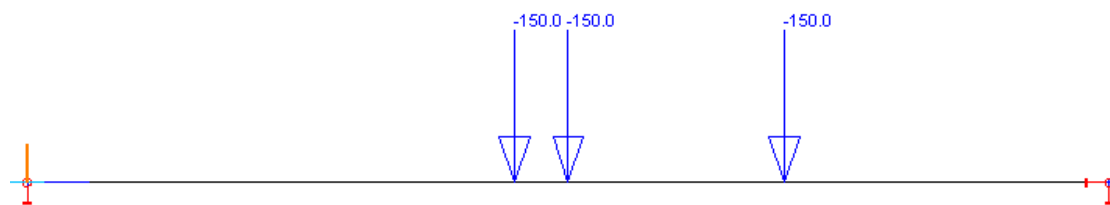
Eigenwicht	Doorsnede 1.000 x 450 mm ²	$q = 11,25$	kN/m
Voorspankracht		$F_{pw} = 3.584$	kN

Voor het dek geldt:

Asfaltlaag	Doorsnede 2.500 x 100 mm ²	5,75 kN/m
Bovenste betonlaag dek	Oppervlak 2.500 x 350 mm ²	21,88 kN/m
Extra onderdelen	10 %	2,45 kN/m +
Totaal		30,39 kN/m

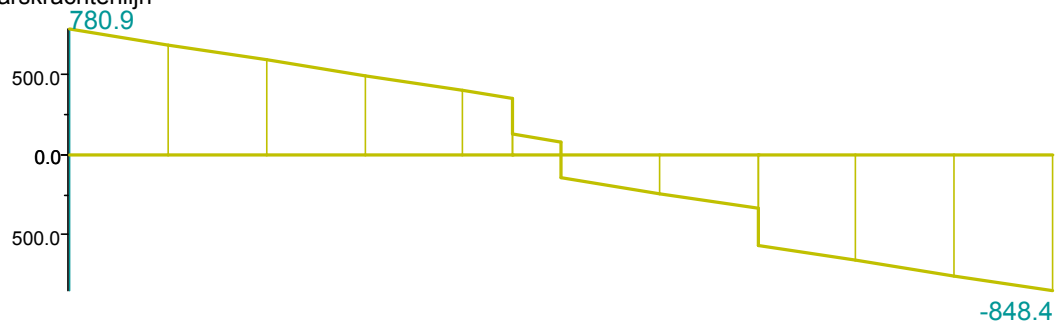
Veranderlijke belastingen

Verkeersbelasting	Gelijkmatig 3 kN/m ²	7,50 kN/m
Puntlasten door aslasten	Zorgen voor locale puntlasten van 3 x 150 kN	

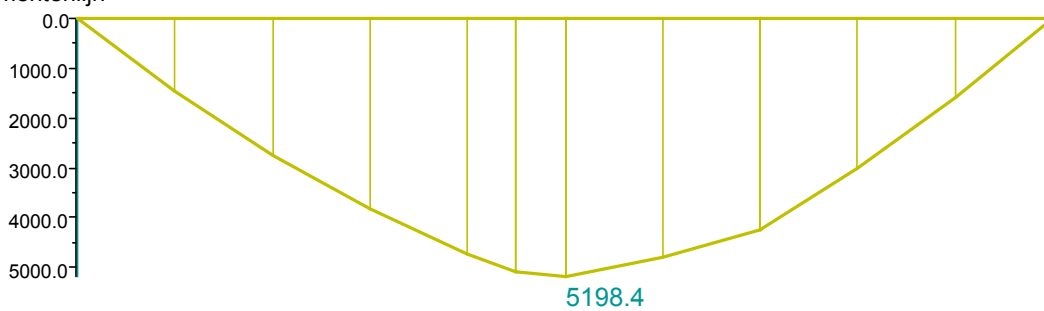


Resultaten

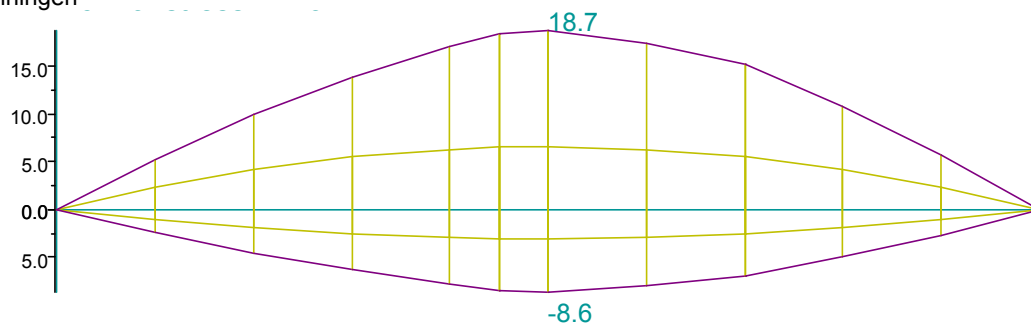
Dwarskrachtenlijn



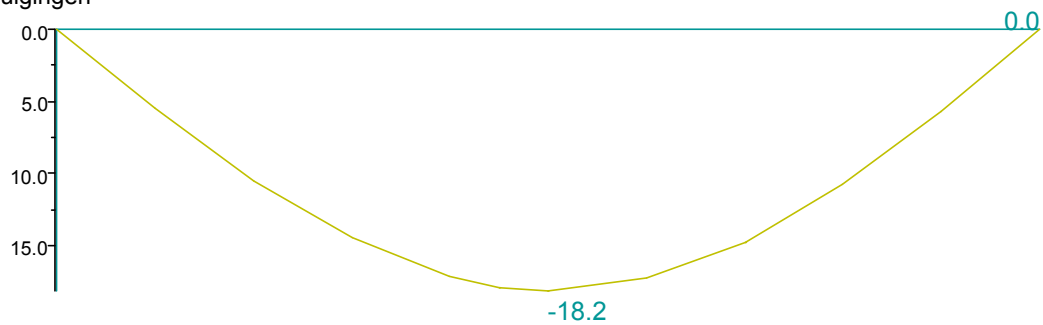
Momentenlijn



Spanningen



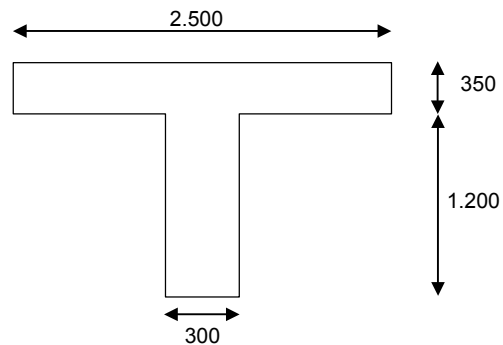
Verbuigingen



Conclusie controle berekende gegevens

Gegevens

Lengte overspanning	20 meter
Breedte constructie (b)	2.500 mm
Dikte betondek (h_{dek})	350 mm
Dikte asfaltlaag (h_{dek})	100 mm
Breedte balk (b_{balk})	500 mm
Hoogte balk (h_{balk})	1.200 mm



Gegevens balk

Oppervlakte doorsnede (A)	600.000	mm ²
Weerstandsmoment (W)	1,20E+08	mm ³
Traagheidsmoment (I)	7,20E+10	mm ⁴

Controle gegevens van het ESA Prima Win Rapport van de voorgespannen balk pagina 4.

Gegevens T-ligger

Oppervlakte doorsnede (A)	1.475.000	mm ²
Hefboomsarm boven (z_b)	490	mm
Hefboomsarm boven (z_o)	1.060	mm
Traagheidsmoment (I)	2,947E+11	mm ⁴

Controle gegevens van het ESA Prima Win Rapport van de T-ligger pagina 5.

Momenten	BGT	UGT	kNm	Controle
Eigen gewicht dek en extra	1.519	1.823	kNm	Pagina 11 en 12**
Eigen gewicht balk	750	900	kNm	Pagina 12 en 14*
M veranderlijke belasting	2.250	3.375	kNm	Pagina 12 en 13**

Spanningen bovenzijde	Fase 1		Fase 2		Fase 2+	
M_{vb} / W_{ligger}					σ_1	-5,61 Pagina 16**
$M_{eg,dek} / W_{ligger}$			σ_2	-2,53 Pagina 16**	σ_2	-3,03 Pagina 16**
F / A_{balk}	σ_3	-13,67 ***	σ_3	-13,46 ***	σ_3	-10,93 ***
$F \times e / W_{balk}$	σ_4	19,82 Pagina 15*	σ_4	19,52 Pagina 17*	σ_4	15,85 Pagina 17*
$M_{eg;balk} / W_{balk}$	σ_5	-6,25 Pagina 16*	σ_5	-6,25 Pagina 16*	σ_5	-7,50 Pagina 13*

Spanningen onderzijde	Fase 1		Fase 2		Fase 2+	
M_{vb} / W_{ligger}					σ_1	12,13 Pagina 16**
$M_{eg,dek} / W_{ligger}$			σ_2	5,46 Pagina 16**	σ_2	6,56 Pagina 16**
F / A_{balk}	σ_3	-13,67	σ_3	-13,46	σ_3	-10,93
$F \times e / W_{balk}$	σ_4	-19,82 Pagina 15*	σ_4	-19,52 Pagina 17*	σ_4	-15,85 Pagina 17*
$M_{eg;balk} / W_{balk}$	σ_5	6,25 Pagina 16*	σ_5	6,25 Pagina 16*	σ_5	7,50 Pagina 13*

* Gegevens van het ESA Prima Win Rapport van de voorgespannen balk.

** Gegevens kloppen. Zie pagina ESA Prima Win Rapport van de T-ligger.

*** ESA Prima Win herkent de voorspankracht niet. Het ziet deze als een kracht die direct wordt opgenomen door de steunpunten.

Waardes komen overeen met de berekende gegevens.

Contents

Basic data	2
Basic data	2
List of material	3
Nodes	4
Members	4
Profile characteristics , standard description , used profiles	4
List of material	5
Nodes	6
Members	6
Basic data , used materials	6
List of material	7
Nodes	7
Boundaries	
2D Macros	
Loadcases	7
Concentrated loads	7
Combinations	7
Deformation on member(s). Load case(s) : 1/3	8
Deformation on member(s). Ult. combi : 1	9
Picture - Internal forces on member(s) 1, ult. comb (all).	10
Internal forces on member(s). Load case(s) : 1/3	11
Internal forces on member(s) (all), load case(s) (all).	11
Internal forces on member(s) (all), ult. comb (all).	12
Stress on member(s). Load case(s) : 1/3	13
Deformation on member(s) (all), load case(s) (all).	14
Stress on member(s). Ult. combi : 1	15
Stress on member(s) (all), ult. comb (all).	15
Combinations	17

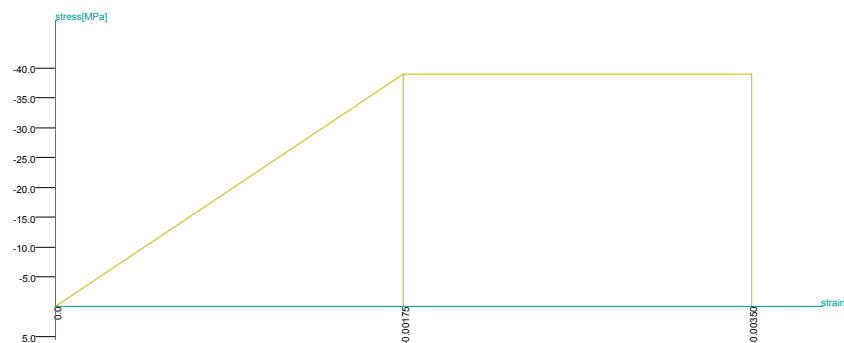
Basic data**Type of structure : General XYZ**

Number of nodes:	2
Number of members:	1
Number of 1D macros:	1
Number of bound. lines:	0
Number of 2D macros:	0
Number of profiles :	1
Number of cases:	3
Number of materials:	1

Material

Name:		
B 65		
E modulus	38500.00 MPa	
Poisson coeff.	0.20	
Density	2500.000 kg/m^3	
Extensibility	0.01 mm/m.K	

strain	stress MPa
0.00000	0.000
-0.00175	-39.000
-0.00350	-39.000



Stress/Strain

Basic data**Type of structure : General XYZ**

Number of nodes:	2
------------------	---

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening T-profiel
Author : B.C. van Hulten

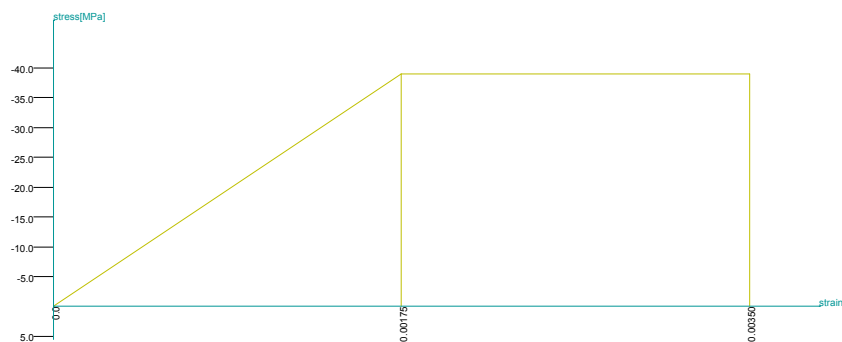
Page : 3
Date : Wednesday, June 06, 2007

Number of members:	1
Number of 1D macros:	1
Number of bound. lines:	0
Number of 2D macros:	0
Number of profiles :	1
Number of cases:	3
Number of materials:	1

Material

Name:		
B 65		
E modulus	38500.00 MPa	
Poisson coeff.	0.20	
Density	2500.000 kg/m^3	
Extensibility	0.01 mm/m.K	

strain	stress MPa
0.00000	0.000
-0.00175	-39.000
-0.00350	-39.000



Stress/Strain

List of material

Group of members :
1/1

no.	Name:	quality	unit weight kg/m	length m	weight kg
1	T (1550,2500,350,500)	B 65	3687.50	20.00	73750.00

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening T-profiel
Author : B.C. van Hulten

Page : 4
Date : Wednesday, June 06, 2007

The total weight of the structure: 73750.00 kg
Surface for painting: 162.00 m²

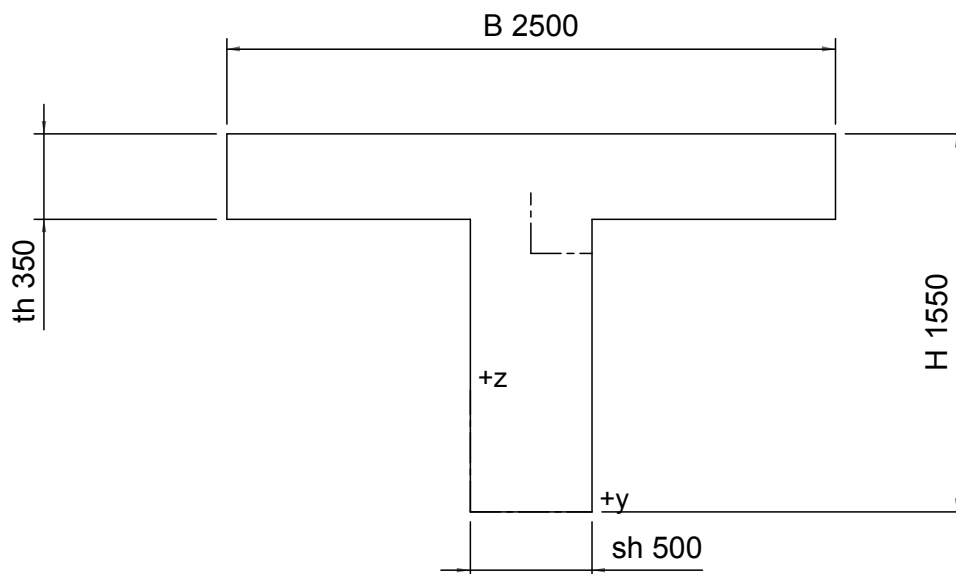
Nodes

node	X m	Y m	Z m
1	0.000	0.000	-0.500
2	20.000	0.000	-0.500

Members

macro	memb	node 1	node 2	length m	Rx deg	profile	quality
1	1	1	2	20.000	0.00	1 - T (1550,2500,350,500)	B 65

Profiles



T (1550,2500,350,500)

Profile no. 1 - T (1550,2500,350,500)
Material : 21 - B 65

A:	1.475000e+006 mm ²		
Ay/A:	1.000	Az/A:	1.000
Iy:	2.947141e+011 mm ⁴	Iz:	4.682291e+011 mm ⁴
Iyz:	0.000000e+000 mm ⁴	It:	2.138849e+011 mm ⁴
Iw:	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely:	2.780989e+008 mm ³	Welz:	3.745833e+008 mm ³
Wply:	5.072117e+008 mm ³	Wplz:	6.218750e+008 mm ³
cy:	250.00 mm	cz:	1059.75 mm
iy:	447.00 mm	iz:	563.42 mm
dy:	0.00 mm	dz:	0.00 mm
Outline :		8100.00 mm	

Type for check: Untypical section

List of material

Group of members :

1/1

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening T-profiel

Author : B.C. van Hulten

Page : 6

Date : Wednesday, June 06, 2007

no.	Name:	quality	unit weight kg/m	length m	weight kg
1	T (1550,2500,350,500)	B 65	3687.50	20.00	73750.00

The total weight of the structure: 73750.00 kg

Surface for painting: 162.00 m²

Nodes

node	X m	Y m	Z m
1	0.000	0.000	-0.500
2	20.000	0.000	-0.500

Members

macro	memb	node 1	node 2	length m	Rx deg	profile	quality
1	1	1	2	20.000	0.00	1 - T (1550,2500,350,500)	B 65

Basic data

Type of structure : General XYZ

Number of nodes:	2
Number of members:	1
Number of 1D macros:	1
Number of bound. lines:	0
Number of 2D macros:	0
Number of profiles :	1
Number of cases:	3
Number of materials:	1

Material

Name:		
B 65		
E modulus	38500.00 MPa	
Poisson coeff.	0.20	
Density	2500.000 kg/m ³	
Extensibility	0.01 mm/m.K	

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening T-profiel
Author : B.C. van Hulten

Page : 7
Date : Wednesday, June 06, 2007

List of material

Group of members :
1/1

no.	Name:	quality	unit weight kg/m	length m	weight kg
1	T (1550,2500,350,500)	B 65	3687.50	20.00	73750.00

The total weight of the structure: 73750.00 kg
Surface for painting: 162.00 m²

Nodes

node	X m	Y m	Z m
1	0.000	0.000	-0.500
2	20.000	0.000	-0.500

Loadcases

Case	Name:	coeff	Description
1	EG dek	1.20	Permanent - Loads
2	VER BEL	1.50	Permanent - Loads
3	VB PL	1.50	Permanent - Loads

Loadcase no. 3 - concentrated loads

macro	type	dx m	exY m	exZ m		X	Y	Z
1	force kN	9.00 abs	0.00	0.00	glo	0.00	0.00	-150.00
	force kN	10.00 abs	0.00	0.00	glo	0.00	0.00	-150.00
	force kN	14.00 abs	0.00	0.00	glo	0.00	0.00	-150.00

Combinations

Combi	Norm	Case	coeff
1.ALL	User-ultimate	1 EG dek	1.00
2.2		2 VER BEL	1.00
		3 VB PL	1.00

Basic rules for generation of ultimate load combinations:

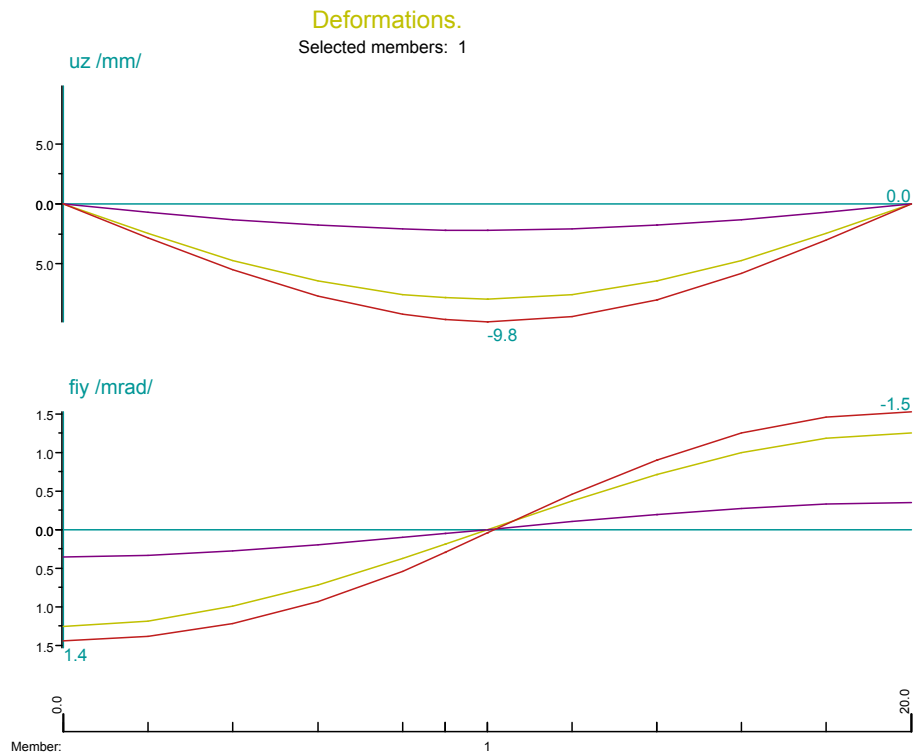
1 : 1.20*LC1

2 : 1.50*LC2 / 1.50*LC3

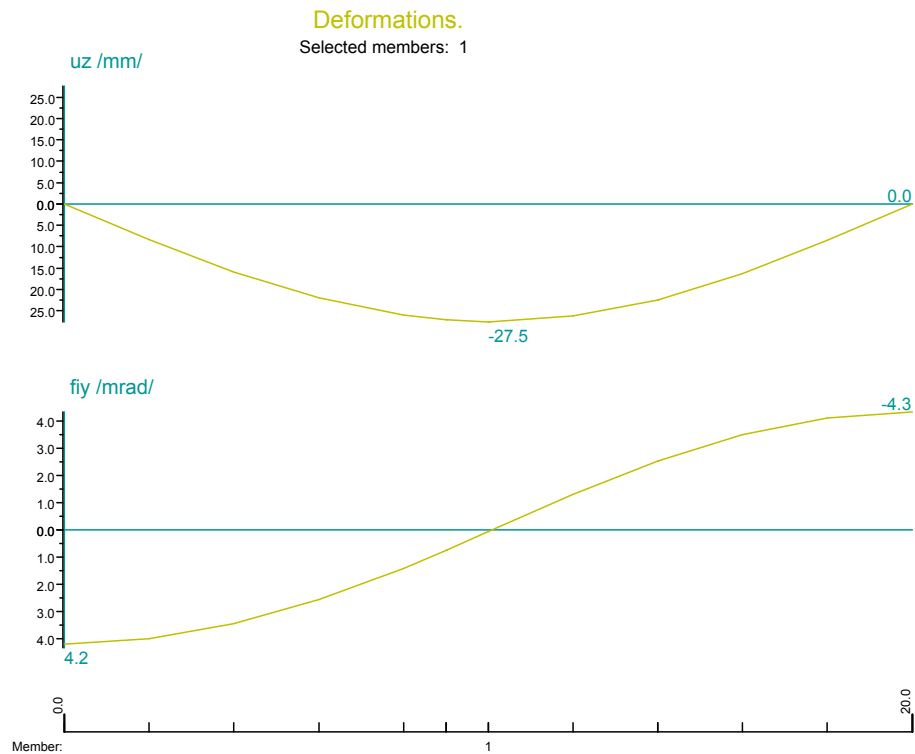
List of extreme ultimate load combinations

1/ 1 : +1.20*LC1

2/ 2 : +1.50*LC2+1.50*LC3



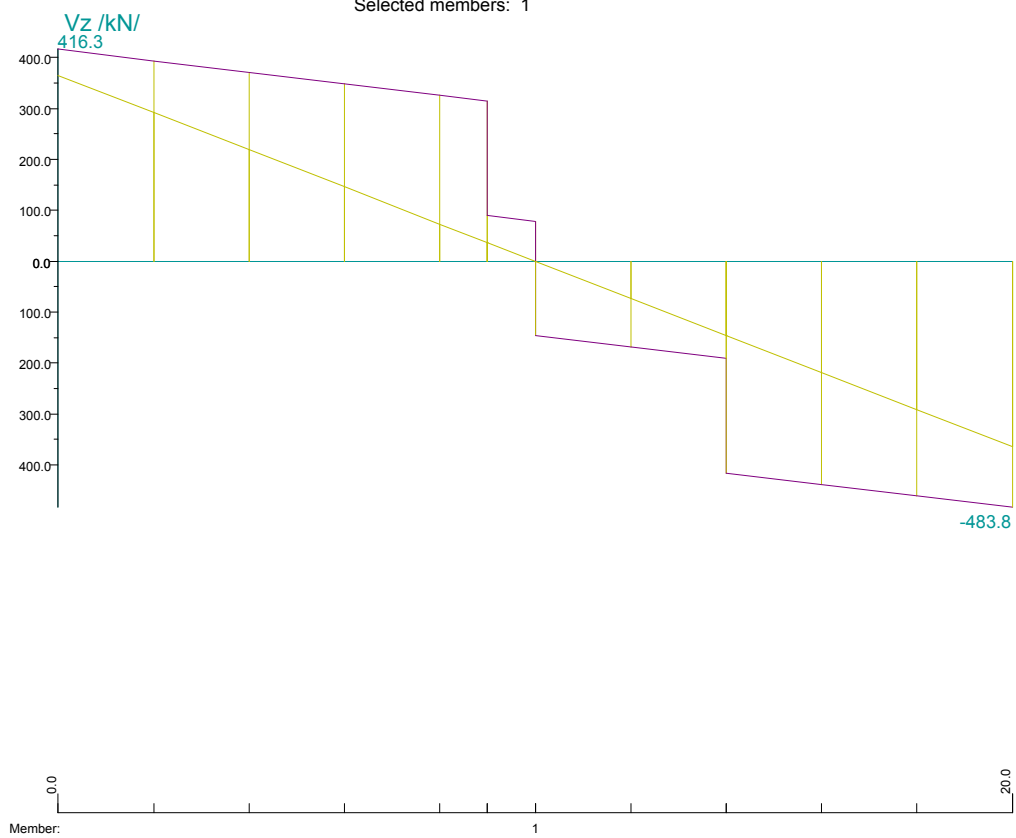
Deformation on member(s). Load case(s) : 1/3

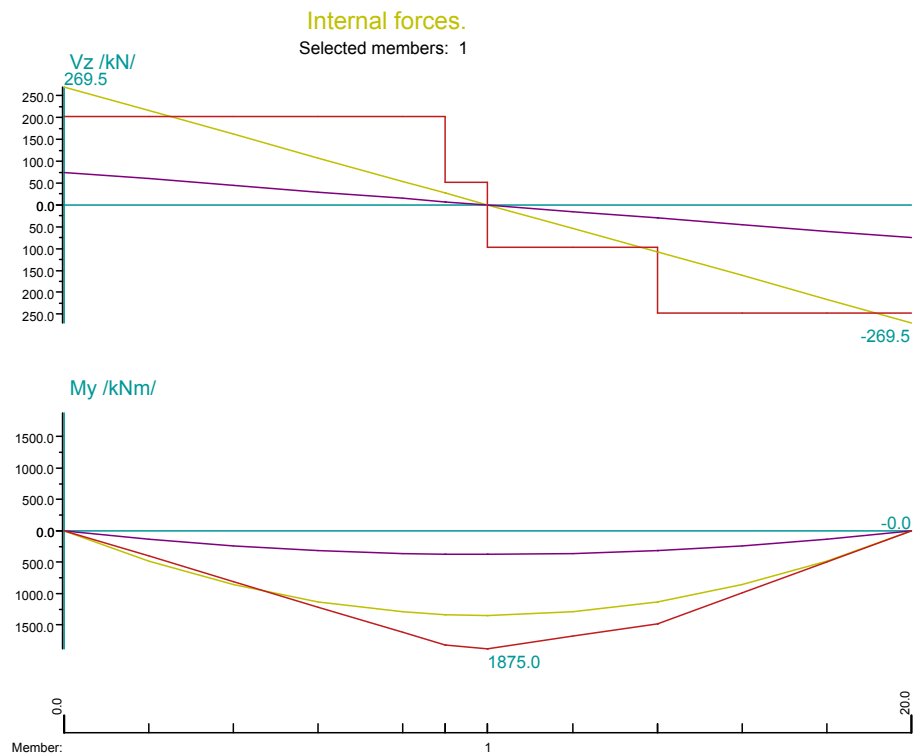


Deformation on member(s). Ult. combi : 1

Internal forces.

Selected members: 1





Internal forces on member(s). Load case(s) : 1/3

Internal forces on member(s).

Linear static - extreme or all combinations

Group of member(s) : 1

Group of load case(s) : 1/3

case	memb	cr.nr	dx [m]	Vz [kN]	My [kNm]
1	1	1	0.000	303.90	0.00
			2.000	243.12	547.02
			4.000	182.34	972.48
			6.000	121.56	1276.38
			8.000	60.78	1458.72
			9.000	30.39	1504.30
			9.000	30.39	1504.31
			10.000	0.00	1519.50
			10.000	-0.00	1519.50
			12.000	-60.78	1458.72
			14.000	-121.56	1276.38
			14.000	-121.56	1276.38
			16.000	-182.34	972.48
			18.000	-243.12	547.02
			20.000	-303.90	0.00
2			0.000	75.00	0.00
			2.000	60.00	135.00

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening T-profiel

Author : B.C. van Hulten

Page : 12

Date : Wednesday, June 06, 2007

case	memb	cr.nr	dx [m]	Vz [kN]	My [kNm]
			4.000	45.00	240.00
			6.000	30.00	315.00
			8.000	15.00	360.00
			9.000	7.50	371.25
			9.000	7.50	371.25
			10.000	0.00	375.00
			10.000	-0.00	375.00
			12.000	-15.00	360.00
			14.000	-30.00	315.00
			14.000	-30.00	315.00
			16.000	-45.00	240.00
			18.000	-60.00	135.00
			20.000	-75.00	0.00
3			0.000	202.50	0.00
			2.000	202.50	405.00
			4.000	202.50	810.00
			6.000	202.50	1215.00
			8.000	202.50	1620.00
			9.000	202.50	1822.50
			9.000	52.50	1822.50
			10.000	52.50	1875.00
			10.000	-97.50	1875.00
			12.000	-97.50	1680.00
			14.000	-97.50	1485.00
			14.000	-247.50	1485.00
			16.000	-247.50	990.00
			18.000	-247.50	495.00
			20.000	-247.50	0.00

Internal forces on member(s).

Linear static - extreme or all combinations

Group of member(s) :1

Group of ultimate combi :1/2

combi	memb	cr.nr	dx [m]	Vz [kN]	My [kNm]
1	1	1	0.000	364.68	0.00
			2.000	291.74	656.42
			4.000	218.81	1166.98
			6.000	145.87	1531.66
			8.000	72.94	1750.46
			9.000	36.47	1805.17
			9.000	36.47	1805.17
			10.000	0.00	1823.40
			10.000	-0.00	1823.40
			12.000	-72.94	1750.46

ESA-Prima Win release 3.50.63

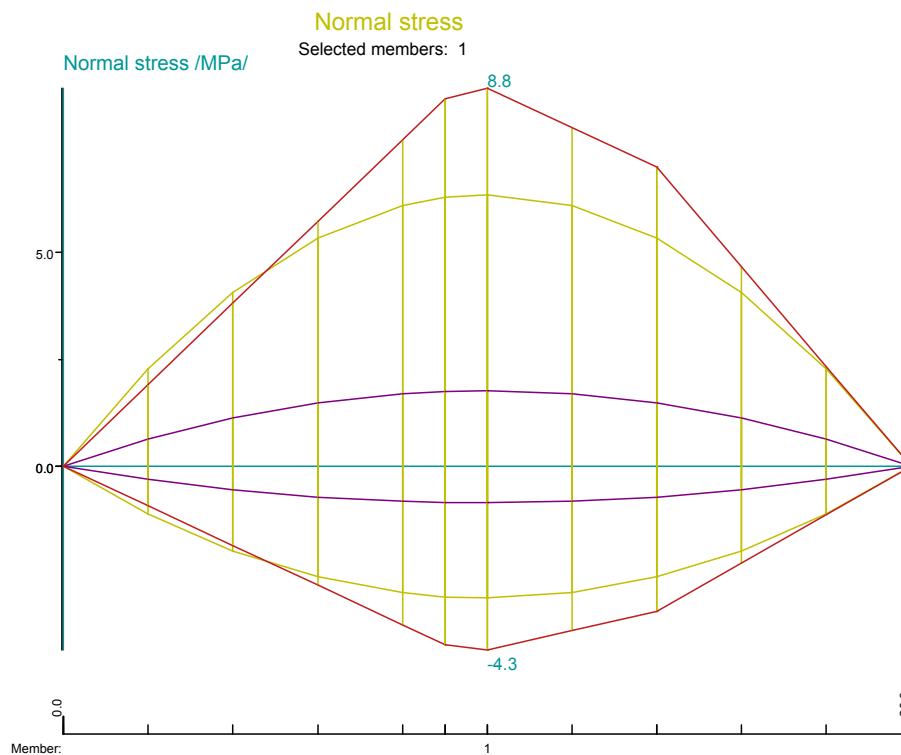
Project : Berekening T-profiel

Author : B.C. van Hulten

Page : 13

Date : Wednesday, June 06, 2007

combi	memb	cr.nr	dx [m]	Vz [kN]	My [kNm]
			14.000	-145.87	1531.66
			14.000	-145.87	1531.65
			16.000	-218.81	1166.98
			18.000	-291.74	656.42
			20.000	-364.68	0.00
2			0.000	416.25	0.00
			2.000	393.75	810.00
			4.000	371.25	1575.00
			6.000	348.75	2295.00
			8.000	326.25	2970.00
			9.000	315.00	3290.62
			9.000	90.00	3290.63
			10.000	78.75	3375.00
			10.000	-146.25	3375.00
			12.000	-168.75	3060.00
			14.000	-191.25	2700.00
			14.000	-416.25	2700.00
			16.000	-438.75	1845.00
			18.000	-461.25	945.00
			20.000	-483.75	0.00



Deformations on member(s).

Linear static - extreme or all combinations

Group of member(s) :1

Group of load case(s) :1/3

case	memb	cr.nr	dx [m]	uz [mm]	fiy [mrad]
1	1	1	0.000	0.00	0.89
			2.000	-1.77	0.84
			4.000	-3.36	0.71
			6.000	-4.59	0.51
			8.000	-5.38	0.26
			9.000	-5.58	0.13
			9.000	-5.58	0.13
			10.000	-5.64	0.00
			10.000	-5.64	-0.00
			12.000	-5.38	-0.26
			14.000	-4.59	-0.51
			14.000	-4.59	-0.51
			16.000	-3.36	-0.71
			18.000	-1.77	-0.84
			20.000	-0.00	-0.89
2			0.000	0.00	0.22
			2.000	-0.44	0.21
			4.000	-0.83	0.17
			6.000	-1.13	0.13
			8.000	-1.33	0.07
			9.000	-1.38	0.03
			9.000	-1.38	0.03
			10.000	-1.39	0.00
			10.000	-1.39	-0.00
			12.000	-1.33	-0.07
			14.000	-1.13	-0.13
			14.000	-1.13	-0.13
			16.000	-0.83	-0.17
			18.000	-0.44	-0.21
			20.000	0.00	-0.22
3			0.000	-0.00	0.91
			2.000	-1.81	0.87
			4.000	-3.48	0.77
			6.000	-4.86	0.59
			8.000	-5.82	0.34
			9.000	-6.09	0.19
			9.000	-6.09	0.19
			10.000	-6.20	0.02
			10.000	-6.20	0.02
			12.000	-5.92	-0.29
			14.000	-5.05	-0.57
			14.000	-5.05	-0.57

ESA-Prima Win release 3.50.63

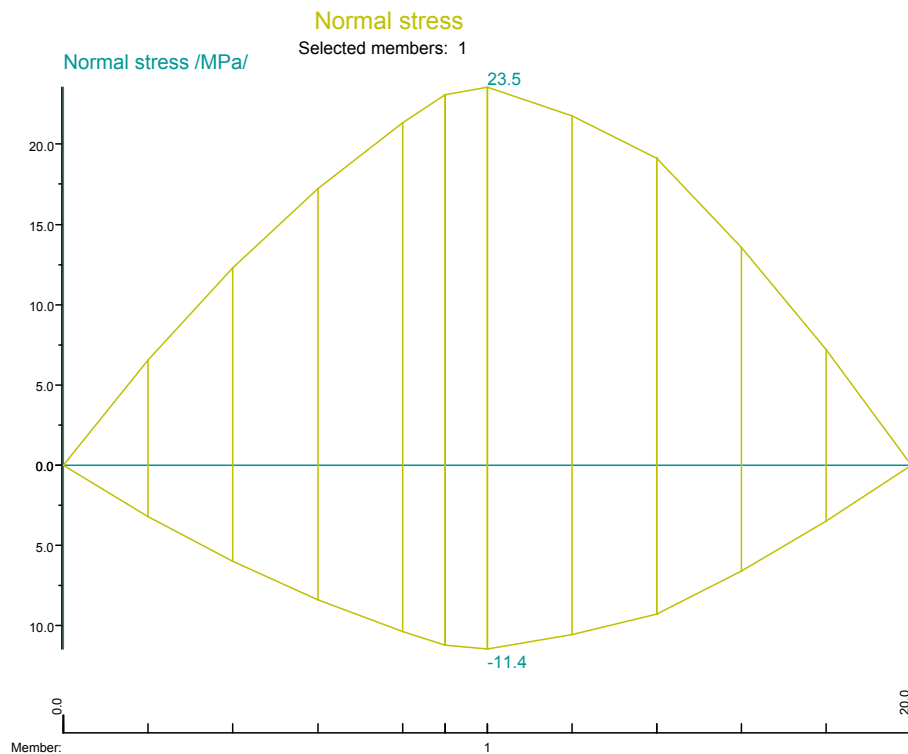
Project : Berekening T-profiel

Author : B.C. van Hulten

Page : 15

Date : Wednesday, June 06, 2007

case	memb	cr.nr	dx [m]	uz [mm]	fiy [mrad]
			16.000	-3.65	-0.79
			18.000	-1.91	-0.92
			20.000	0.00	-0.96



Stress on member(s). Ult. combi : 1

Member - stress.

Linear static - extreme or all combinations

Group of member(s) : 1

Group of ultimate combi : 1/2

combi	memb	cr.nr	dx m	Normal stress - / + MPa
1	1	1	0.000	-0.00 0.00
1	1	1	2.000	-1.09 2.36
1	1	1	4.000	-1.94 4.20
1	1	1	6.000	-2.55 5.51
1	1	1	8.000	-2.91 6.29
1	1	1	9.000	-3.00 6.49

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening T-profiel

Author : B.C. van Hulten

Page : 16

Date : Wednesday, June 06, 2007

combi	memb	cr.nr	dx m	Normal stress - / + MPa
1	1	1	9.000	-3.00 6.49
1	1	1	10.000	-3.03 6.56
1	1	1	10.000	-3.03 6.56
1	1	1	12.000	-2.91 6.29
1	1	1	14.000	-2.55 5.51
1	1	1	14.000	-2.55 5.51
1	1	1	16.000	-1.94 4.20
1	1	1	18.000	-1.09 2.36
1	1	1	20.000	-0.00 0.00
2	1	1	0.000	-0.00 0.00
2	1	1	2.000	-1.35 2.91
2	1	1	4.000	-2.62 5.66
2	1	1	6.000	-3.82 8.25
2	1	1	8.000	-4.94 10.68
2	1	1	9.000	-5.47 11.83
2	1	1	9.000	-5.47 11.83
2	1	1	10.000	-5.61 12.14
2	1	1	10.000	-5.61 12.14
2	1	1	12.000	-5.09 11.00
2	1	1	14.000	-4.49 9.71
2	1	1	14.000	-4.49 9.71
2	1	1	16.000	-3.07 6.63
2	1	1	18.000	-1.57 3.40
2	1	1	20.000	-0.00 0.00

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening T-profiel

Author : B.C. van Hulten

Page : 17

Date : Wednesday, June 06, 2007

Combinations

Combi	Norm	Case	coeff
1.ALL	User-ultimate	1 EG dek	1.00
2.2		2 VER BEL	1.00
		3 VB PL	1.00

Basic rules for generation of ultimate load combinations:

1 : $1.20 \cdot LC1$

2 : $1.50 \cdot LC2 / 1.50 \cdot LC3$

List of extreme ultimate load combinations

1/ 1 : $+1.20 \cdot LC1$

2/ 2 : $+1.50 \cdot LC2 + 1.50 \cdot LC3$

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening voorgespannen balk
Author : B.C. van Hulten

Page : 1
Date : Wednesday, June 06, 2007

Contents

Basic data , used materials	2
Basic data	2
List of material	3
Nodes	3
Members	3
Profile characteristics , standard description , used profiles	4
List of material	5
Nodes	5
Boundaries	
2D Macros	
Loadcases	5
Concentrated loads	5
Combinations	6
Reactions (all), ult. comb (all).	6
Deformation on member(s). Load case(s) : 1	7
Deformation on member(s). Load case(s) : 2	7
Deformation on member(s). Ult. combi : 2	8
Deformation on member(s) (all), load case(s) (all).	8
Internal forces on member(s). Load case(s) : 1/2	11
Internal forces on member(s) (all), load case(s) (all).	11
Internal forces on member(s) (all), ult. comb 1.	13
Stress on member(s) (all), load case(s) (all).	14

Basic data**Type of structure : General XYZ**

Number of nodes:	3
Number of members:	2
Number of 1D macros:	1
Number of bound. lines:	0
Number of 2D macros:	0
Number of profiles :	1
Number of cases:	4
Number of materials:	1

Material

Name:		
B 65		
E modulus	38500.00 MPa	
Poisson coeff.	0.20	
Density	2500.000 kg/m^3	
Extensibility	0.01 mm/m.K	

Basic data**Type of structure : General XYZ**

Number of nodes:	3
Number of members:	2
Number of 1D macros:	1
Number of bound. lines:	0
Number of 2D macros:	0
Number of profiles :	1
Number of cases:	4
Number of materials:	1

Material

Name:		
B 65		
E modulus	38500.00 MPa	
Poisson coeff.	0.20	
Density	2500.000 kg/m^3	
Extensibility	0.01 mm/m.K	

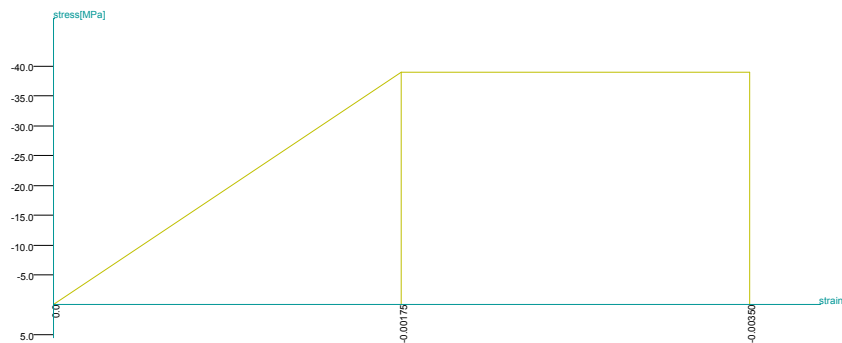
strain	stress MPa
0.00000	0.000
-0.00175	-39.000

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening voorgespannen balk
Author : B.C. van Hulten

Page : 3
Date : Wednesday, June 06, 2007

strain	stress MPa
-0.00350	-39.000



Stress/Strain

List of material

Group of members :

1/2

no.	Name:	quality	unit weight kg/m	length m	weight kg
1	REC (1200,500)	B 65	1500.00	20.00	30000.00

The total weight of the structure: 30000.00 kg
Surface for painting: 68.00 m²

Nodes

node	X m	Y m	Z m
1	0.000	0.000	-0.500
2	20.000	0.000	-0.500
3	10.000	0.000	-0.500

Members

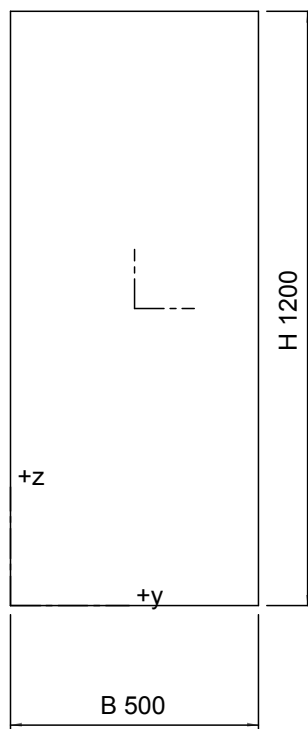
macro	memb	node 1	node 2	length m	Rx deg	profile	quality
1	1	1	3	10.000	0.00	1 - REC (1200,500)	B 65

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening voorgespannen balk
Author : B.C. van Hulten

Page : 4
Date : Wednesday, June 06, 2007

macro	memb	node 1	node 2	length m	Rx deg	profile	quality
	2	3	2	10.000	0.00	1 - REC (1200,500)	B 65

Profiles**REC (1200,500)**

Profile no. 1 - REC (1200,500)
Material : 21 - B 65

A:	6.000000e+005 mm ²		
Ay/A:	0.833	Az/A:	0.833
Iy:	7.200001e+010 mm ⁴	Iz:	1.250000e+010 mm ⁴
Iyz:	0.000000e+000 mm ⁴	It:	3.638100e+010 mm ⁴
Iw:	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely:	1.200000e+008 mm ³	Welz:	5.000000e+007 mm ³
Wply:	1.800000e+008 mm ³	Wplz:	7.500000e+007 mm ³
cy:	250.00 mm	cz:	600.00 mm
iy:	346.41 mm	iz:	144.34 mm
dy:	0.00 mm	dz:	0.00 mm
Outline :		3400.00 mm	

Type for check: Untypical section

List of material**Group of members :****1/2**

no.	Name:	quality	unit weight kg/m	length m	weight kg
1	REC (1200,500)	B 65	1500.00	20.00	30000.00

The total weight of the structure: 30000.00 kg

Surface for painting: 68.00 m²**Nodes**

node	X m	Y m	Z m
1	0.000	0.000	-0.500
2	20.000	0.000	-0.500
3	10.000	0.000	-0.500

Loadcases

Case	Name:	coeff	Description
1	VSK met Fpo	1.00	Permanent - Loads
2	Eigen gewicht	1.20	Self weight. Direction -Z
3	VSK met Fpi	1.00	Permanent - Loads
4	VSK met Fpw	1.00	Permanent - Loads

Loadcase no. 1 - concentrated loads

macro	type	dx m	exY m	exZ m		X	Y	Z
1	force kN	0.00 rel	0.00	-0.29	glo	8200.00	0.00	0.00
	force kN	1.00 rel	0.00	-0.29	glo	-8200.00	0.00	0.00

Loadcase no. 3 - concentrated loads

macro	type	dx m	exY m	exZ m		X	Y	Z
1	force kN	0.00 rel	0.00	-0.29	glo	8077.00	0.00	0.00
	force kN	1.00 rel	0.00	-0.29	glo	-8077.00	0.00	0.00

Loadcase no. 4 - concentrated loads

macro	type	dx m	exY m	exZ m		X	Y	Z
1	force kN	0.00 rel	0.00	-0.29	glo	6560.00	0.00	0.00
	force kN	1.00 rel	0.00	-0.29	glo	-6560.00	0.00	0.00

Combinations

Combi	Norm	Case	coeff
1.EG+VSK	User-ultimate	1 VSK met Fpo	1.00
		2 Eigen gewicht	1.00
2.EG		2 Eigen gewicht	1.00

Basic rules for generation of ultimate load combinations:

1 : 1.00*LC1 / 1.20*LC2

2 : 1.20*LC2

List of extreme ultimate load combinations

1/ 2 : +1.20*LC2

2/ 1 : +1.00*LC1+1.20*LC2

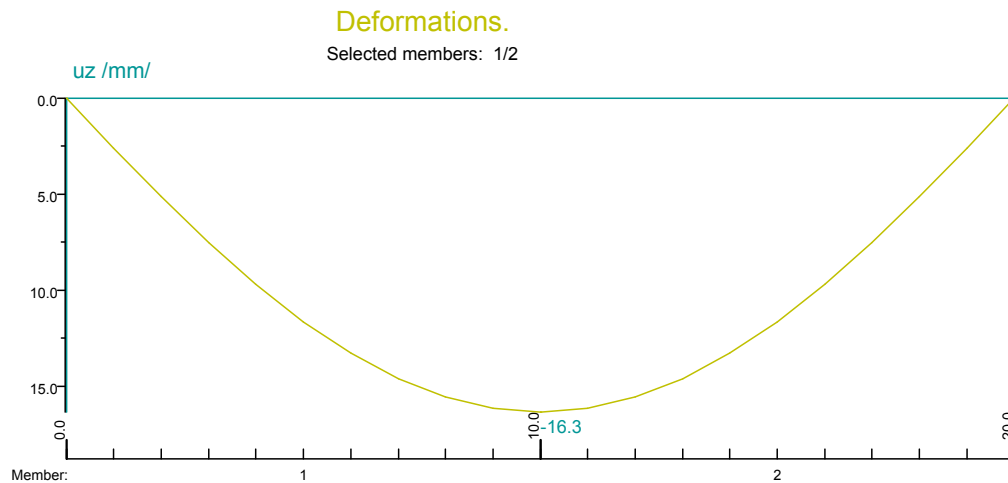
Reactions in support(s) - nodal values.

Linear static - extreme or all combinations

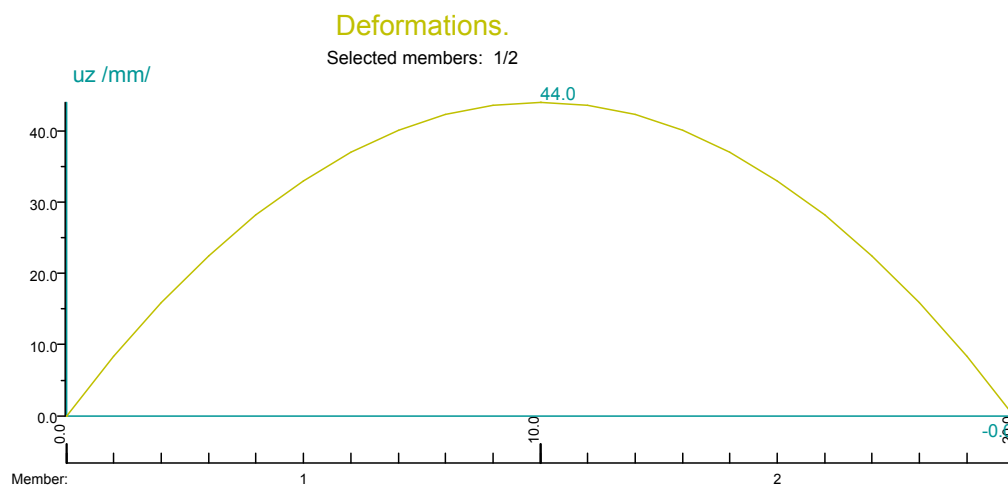
Group of node(s) :1/3

Group of ultimate combi :1/2

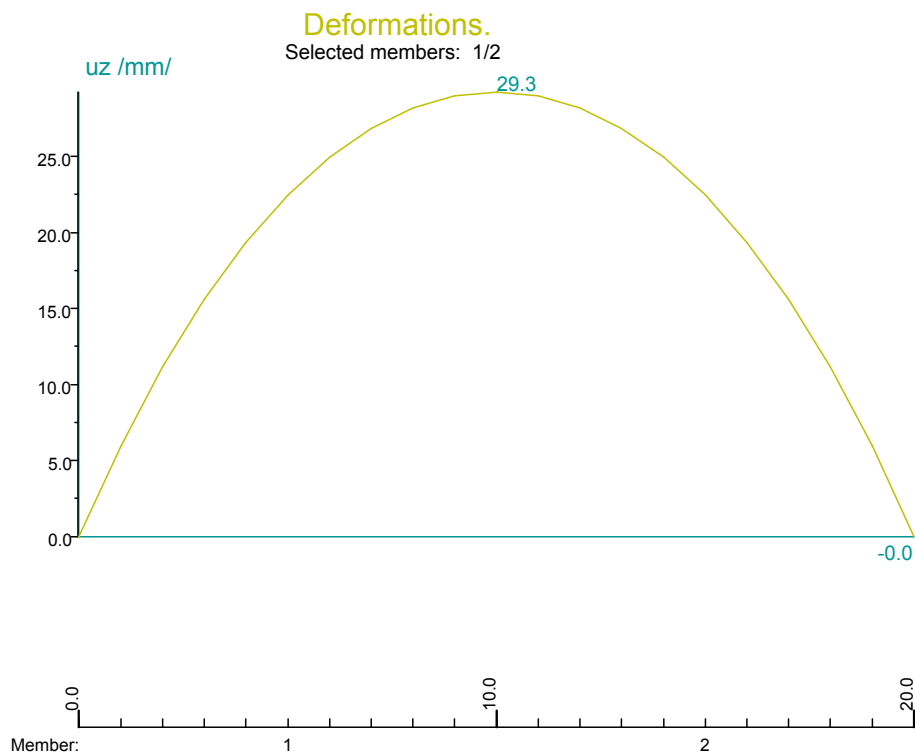
support	node	combi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	1	1	0.00	0.00	180.00	0.00	0.00	0.00
		2	-8200.00	0.00	180.00	0.00	0.00	0.00
2	2	1	0.00	0.00	180.00	0.00	0.00	0.00
		2	8200.00	0.00	180.00	0.00	0.00	0.00



Deformation on member(s). Load case(s) : 1



Deformation on member(s). Load case(s) : 2



Deformation on member(s). Ult. combi : 2

Deformations on member(s).

Linear static - extreme or all combinations

Group of member(s) : 1/2

Group of load case(s) : 1/4

case	memb	cr.nr	dx [m]	uz [mm]	fiy [mrad]
1	1	1	0.000	0.00	-8.58
			0.000	0.00	-8.58
			1.000	8.15	-7.72
			2.000	15.44	-6.86
			3.000	21.88	-6.01
			4.000	27.45	-5.15
			5.000	32.17	-4.29
			6.000	36.03	-3.43
			7.000	39.03	-2.57
			8.000	41.18	-1.72
			9.000	42.46	-0.86
			10.000	42.89	-0.00
	2		0.000	42.89	-0.00
			1.000	42.46	0.86
			2.000	41.18	1.72
			3.000	39.03	2.57
			4.000	36.03	3.43
			5.000	32.17	4.29

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening voorgespannen balk

Author : B.C. van Hulten

Page : 9

Date : Wednesday, June 06, 2007

case	memb	cr.nr	dx [m]	uz [mm]	fiy [mrad]
			6.000	27.45	5.15
			7.000	21.88	6.01
			8.000	15.44	6.86
			9.000	8.15	7.72
			10.000	0.00	8.58
			10.000	-0.00	8.58
2	1		0.000	-0.00	1.80
			0.000	-0.00	1.80
			1.000	-1.81	1.78
			2.000	-3.57	1.70
			3.000	-5.23	1.58
			4.000	-6.76	1.43
			5.000	-8.10	1.24
			6.000	-9.25	1.02
			7.000	-10.16	0.79
			8.000	-10.83	0.53
			9.000	-11.23	0.27
			10.000	-11.37	0.00
	2		0.000	-11.37	0.00
			1.000	-11.23	-0.27
			2.000	-10.83	-0.53
			3.000	-10.16	-0.79
			4.000	-9.25	-1.02
			5.000	-8.10	-1.24
			6.000	-6.76	-1.43
			7.000	-5.23	-1.58
			8.000	-3.57	-1.70
			9.000	-1.81	-1.78
			10.000	-0.00	-1.80
			10.000	-0.00	-1.80
3	1		0.000	0.00	-8.45
			0.000	0.00	-8.45
			1.000	8.03	-7.60
			2.000	15.21	-6.76
			3.000	21.55	-5.91
			4.000	27.04	-5.07
			5.000	31.69	-4.22
			6.000	35.49	-3.38
			7.000	38.45	-2.53
			8.000	40.56	-1.69
			9.000	41.83	-0.84
			10.000	42.25	-0.00
	2		0.000	42.25	-0.00
			1.000	41.83	0.84
			2.000	40.56	1.69

ESA-Prima Win release 3.50.63

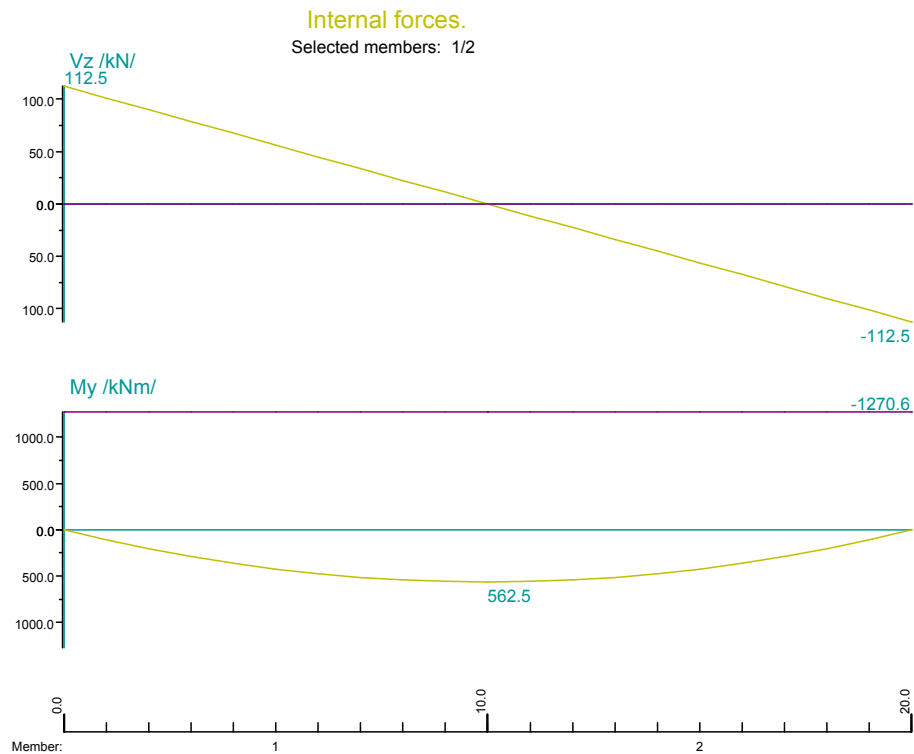
Project : Berekening voorgespannen balk

Author : B.C. van Hulten

Page : 10

Date : Wednesday, June 06, 2007

case	memb	cr.nr	dx [m]	uz [mm]	fiy [mrad]
			3.000	38.45	2.53
			4.000	35.49	3.38
			5.000	31.69	4.22
			6.000	27.04	5.07
			7.000	21.55	5.91
			8.000	15.21	6.76
			9.000	8.03	7.60
			10.000	0.00	8.45
			10.000	-0.00	8.45
4	1		0.000	0.00	-6.86
			0.000	0.00	-6.86
			1.000	6.52	-6.18
			2.000	12.35	-5.49
			3.000	17.50	-4.80
			4.000	21.96	-4.12
			5.000	25.74	-3.43
			6.000	28.82	-2.75
			7.000	31.23	-2.06
			8.000	32.94	-1.37
			9.000	33.97	-0.69
			10.000	34.31	-0.00
	2		0.000	34.31	-0.00
			1.000	33.97	0.69
			2.000	32.94	1.37
			3.000	31.23	2.06
			4.000	28.82	2.75
			5.000	25.74	3.43
			6.000	21.96	4.12
			7.000	17.50	4.80
			8.000	12.35	5.49
			9.000	6.52	6.18
			10.000	0.00	6.86
			10.000	-0.00	6.86



Internal forces on member(s). Load case(s) : 1/2

Internal forces on member(s).

Linear static - extreme or all combinations

Group of member(s) :1/2

Group of load case(s) :1/4

case	memb	cr.nr	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
1	1	1	0.000	0.00	-0.00	-2378.00
			0.000	0.00	-0.00	-2378.00
			1.000	0.00	-0.00	-2378.00
			2.000	0.00	-0.00	-2378.00
			3.000	0.00	-0.00	-2378.00
			4.000	0.00	-0.00	-2378.00
			5.000	0.00	-0.00	-2378.00
			6.000	0.00	-0.00	-2378.00
			7.000	0.00	-0.00	-2378.00
			8.000	0.00	-0.00	-2378.00
			9.000	0.00	-0.00	-2378.00
			10.000	0.00	-0.00	-2378.00
	2		0.000	0.00	-0.00	-2378.00
			1.000	0.00	-0.00	-2378.00
			2.000	0.00	-0.00	-2378.00
			3.000	0.00	-0.00	-2378.00
			4.000	0.00	-0.00	-2378.00
			5.000	0.00	-0.00	-2378.00

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening voorgespannen balk

Author : B.C. van Hulten

Page : 12

Date : Wednesday, June 06, 2007

case	memb	cr.nr	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
			6.000	0.00	-0.00	-2378.00
			7.000	0.00	-0.00	-2378.00
			8.000	0.00	-0.00	-2378.00
			9.000	0.00	-0.00	-2378.00
			10.000	0.00	-0.00	-2378.00
			10.000	0.00	-0.00	-2378.00
2	1		0.000	0.00	150.00	0.00
			0.000	0.00	150.00	0.00
			1.000	0.00	135.00	142.50
			2.000	0.00	120.00	270.00
			3.000	0.00	105.00	382.50
			4.000	0.00	90.00	480.00
			5.000	0.00	75.00	562.50
			6.000	0.00	60.00	630.00
			7.000	0.00	45.00	682.50
			8.000	0.00	30.00	720.00
			9.000	0.00	15.00	742.50
			10.000	0.00	-0.00	750.00
	2		0.000	0.00	0.00	750.00
			1.000	0.00	-15.00	742.50
			2.000	0.00	-30.00	720.00
			3.000	0.00	-45.00	682.50
			4.000	0.00	-60.00	630.00
			5.000	0.00	-75.00	562.50
			6.000	0.00	-90.00	480.00
			7.000	0.00	-105.00	382.50
			8.000	0.00	-120.00	270.00
			9.000	0.00	-135.00	142.50
			10.000	0.00	-150.00	0.00
			10.000	0.00	-150.00	0.00
3	1		0.000	0.00	-0.00	-2342.33
			0.000	0.00	-0.00	-2342.33
			1.000	0.00	-0.00	-2342.33
			2.000	0.00	-0.00	-2342.33
			3.000	0.00	-0.00	-2342.33
			4.000	0.00	-0.00	-2342.33
			5.000	0.00	-0.00	-2342.33
			6.000	0.00	-0.00	-2342.33
			7.000	0.00	-0.00	-2342.33
			8.000	0.00	-0.00	-2342.33
			9.000	0.00	-0.00	-2342.33
			10.000	0.00	-0.00	-2342.33
	2		0.000	0.00	-0.00	-2342.33
			1.000	0.00	-0.00	-2342.33
			2.000	0.00	-0.00	-2342.33

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening voorgespannen balk

Author : B.C. van Hulten

Page : 13

Date : Wednesday, June 06, 2007

case	memb	cr.nr	dx [m]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
			3.000	0.00	-0.00	-2342.33
			4.000	0.00	-0.00	-2342.33
			5.000	0.00	-0.00	-2342.33
			6.000	0.00	-0.00	-2342.33
			7.000	0.00	-0.00	-2342.33
			8.000	0.00	-0.00	-2342.33
			9.000	0.00	-0.00	-2342.33
			10.000	0.00	-0.00	-2342.33
			10.000	0.00	-0.00	-2342.33
4	1		0.000	0.00	-0.00	-1902.40
			0.000	0.00	-0.00	-1902.40
			1.000	0.00	-0.00	-1902.40
			2.000	0.00	-0.00	-1902.40
			3.000	0.00	-0.00	-1902.40
			4.000	0.00	-0.00	-1902.40
			5.000	0.00	-0.00	-1902.40
			6.000	0.00	-0.00	-1902.40
			7.000	0.00	-0.00	-1902.40
			8.000	0.00	-0.00	-1902.40
			9.000	0.00	-0.00	-1902.40
			10.000	0.00	-0.00	-1902.40
	2		0.000	0.00	-0.00	-1902.40
			1.000	0.00	-0.00	-1902.40
			2.000	0.00	-0.00	-1902.40
			3.000	0.00	-0.00	-1902.40
			4.000	0.00	-0.00	-1902.40
			5.000	0.00	-0.00	-1902.40
			6.000	0.00	-0.00	-1902.40
			7.000	0.00	-0.00	-1902.40
			8.000	0.00	-0.00	-1902.40
			9.000	0.00	-0.00	-1902.40
			10.000	0.00	-0.00	-1902.40
			10.000	0.00	-0.00	-1902.40

Internal forces on member(s).

Linear static - extreme or all combinations

Group of member(s) :1/2

Group of ultimate combi :1

combi	memb	cr.nr	dx [m]	Vz [kN]	My [kNm]
1	1	1	0.000	180.00	0.00
			0.000	180.00	0.00
			1.000	162.00	171.00
			2.000	144.00	324.00
			3.000	126.00	459.00

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening voorgespannen balk

Author : B.C. van Hulten

Page : 14

Date : Wednesday, June 06, 2007

combi	memb	cr.nr	dx [m]	Vz [kN]	My [kNm]
			4.000	108.00	576.00
			5.000	90.00	675.00
			6.000	72.00	756.00
			7.000	54.00	819.00
			8.000	36.00	864.00
			9.000	18.00	891.00
			10.000	-0.00	900.00
	2		0.000	0.00	900.00
			1.000	-18.00	891.00
			2.000	-36.00	864.00
			3.000	-54.00	819.00
			4.000	-72.00	756.00
			5.000	-90.00	675.00
			6.000	-108.00	576.00
			7.000	-126.00	459.00
			8.000	-144.00	324.00
			9.000	-162.00	171.00
			10.000	-180.00	0.00
			10.000	-180.00	0.00

Member - stress.

Linear static - extreme or all combinations

Group of member(s) :1/2

Group of load case(s) :1/4

case	memb	cr.nr	dx m	Normal stress - / + MPa
1	1	1	0.000	-19.82 19.82
1	1	1	0.000	-19.82 19.82
1	1	1	1.000	-19.82 19.82
1	1	1	2.000	-19.82 19.82
1	1	1	3.000	-19.82 19.82
1	1	1	4.000	-19.82 19.82
1	1	1	5.000	-19.82 19.82
1	1	1	6.000	-19.82 19.82
1	1	1	7.000	-19.82 19.82
1	1	1	8.000	-19.82 19.82
1	1	1	9.000	-19.82 19.82

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening voorgespannen balk
Author : B.C. van Hulten

Page : 15
Date : Wednesday, June 06, 2007

case	memb	cr.nr	dx m	Normal stress - / + MPa
1	1	1	10.000	-19.82 19.82
1	2	1	0.000	-19.82 19.82
1	2	1	1.000	-19.82 19.82
1	2	1	2.000	-19.82 19.82
1	2	1	3.000	-19.82 19.82
1	2	1	4.000	-19.82 19.82
1	2	1	5.000	-19.82 19.82
1	2	1	6.000	-19.82 19.82
1	2	1	7.000	-19.82 19.82
1	2	1	8.000	-19.82 19.82
1	2	1	9.000	-19.82 19.82
1	2	1	10.000	-19.82 19.82
1	2	1	10.000	-19.82 19.82
2	1	1	0.000	-0.00 0.00
2	1	1	0.000	-0.00 0.00
2	1	1	1.000	-1.19 1.19
2	1	1	2.000	-2.25 2.25
2	1	1	3.000	-3.19 3.19
2	1	1	4.000	-4.00 4.00
2	1	1	5.000	-4.69 4.69
2	1	1	6.000	-5.25 5.25
2	1	1	7.000	-5.69 5.69
2	1	1	8.000	-6.00 6.00
2	1	1	9.000	-6.19 6.19
2	1	1	10.000	-6.25 6.25

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening voorgespannen balk
Author : B.C. van Hulten

Page : 16
Date : Wednesday, June 06, 2007

case	memb	cr.nr	dx m	Normal stress - / + MPa
2	2	1	0.000	-6.25 6.25
2	2	1	1.000	-6.19 6.19
2	2	1	2.000	-6.00 6.00
2	2	1	3.000	-5.69 5.69
2	2	1	4.000	-5.25 5.25
2	2	1	5.000	-4.69 4.69
2	2	1	6.000	-4.00 4.00
2	2	1	7.000	-3.19 3.19
2	2	1	8.000	-2.25 2.25
2	2	1	9.000	-1.19 1.19
2	2	1	10.000	-0.00 0.00
2	2	1	10.000	-0.00 0.00
3	1	1	0.000	-19.52 19.52
3	1	1	0.000	-19.52 19.52
3	1	1	1.000	-19.52 19.52
3	1	1	2.000	-19.52 19.52
3	1	1	3.000	-19.52 19.52
3	1	1	4.000	-19.52 19.52
3	1	1	5.000	-19.52 19.52
3	1	1	6.000	-19.52 19.52
3	1	1	7.000	-19.52 19.52
3	1	1	8.000	-19.52 19.52
3	1	1	9.000	-19.52 19.52
3	1	1	10.000	-19.52 19.52
3	2	1	0.000	-19.52 19.52

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening voorgespannen balk

Author : B.C. van Hulten

Page : 17

Date : Wednesday, June 06, 2007

case	memb	cr.nr	dx m	Normal stress - / + MPa
3	2	1	1.000	-19.52 19.52
3	2	1	2.000	-19.52 19.52
3	2	1	3.000	-19.52 19.52
3	2	1	4.000	-19.52 19.52
3	2	1	5.000	-19.52 19.52
3	2	1	6.000	-19.52 19.52
3	2	1	7.000	-19.52 19.52
3	2	1	8.000	-19.52 19.52
3	2	1	9.000	-19.52 19.52
3	2	1	10.000	-19.52 19.52
3	2	1	10.000	-19.52 19.52
4	1	1	0.000	-15.85 15.85
4	1	1	0.000	-15.85 15.85
4	1	1	1.000	-15.85 15.85
4	1	1	2.000	-15.85 15.85
4	1	1	3.000	-15.85 15.85
4	1	1	4.000	-15.85 15.85
4	1	1	5.000	-15.85 15.85
4	1	1	6.000	-15.85 15.85
4	1	1	7.000	-15.85 15.85
4	1	1	8.000	-15.85 15.85
4	1	1	9.000	-15.85 15.85
4	1	1	10.000	-15.85 15.85
4	2	1	0.000	-15.85 15.85
4	2	1	1.000	-15.85 15.85

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Berekening voorgespannen balk

Author : B.C. van Hulten

Page : 18

Date : Wednesday, June 06, 2007

case	memb	cr.nr	dx m	Normal stress - / + MPa
4	2	1	2.000	-15.85 15.85
4	2	1	3.000	-15.85 15.85
4	2	1	4.000	-15.85 15.85
4	2	1	5.000	-15.85 15.85
4	2	1	6.000	-15.85 15.85
4	2	1	7.000	-15.85 15.85
4	2	1	8.000	-15.85 15.85
4	2	1	9.000	-15.85 15.85
4	2	1	10.000	-15.85 15.85
4	2	1	10.000	-15.85 15.85

Bijlage 25

Invloedslijnen

Paragraaf 8.4

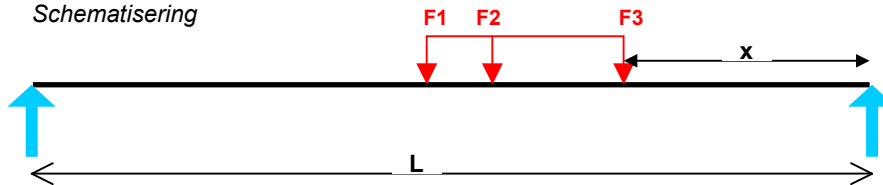
Bron: Dictaat IGO203 Inleiding voorgespannen beton

Het doel van deze bijlage is het vaststellen van de locatie van de puntlasten waardoor het maatgevende moment kan worden bepaald. Tevens wordt ook de waarde berekend. Dit wordt zowel wiskundig uitgewerkt alsmede een controle met het computerprogramma ESA PW.

Berekening: locatie van de belasting waardoor zwaarste moment optreedt

Wiskundig

Schematisering



Gezocht: de waarde voor x zodat er een maximaal moment ontstaat.

Stap 1

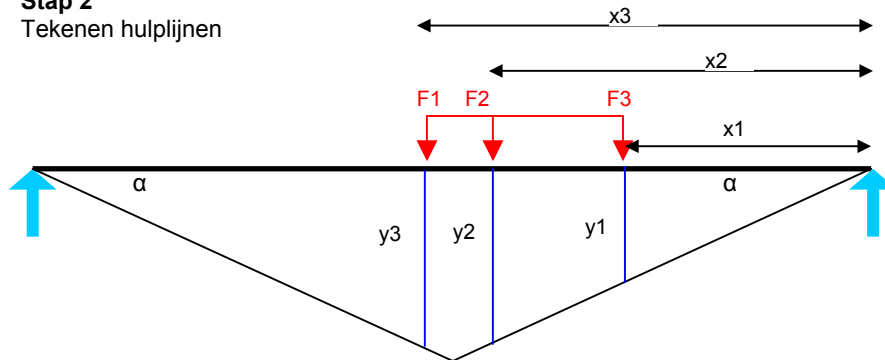
Bepalen van de benodigde formules

$M = \text{kracht} \times \text{arm}$

In algemeen geldt $\tan(\alpha) = y / x$

Stap 2

Tekenen hulplijnen



Gegeven is dat de kracht overal gelijk aan elkaar is. Er moet dus gezocht worden naar een maximaal som van de armen. Gezocht vanuit de vraag $\sum x = \text{maximaal}$. In het figuur geldt tevens $\tan(\alpha) = y1 / x1 = y2 / x2 = y3 / x$. Daardoor kan gesteld worden dat $\sum y = \text{maximaal}$ ook de oplossing biedt.

Stelling I 'Een van de krachten moet in het midden worden geplaatst'

Welke kracht dat is, is nog onbekend. Daarom wordt deze kracht in de fase Yn genoemd. Met de redenering van het omgekeerde, kan gesteld worden: yn moet in het midden want indien yn $\neq$ midden zullen bij verplaatsing de som van de componenten altijd groter of kleiner worden. Waardoor geldt yn $\neq$ midden $\rightarrow$ geen maximum. Dus de stelling klopt.

Welke y komt in het midden?

Indien y1 in het midden

$Y1 = y \text{ max}$

$y2 = y1 - \Delta y1,2$

$y3 = y1 - \Delta y1,2 - \Delta y2,3$

$$\sum y = 3 \cdot y_{\text{max}} - 2 \cdot \Delta y1,2 - 1 \cdot \Delta y2,3$$

Indien y2 in het midden

$Y2 = y \text{ max}$

$Y1 = y2 - \Delta y1,2$

$Y3 = y1 - \Delta y2,3$

$$\sum y = 3 \cdot y_{\text{max}} - 1 \cdot \Delta y1,2 - 1 \cdot \Delta y2,3$$

y2 in het midden

Indien y3 in het midden

$Y3 = y \text{ max}$

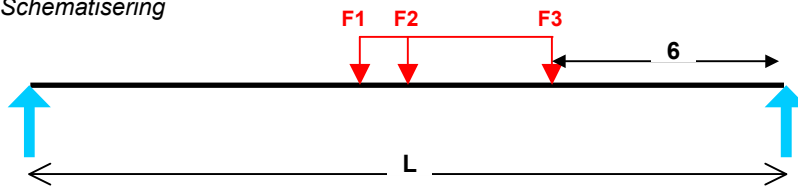
$Y2 = y3 - \Delta y2,3$

$Y1 = y3 - \Delta y1,2 - \Delta y2,3$

$$\sum y = 3 \cdot y_{\text{max}} - 1 \cdot \Delta y1,2 - 2 \cdot \Delta y2,3$$

Conclusie zwaarste last voor tweede y in het midden.

Waardoor $x = \frac{1}{2} L - \Delta x2,3 = \frac{1}{2} \cdot 10 - 4 = 6$ meter

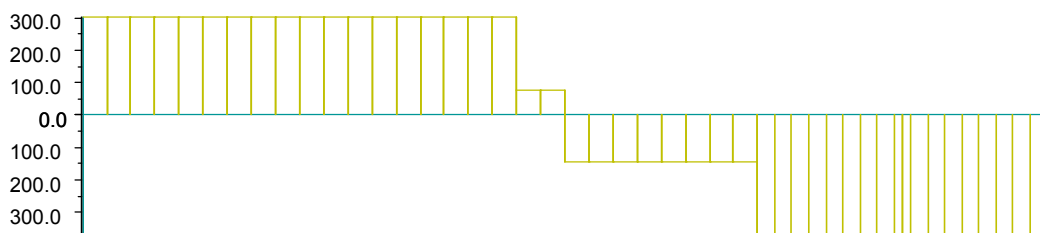
Bepaling waarde van het optredende moment*Schematisering**Voor de oplegreactie in B geldt:*

$$\Sigma M_A = 0 \Rightarrow (-F_b \times 20) + (225 \times 9) + (225 \times 10) + (225 \times 14) = 0 \Rightarrow F_b = [225 \times (9 + 10 + 14)] / 20 = 371,25 \text{ kN}$$

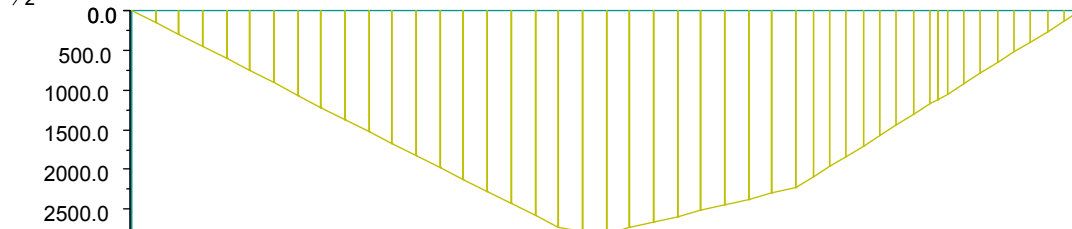
Voor de oplegreactie in A geldt:

$$\Sigma M_B = 0 \Rightarrow (-F_A \times 20) + (225 \times 6) + (225 \times 10) + (225 \times 11) = 0 \Rightarrow F_b = [225 \times (6 + 10 + 11)] / 20 = 303,75 \text{ kN}$$

$$\Sigma \text{ Verticalen} = 3 \times 225 - 371,25 - 303,75 = 0$$

*Dwarskrachtenlijn met maatgevende locatie van de puntlasten**Met op de y-as de dwarskracht [kN] en op de x-as de afstand vanuit het linker steunpunt [m]***Het maximale moment**

$$\int_{\frac{1}{2}L}^0 \text{dwarskrachten} \times dL = \text{halve oppervlakte dwarskrachten lijn} = 303,75 \times 9 + 78,75 \times 1 = 2812,5 \text{ kNm}$$

*Momentenlijn met maatgevende locatie van de puntlasten**Met op de y-as het moment [kNm] en op de x-as de afstand vanuit het linker steunpunt [m]***Invoering in ESA**

Op de volgende pagina's is het verslag van ESA PW te lezen.

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Locatie puntlasten maatgevend

Author : B.C. van Hulten

Page : 1

Date : Friday, May 25, 2007

Contents

Basic data , used materials	1
List of material	1
Nodes	2
Members	2
Profile characteristics , standard description , used profiles	2
Internal forces on member(s). Load case(s) : 1/9	3
Internal forces on member(s). Load case(s) : 1/9	4
Internal forces on member(s). Load case(s) : 1/9	4
Internal forces on member(s). Load case(s) : 1/9	5
Internal forces on member(s) (all), load case(s) (all), global extremes.	5
Internal forces on member(s) (all), load case(s) (all).	5

Basic data**Type of structure : General XYZ**

Number of nodes:	2
Number of members:	1
Number of 1D macros:	1
Number of bound. lines:	0
Number of 2D macros:	0
Number of profiles :	1
Number of cases:	9
Number of materials:	1

Material

Name:		
B 65		
E modulus	38500.00 MPa	
Poisson coeff.	0.20	
Density	2500.000 kg/m^3	
Extensibility	0.01 mm/m.K	

List of material**Group of members :****1/1**

no.	Name:	quality	unit weight kg/m	length m	weight kg
1	T (1300,2500,300,450)	B 65	3000.00	20.00	60000.00

The total weight of the structure: 60000.00 kg

Surface for painting: 152.00 m^2

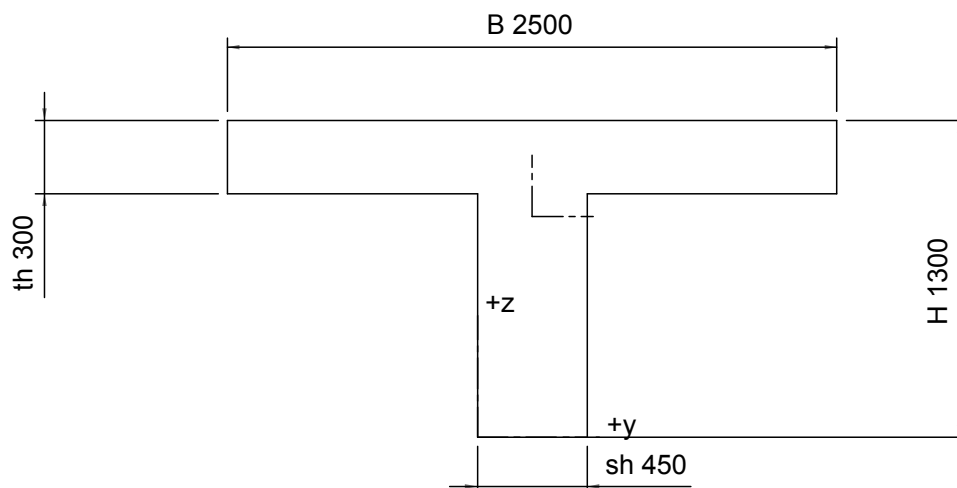
Nodes

node	X m	Y m	Z m
1	0.000	0.000	0.000
2	20.000	0.000	0.000

Members

macro	memb	node 1	node 2	length m	Rx deg	profile	quality
1	1	1	2	20.000	0.00	1 - T (1300,2500,300,450)	B 65

Profiles



T (1300,2500,300,450)

Profile no. 1 - T (1300,2500,300,450)
 Material : 21 - B 65

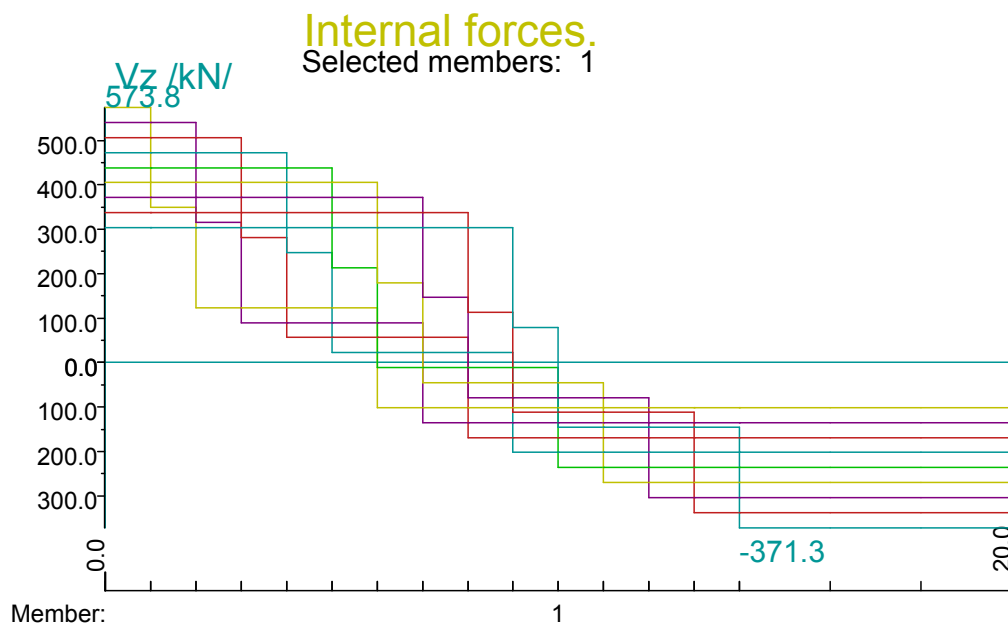
ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Locatie puntlasten maatgevend
Author : B.C. van Hulten

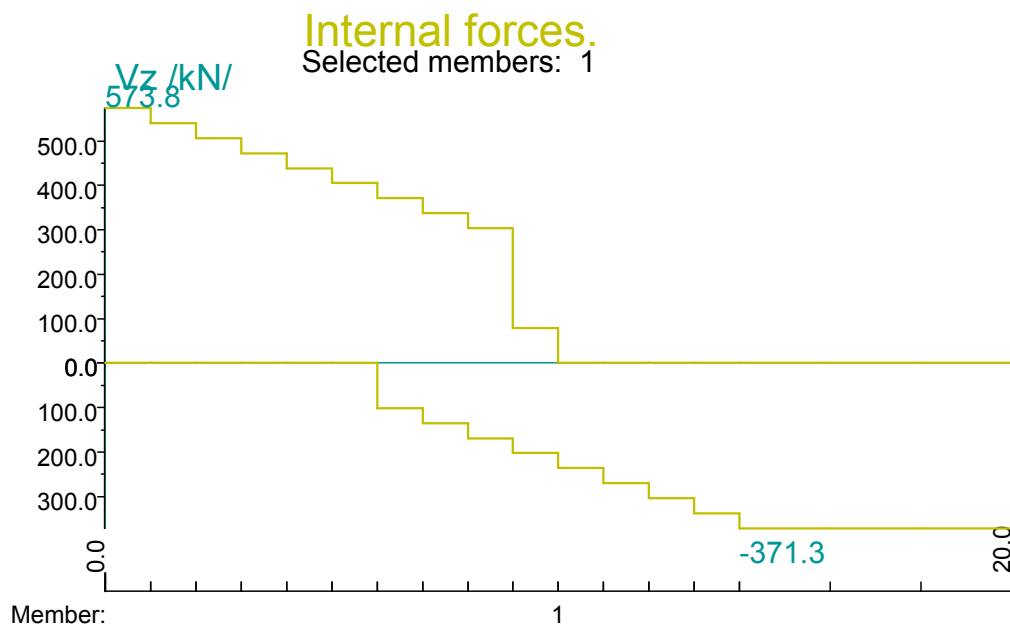
Page : 3
Date : Friday, May 25, 2007

A:	1.200000e+006 mm ²		
Ay/A:	1.000	Az/A:	1.000
Iy:	1.619531e+011 mm ⁴	Iz:	3.982188e+011 mm ⁴
Iyz:	0.000000e+000 mm ⁴	It:	1.205885e+011 mm ⁴
Iw:	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely:	1.787069e+008 mm ³	Welz:	3.185750e+008 mm ³
Wply:	3.274846e+008 mm ³	Wplz:	5.193750e+008 mm ³
cy:	225.00 mm	cz:	906.25 mm
iy:	367.37 mm	iz:	576.06 mm
dy:	0.00 mm	dz:	0.00 mm
Outline :		7600.00 mm	

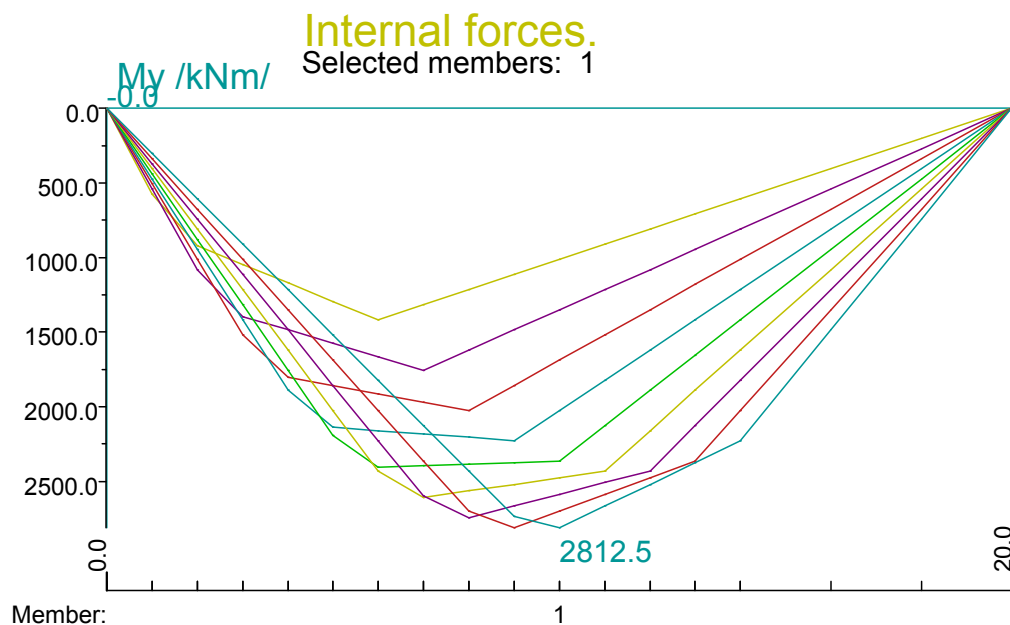
Type for check: Untypical section



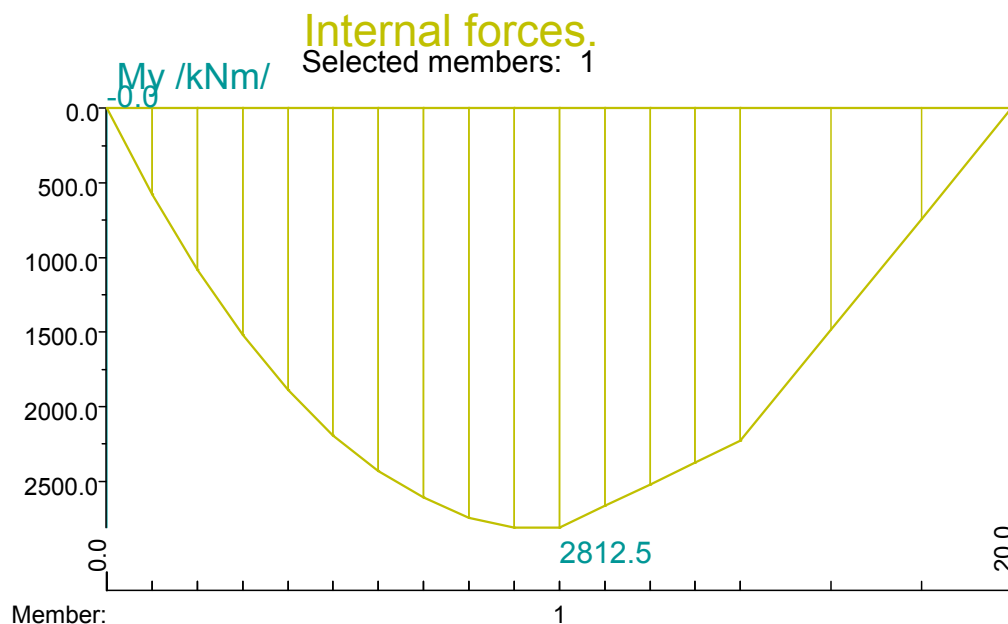
Internal forces on member(s). Load case(s) : 1/9



Internal forces on member(s). Load case(s) : 1/9



Internal forces on member(s). Load case(s) : 1/9



Internal forces on member(s). Load case(s) : 1/9

Internal forces on member(s). Global extreme

Linear static - extreme or all combinations

Group of member(s) : 1

Group of load case(s) : 1/9

memb	cr.nr	case	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	1	1	0.000	0.00	0.00	573.75	0.00	0.00	0.00
		9	14.000	0.00	0.00	-371.25	0.00	2227.50	0.00
			10.000	0.00	0.00	78.75	0.00	2812.50	0.00

Internal forces on member(s).

Linear static - extreme or all combinations

Group of member(s) : 1

Group of load case(s) : 1/9

case	memb	cr.nr	dx [m]	Vz [kN]	My [kNm]
1	1	1	0.000	573.75	0.00
			1.000	573.75	573.74
			1.000	348.75	573.75
			2.000	348.75	922.50
			2.000	123.75	922.50
			3.000	123.75	1046.25
			3.000	123.75	1046.25
			4.000	123.75	1170.00

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Locatie puntlasten maatgevend

Author : B.C. van Hulten

Page : 6

Date : Friday, May 25, 2007

case	memb	cr.nr	dx [m]	Vz [kN]	My [kNm]
			4.000	123.75	1170.00
			5.000	123.75	1293.75
			5.000	123.75	1293.75
			6.000	123.75	1417.50
			6.000	-101.25	1417.50
			7.000	-101.25	1316.25
			7.000	-101.25	1316.25
			8.000	-101.25	1215.00
			8.000	-101.25	1215.00
			9.000	-101.25	1113.75
			9.000	-101.25	1113.75
			10.000	-101.25	1012.50
			10.000	-101.25	1012.50
			11.000	-101.25	911.25
			11.000	-101.25	911.25
			12.000	-101.25	810.00
			12.000	-101.25	810.00
			13.000	-101.25	708.75
			13.000	-101.25	708.75
			14.000	-101.25	607.50
			14.000	-101.25	607.50
			16.000	-101.25	405.00
			18.000	-101.25	202.50
			20.000	-101.25	0.00
2			0.000	540.00	0.00
			1.000	540.00	539.99
			1.000	540.00	540.01
			2.000	540.00	1079.99
			2.000	315.00	1080.00
			3.000	315.00	1395.00
			3.000	90.00	1395.00
			4.000	90.00	1485.00
			4.000	90.00	1485.00
			5.000	90.00	1575.00
			5.000	90.00	1575.00
			6.000	90.00	1665.00
			6.000	90.00	1665.00
			7.000	90.00	1755.00
			7.000	-135.00	1755.00
			8.000	-135.00	1620.00
			8.000	-135.00	1620.00
			9.000	-135.00	1485.00
			9.000	-135.00	1485.00
			10.000	-135.00	1350.00
			10.000	-135.00	1350.00

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Locatie puntlasten maatgevend

Author : B.C. van Hulten

Page : 7

Date : Friday, May 25, 2007

case	memb	cr.nr	dx [m]	Vz [kN]	My [kNm]
			11.000	-135.00	1215.00
			11.000	-135.00	1215.00
			12.000	-135.00	1080.00
			12.000	-135.00	1080.00
			13.000	-135.00	945.00
			13.000	-135.00	945.00
			14.000	-135.00	810.00
			14.000	-135.00	810.00
			16.000	-135.00	540.00
			18.000	-135.00	270.00
			20.000	-135.00	0.00
3			0.000	506.25	0.00
			1.000	506.25	506.24
			1.000	506.25	506.26
			2.000	506.25	1012.49
			2.000	506.25	1012.51
			3.000	506.25	1518.74
			3.000	281.25	1518.75
			4.000	281.25	1800.00
			4.000	56.25	1800.00
			5.000	56.25	1856.25
			5.000	56.25	1856.25
			6.000	56.25	1912.50
			6.000	56.25	1912.50
			7.000	56.25	1968.75
			7.000	56.25	1968.75
			8.000	56.25	2025.00
			8.000	-168.75	2025.00
			9.000	-168.75	1856.25
			9.000	-168.75	1856.25
			10.000	-168.75	1687.50
			10.000	-168.75	1687.50
			11.000	-168.75	1518.75
			11.000	-168.75	1518.75
			12.000	-168.75	1350.00
			12.000	-168.75	1350.00
			13.000	-168.75	1181.25
			13.000	-168.75	1181.25
			14.000	-168.75	1012.50
			14.000	-168.75	1012.50
			16.000	-168.75	675.00
			18.000	-168.75	337.50
			20.000	-168.75	0.00
4			0.000	472.50	-0.00
			1.000	472.50	472.50

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Locatie puntlasten maatgevend

Author : B.C. van Hulten

Page : 8

Date : Friday, May 25, 2007

case	memb	cr.nr	dx [m]	Vz [kN]	My [kNm]
			1.000	472.50	472.50
			2.000	472.50	945.00
			2.000	472.50	945.00
			3.000	472.50	1417.50
			3.000	472.50	1417.50
			4.000	472.50	1890.00
			4.000	247.50	1890.00
			5.000	247.50	2137.50
			5.000	22.50	2137.50
			6.000	22.50	2160.00
			6.000	22.50	2160.00
			7.000	22.50	2182.50
			7.000	22.50	2182.50
			8.000	22.50	2205.00
			8.000	22.50	2205.00
			9.000	22.50	2227.50
			9.000	-202.50	2227.50
			10.000	-202.50	2025.00
			10.000	-202.50	2025.00
			11.000	-202.50	1822.50
			11.000	-202.50	1822.50
			12.000	-202.50	1620.00
			12.000	-202.50	1620.00
			13.000	-202.50	1417.50
			13.000	-202.50	1417.50
			14.000	-202.50	1215.00
			14.000	-202.50	1215.00
			16.000	-202.50	810.00
			18.000	-202.50	405.00
			20.000	-202.50	0.00
5			0.000	438.75	0.00
			1.000	438.75	438.75
			1.000	438.75	438.75
			2.000	438.75	877.50
			2.000	438.75	877.50
			3.000	438.75	1316.25
			3.000	438.75	1316.25
			4.000	438.75	1755.00
			4.000	438.75	1755.00
			5.000	438.75	2193.75
			5.000	213.75	2193.75
			6.000	213.75	2407.50
			6.000	-11.25	2407.50
			7.000	-11.25	2396.25
			7.000	-11.25	2396.25

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Locatie puntlasten maatgevend
Author : B.C. van Hulten

Page : 9
Date : Friday, May 25, 2007

case	memb	cr.nr	dx [m]	Vz [kN]	My [kNm]
			8.000	-11.25	2385.00
			8.000	-11.25	2385.00
			9.000	-11.25	2373.75
			9.000	-11.25	2373.75
			10.000	-11.25	2362.50
			10.000	-236.25	2362.50
			11.000	-236.25	2126.25
			11.000	-236.25	2126.25
			12.000	-236.25	1890.00
			12.000	-236.25	1890.00
			13.000	-236.25	1653.75
			13.000	-236.25	1653.75
			14.000	-236.25	1417.50
			14.000	-236.25	1417.50
			16.000	-236.25	945.00
			18.000	-236.25	472.50
			20.000	-236.25	0.00
6			0.000	405.00	-0.00
			1.000	405.00	405.00
			1.000	405.00	405.00
			2.000	405.00	810.00
			2.000	405.00	810.00
			3.000	405.00	1215.00
			3.000	405.00	1215.00
			4.000	405.00	1620.00
			4.000	405.00	1620.00
			5.000	405.00	2025.00
			5.000	405.00	2025.00
			6.000	405.00	2430.00
			6.000	180.00	2430.00
			7.000	180.00	2610.00
			7.000	-45.00	2610.00
			8.000	-45.00	2565.00
			8.000	-45.00	2565.00
			9.000	-45.00	2520.00
			9.000	-45.00	2520.00
			10.000	-45.00	2475.00
			10.000	-45.00	2475.00
			11.000	-45.00	2430.00
			11.000	-270.00	2430.00
			12.000	-270.00	2160.00
			12.000	-270.00	2160.00
			13.000	-270.00	1890.00
			13.000	-270.00	1890.00
			14.000	-270.00	1620.00

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Locatie puntlasten maatgevend

Author : B.C. van Hulten

Page : 10

Date : Friday, May 25, 2007

case	memb	cr.nr	dx [m]	Vz [kN]	My [kNm]
			14.000	-270.00	1620.00
			16.000	-270.00	1080.00
			18.000	-270.00	540.00
			20.000	-270.00	0.00
7			0.000	371.25	0.00
			1.000	371.25	371.25
			1.000	371.25	371.25
			2.000	371.25	742.50
			2.000	371.25	742.50
			3.000	371.25	1113.75
			3.000	371.25	1113.75
			4.000	371.25	1485.00
			4.000	371.25	1485.00
			5.000	371.25	1856.25
			5.000	371.25	1856.25
			6.000	371.25	2227.50
			6.000	371.25	2227.50
			7.000	371.25	2598.75
			7.000	146.25	2598.75
			8.000	146.25	2745.00
			8.000	-78.75	2745.00
			9.000	-78.75	2666.25
			9.000	-78.75	2666.25
			10.000	-78.75	2587.50
			10.000	-78.75	2587.50
			11.000	-78.75	2508.75
			11.000	-78.75	2508.75
			12.000	-78.75	2430.00
			12.000	-303.75	2430.00
			13.000	-303.75	2126.25
			13.000	-303.75	2126.25
			14.000	-303.75	1822.50
			14.000	-303.75	1822.50
			16.000	-303.75	1215.00
			18.000	-303.75	607.50
			20.000	-303.75	0.00
8			0.000	337.50	0.00
			1.000	337.50	337.50
			1.000	337.50	337.50
			2.000	337.50	675.00
			2.000	337.50	675.00
			3.000	337.50	1012.50
			3.000	337.50	1012.50
			4.000	337.50	1350.00
			4.000	337.50	1350.00

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Locatie puntlasten maatgevend
Author : B.C. van Hulten

Page : 11
Date : Friday, May 25, 2007

case	memb	cr.nr	dx [m]	Vz [kN]	My [kNm]
			5.000	337.50	1687.50
			5.000	337.50	1687.50
			6.000	337.50	2025.00
			6.000	337.50	2025.00
			7.000	337.50	2362.50
			7.000	337.50	2362.50
			8.000	337.50	2700.00
			8.000	112.50	2700.00
			9.000	112.50	2812.50
			9.000	-112.50	2812.50
			10.000	-112.50	2700.00
			10.000	-112.50	2700.00
			11.000	-112.50	2587.50
			11.000	-112.50	2587.50
			12.000	-112.50	2475.00
			12.000	-112.50	2475.00
			13.000	-112.50	2362.50
			13.000	-337.50	2362.50
			14.000	-337.50	2025.00
			14.000	-337.50	2025.00
			16.000	-337.50	1350.00
			18.000	-337.50	675.00
			20.000	-337.50	0.00
9			0.000	303.75	0.00
			1.000	303.75	303.75
			1.000	303.75	303.75
			2.000	303.75	607.50
			2.000	303.75	607.50
			3.000	303.75	911.25
			3.000	303.75	911.25
			4.000	303.75	1215.00
			4.000	303.75	1215.00
			5.000	303.75	1518.75
			5.000	303.75	1518.75
			6.000	303.75	1822.50
			6.000	303.75	1822.50
			7.000	303.75	2126.25
			7.000	303.75	2126.25
			8.000	303.75	2430.00
			8.000	303.75	2430.00
			9.000	303.75	2733.75
			9.000	78.75	2733.75
			10.000	78.75	2812.50
			10.000	-146.25	2812.50
			11.000	-146.25	2666.25

ESA-Prima Win release 3.50.63

Project : Locatie puntlasten maatgevend
Author : B.C. van Hulten

Page : 12
Date : Friday, May 25, 2007

case	memb	cr.nr	dx [m]	Vz [kN]	My [kNm]
			11.000	-146.25	2666.25
			12.000	-146.25	2520.00
			12.000	-146.25	2520.00
			13.000	-146.25	2373.75
			13.000	-146.25	2373.75
			14.000	-146.25	2227.50
			14.000	-371.25	2227.50
			16.000	-371.25	1485.00
			18.000	-371.25	742.50
			20.000	-371.25	0.00

Bijlage 26

Berekening voorspanverliezen

Paragraaf 8.5

Bron: Dictaat IGO203 Inleiding voorgespannen beton
Voorgespannen Beton van prof. dr. ir. J.C. Walraven

Voorspanverliezen

Tijdens de berekeningen wordt er zonder afgeronde getallen verder gerekend.

De wrijving in de spankanalen (Wobble-effect)

Reeds tijdens het voorspannen zal de spanning in het voorspanstaal door wrijvingsverliezen over de lengte van de ligger verlopen. Het verlies is afhankelijk van de voorspankracht. Bij een grotere voorspankracht is een groter verlies. Het verlies door het Wobble effect is te berekenen met de volgende formule.

$$\Delta P_x = P_v \cdot (1 - e^{-(u(\varphi + \varphi_1 \cdot x))}) \text{ [kN]}$$

Met:

P_v de voorspankracht = 8.200 kN

u als wrijvingscoëfficiënt = 0,13

Hoekverdraaiing φ_1 (Wobble) = 0,005 rad/m,

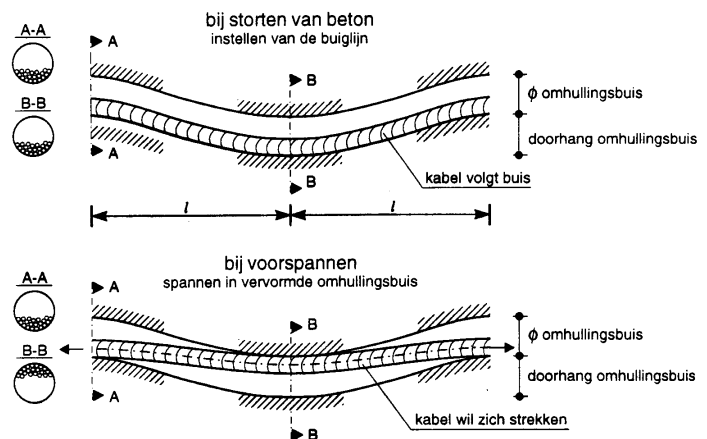
Hoekverdraaiing $\varphi = e_p / (\frac{1}{2} l) = 0,0126 \text{ rad}$,

Met x de lengte van de constructie = 20 m.

$$\Delta P_x = 8.200 \cdot (1 - e^{-(0,13(0,013 + 0,005 \times 20))})$$

$$\Delta P_x = 8.200 \cdot (1 - 0,9855) = 120,7 \text{ kN}$$

$$\Delta \sigma_{pi} = \frac{\Delta P}{A_{staal}} = \frac{120,7 \times 10^3}{6.969} = 17,31 \text{ N/mm}^2$$



Ontstaan van het Wobble-effect door de hoekverdraaiing φ_1 , naar Thiele (bron Dictaat IGO203, pagina 32)

De intrekking in de verankering

Het is mogelijk intrekkingvrije verankeringen toe te passen, zoals bij verankering met moeren bij het voorspansysteem Dywidag. Daarom is er gekozen voor een Dywidag systeem.

De elastische verkorting tijdens of na aanbrengen voorspankracht

Bij nagerekt staal wordt de vervorming van het beton ten gevolge van de desbetreffende kabel automatisch gecompenseerd, omdat de verlenging ten opzichte van de verankering wordt gemeten. Elke kabel die erna gespannen wordt heeft wel een afname van de voorspankracht in de reeds verankerde kabels tot gevolg.

$$\Delta P = 0,5 \cdot n \cdot (n-1) \cdot \frac{E_b \cdot A_b}{E_p \cdot A_p} \text{ geeft: } \Delta P = 0,5 \times 36 \times (35-1) \times \frac{31.000 \times 500 \times 1.200}{210.000 \times 6.969} = 8,01 \text{ kN}$$

$$\Delta \sigma_{pi} = \frac{\Delta P}{A_{staal}} = \frac{8,01 \times 10^3}{6.969} = 1,15 \text{ N/mm}^2$$

De kruipverkorting van beton

De kruip van beton wordt veroorzaakt door de vervorming van de gelstructuur, en de capillaire spanning van het chemisch niet-gebonden. Verloop en uiteindelijke grootte van de kruip zijn afhankelijk van de volgende factoren:

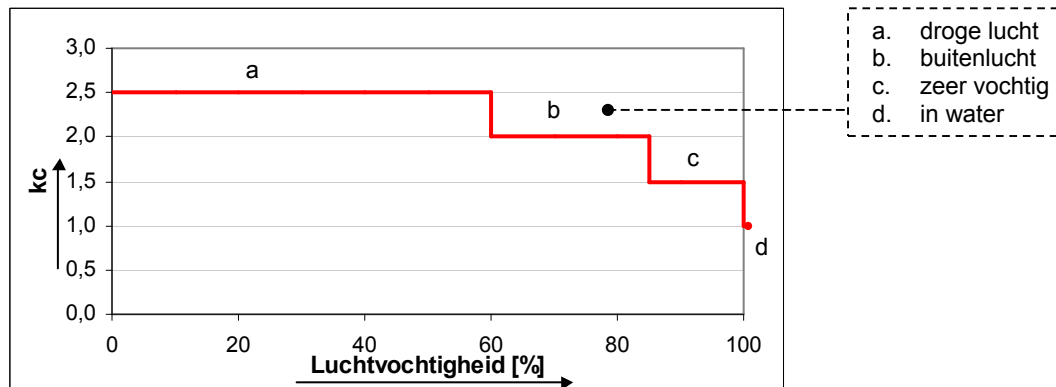
- k_c Het klimaat waarin de constructie zich bevindt. In het bijzonder spelen hier de relatieve vochtigheid en temperatuur een rol.
- k_d De ontwikkeling van hydratatiegraad, alsmede de hydratatiegraad bij belasten. Deze zijn afhankelijk van de ouderdom van het beton bij belasten, de toegepaste cementsoort, en de condities waaronder de verharding plaatsvindt.
- k_b De sterkteklasse van het beton.
- k_h De afmetingen van de doorsnede.

- k_t De duur van de belasting

$$\Phi(t, t_c) = k_c \cdot k_d \cdot k_b \cdot k_h \cdot k_t$$

Klimaat (k_c)

Bij een lage relatieve vochtigheid wordt potentiaalverschil tussen het vochtgehalte in de constructie en haar omgeving groter, waardoor de constructie sneller zal uitdrogen.



Relatie tussen de relatieve vochtigheid en k_c

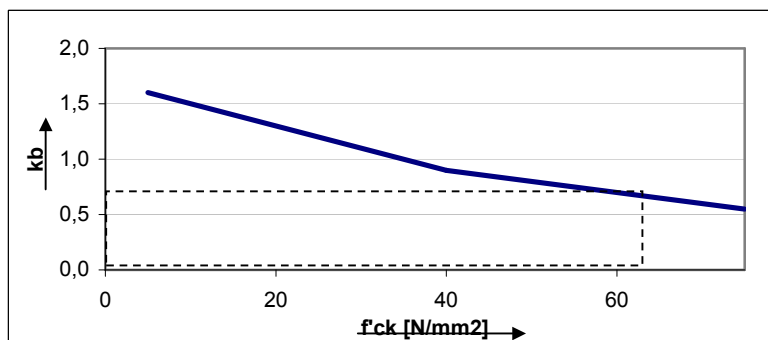
De constructie bevindt zich in gebied c, waardoor $k_c = 1,50$

Hydratatie (k_d)

De ouderdom t_c van het beton is mede bepalend voor de hydratatie graad. Deze wordt nog verder beïnvloed door de sterkteklasse van het cement. Het cement is nog onbekende factor evenals de ouderdom van de materialen. Aangenomen is een ongunstige factor van 1,6.

Sterkteklasse beton (k_b)

Bij de sterkteklasse van het beton spelen twee aspecten een rol. Ten eerste heeft beton met een grote sterkte ook een grotere stijfheid dan beton met een lagere sterkte. Ten tweede heeft beton met een hogere sterkte een lagere permeabiliteit, waardoor het uitdrogingsproces langzamer zal verlopen (gunstig). Met het volgende figuur is de waarde van k_b te bepalen.



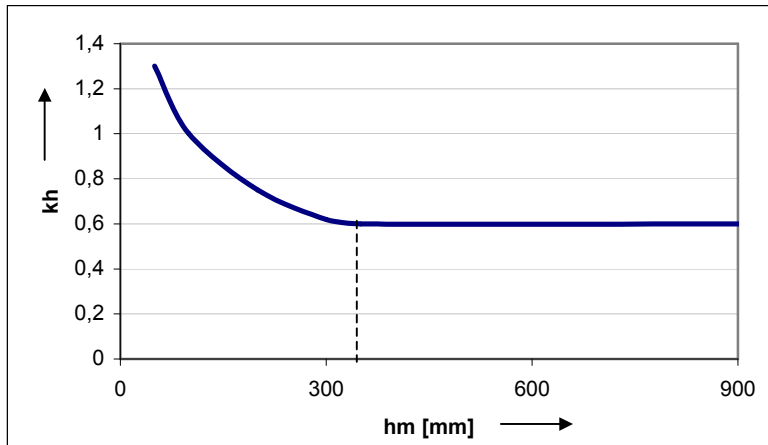
Invloed van de sterkteklasse op k_b

De constructie wordt het gestort in B65 waardoor geldt $f_{ck} = 65$ waarmee $k_b = 0,63$

Betonddoorsnede k_h

De uitdroging wordt naast de relatieve vochtigheid en de permeabiliteit, ook beïnvloed door de afstand die het vocht in de constructie moet afleggen. Het verband tussen de fictieve dikte h_m en de betonddoorsnede is als volgt:

$$h_m = \frac{2 \times A_b}{O_b} = \frac{2 \times 500 \times 1.200}{2 \times 500 + 2 \times 1.200} = 353 \text{ mm}$$



Invloed van de fictieve dikte h_m op k_h

Voor de constructie geldt dat $k_h = 0,60$

Tijdsduur (k_t)

Voor de factor van de tijdsduur is een formule opgesteld. De gedachten gang van deze formule is hoe langer de belasting wordt uitgeoefend, des te grote is de kruipvervorming.

$$k_t = \frac{t}{t + 0,04 \times \sqrt{h_m^3}} = \frac{28}{28 + 0,04 \times \sqrt{310^3}} = 0,114$$

Voor het totale beeld geldt een product van de factoren.

$$\phi(t) = 1,50 \times 1,60 \times 0,63 \times 0,60 \times 0,114 = 0,1034$$

$$\varepsilon_{bc} = \frac{\Delta\sigma}{E_b} \times \phi(t) = \frac{\Delta l}{l} = \frac{29,25}{31.000} \times 0,1034 = 9,76 \times 10^{-5}$$

$$\Delta l = 1,95 \text{ mm}$$

$$\Delta\sigma_{pi, \text{ krimp}} = \varepsilon_r' \times E_s = 9,76 \times 2,1 \times 10^{(5-5)} = 20,49 \text{ N/mm}^2$$

$$\Delta P = \Delta\sigma_{pi} \times A = 20,49 \times 6.969 = 142,78 \text{ kN}$$

De krimpverktorting van beton

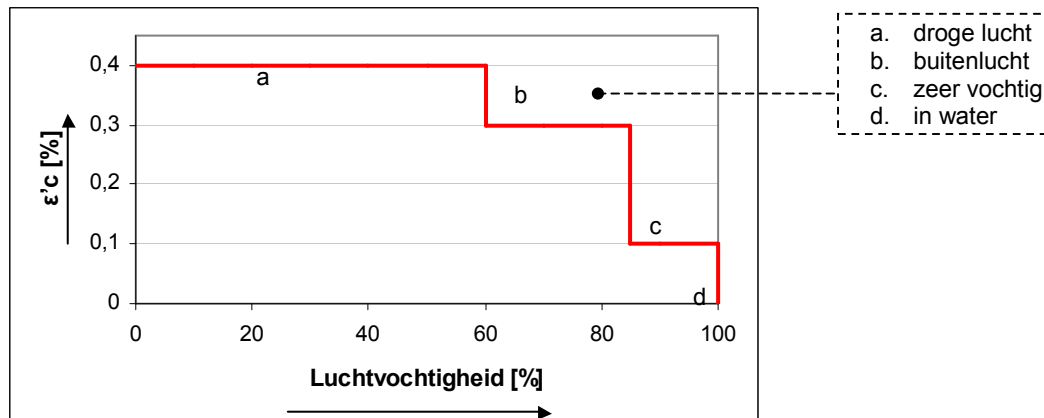
De krimp is afhankelijk van de volgende factoren

- De relatieve vochtigheid (ε'_c)
- De sterkteklasse van beton (k_b) (gelijk aan kruip)
- De afmetingen van de doorsnede (k_h)
- Het wapeningspercentage in de doorsnede (k_p)
- De ouderdom van het beton (k_t) (gelijk aan kruip)

Hiermee volgt de volgende formule:

$$\varepsilon'_r = \varepsilon'_c \cdot k_b \cdot k_b \cdot k_b \cdot k_b$$

De relatieve vochtigheid (ε'_c)



Relatie tussen de relatieve vochtigheid en ε'_c

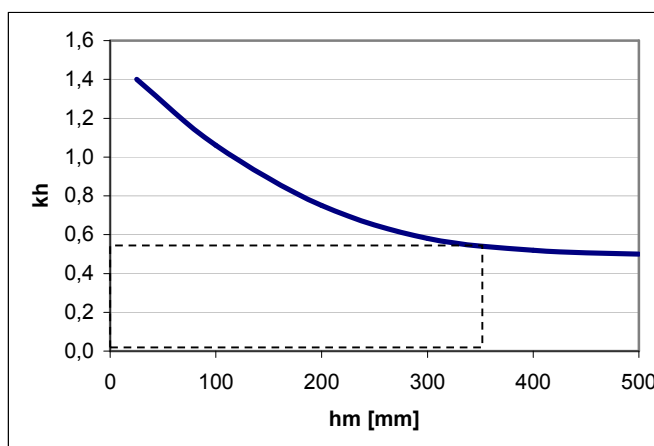
De constructie bevindt zich in gebied c, waardoor $\varepsilon'_c = 0,10$

De sterkteklasse van beton (k_b)

Deze factor is gelijk aan de waarde van kruip, waarmee geldt: 0,75

De afmetingen van de doorsnede (k_h)

Evenals bij kruip speelt de doorsnede van het beton zeker een rol. Echter deze is wel anders ten opzichten van kruip. Het volgende figuur geeft het verband weer.



Invloed van fictieve dikte h_m op k_h (krimp $\neq$ kruip)

Met $h_m = 353$ geldt $k_h = 0,58$

Het wapeningspercentage in de doorsnede (k_p)

Een doorsnede met veel wapening zal door de grotere stijfheid, minder krimpen dan een doorsnede met minder wapening. Het voorspanstaal behoort ook tot het wapeningsstaal. Het verband is met de volgende formule weergegeven. De factor 1,1 ontstaat uit het feit dat er nog voor ongeveer 10% praktische wapening bijkomt.

$$k_p = \frac{1}{1 + 0,2 \times \omega_{ot}} = \frac{1}{1 + 0,2 \times 1,10 \times 6.969 / (500 \times 1.200) \times 100\%} = \frac{1}{1 + 0,2 \times 1,27} = 0,688$$

De ouderdom van het beton (k_t)

Deze factor is gelijk aan de waarde van kruip, waarmee geldt: 1,60

$$\epsilon'_r = 0,10\% \times 0,58 \times 0,688 \times 1,60 = 6,381 \times 10^{-4}$$

$$\epsilon'_r = \frac{\Delta l}{l} \rightarrow \Delta l = l \times \epsilon'_r = 20.000 \times 7,391 \times 10^{-4} = 14,78 \text{ mm}$$

$$\Delta\sigma_{pi, \text{ krimp}} = \epsilon'_r \times E_s = 6,381 \times 2,1 \times 10^{(5-4)} = 134,01 \text{ N/mm}^2$$

$$\Delta P = \Delta\sigma_{pi} \times A = 134,01 \times 6.969 = 933,9 \text{ kN}$$

De relaxatie van het voorspanstaal

Relaxatie is gedefinieerd als een afnemen van de spanning bij een constant gehouden vervorming.

Volgens artikel 4.1.4.5 van NEN 6720 dient het spanningsverlies in het voorspanstaal te worden bepaald met behulp van:

$$\Delta\sigma_p = 3 \times \Delta\sigma_{prel} \times \left(1 - 2 \frac{\Delta\sigma_{pkr}}{\sigma_{pi}}\right)$$

$$\text{Met } \Delta\sigma_{prel} = 1,6\% \times \text{aanvangsspanning} = 0,016 \times 1.350 = 21,60 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Met } \Delta\sigma_{kpr} = \text{het spanningsverlies ten gevolgen van krimp en kruip} = \Delta l / l \times E = (1,95 + 14,78) / 20.000 \times 31.000 = 25,93 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Met } \Delta\sigma_{pi} = \text{de aanvangsspanning} = 1.350 \text{ N/mm}^2$$

$$\Delta\sigma_p = 3 \times 21,60 \times \left(1 - 2 \frac{25,93}{1.350}\right) = 62,31 \text{ N/mm}^2$$

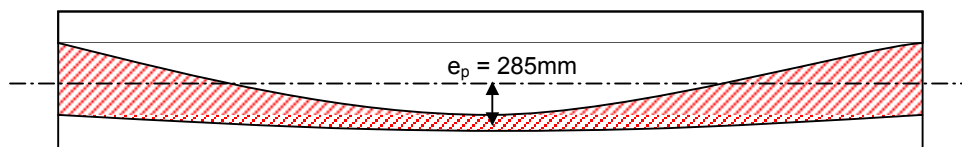
$$\Delta P = \Delta\sigma_{pi} \times A = 62,31 \times 6.969 = 434,24 \text{ kN}$$

Som voorspanverliezen

<i>Verliezen</i>	<i>Kracht</i>
Wrijving in de spankanalen	120,7
Intrekking in de verankering	0,0
Elastische verkorting	8,0
De kruipverkorting van beton	142,8
De krimpverkorting van beton	933,9
De relaxatie van het voorspanstaal	434,2
Totaal	1.639,6
<i>Spanningen in N/mm² en krachten in kN</i>	

Conclusies:

- Voorspankracht tijdens het spannen $F_{po} = 8.200 \text{ kN}$
- Werkvoorspankracht $F_{pw} = 8.200 - 1.640 = 6.560 \text{ kN}$
- De som van de onmiddellijke optredende verliezen $\Delta F_{pi} = 128,7 \text{ kN}$
- De som van de vertraagd optredende verliezen $\Delta F_{pw} = 1.510,9 \text{ kN}$
- Waarmee het totale verlies op 20,1% komt.
- Gekozen staal Dywidag voorspansysteem met strengen (type 6809)
- Met vier maal negen draden van diameter 15,7 mm. Technisch: 4 x 9 $\varnothing 15,7$



Zijaanzicht balk: ligging van de voorspankabels

Bijlage 27

Berekening spanningen

Paragraaf 8.6

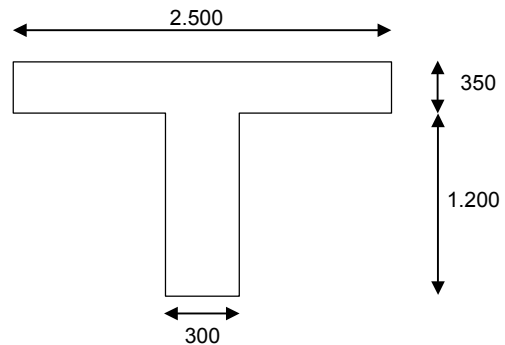
Bron: Dictaat IGO203 Inleiding voorgespannen beton
Voorgespannen Beton van prof. dr. ir. J.C. Walraven

Tijdens de berekeningen wordt er zonder afgeronde getallen verder gerekend

Controle spanningen

Gegevens

Lengte overspanning	20 meter
Breedte constructie (b)	2.500 mm
Dikte betondek (h_{dek})	350 mm
Dikte asfaltlaag (h_{dek})	100 mm
Breedte balk (b_{balk})	500 mm
Hoogte balk (h_{balk})	1.200 mm



Voorspankrachten

Excentriciteit	290 mm
Voor F_{po} ; start geldt:	8.200 kN
Voor F_{pi} ; dek geldt:	8.077 kN
Voor F_{pw} ; eind geldt:	6.560 kN

Momenten

	BGT	UGT	kNm
Eigen gewicht dek en extra	1.519	1.823	kNm
Eigen gewicht balk	750	900	kNm
M veranderlijke belasting	2.250	3.375	kNm

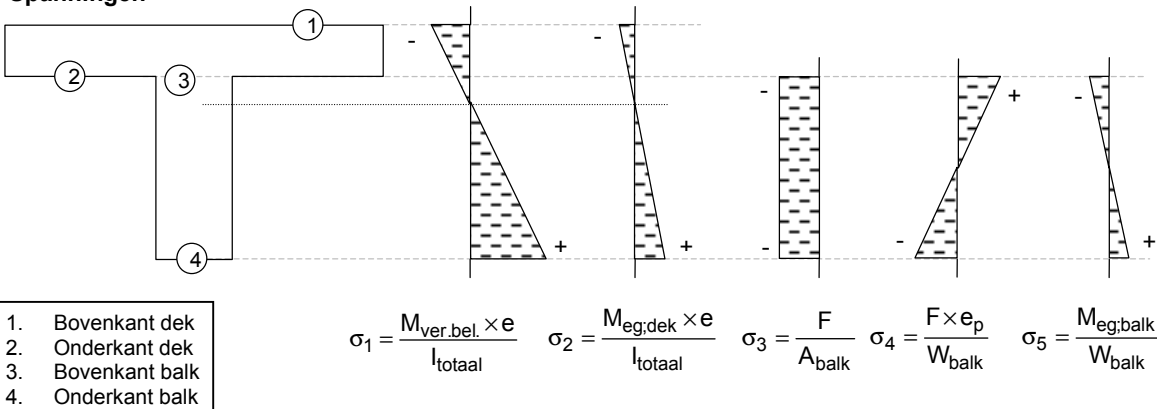
Gegevens T-ligger

Oppervlakte doorsnede (A)	1.475.000 mm ²
Hefboomsarm boven (z_b)	490 mm
Hefboomsarm boven (z_o)	1.060 mm
Traagheidsmoment (I)	2,947E+11 mm ⁴

Gegevens balk

Oppervlakte doorsnede (A)	600.000 mm ²
Weerstandsmoment (W)	1,20E+08 mm ³
Traagheidsmoment (I)	7,20E+10 mm ⁴

Spanningen



Fase 1: Balk tijdens de productiefase (t = 0)

- Met de gegevens A, W en M_{eg} van de balk.
- Zonder belastingsfactoren
- σ_3 en σ_4 de volledige voorspankracht F_{po} (zonder verliezen)
- σ_5 uitsluitend het eigen gewicht q_{eg} opgenomen door het balk profiel.

Voor de spanning aan de bovenzijde, direct na het spannen, geldt:

$$\sigma_{b,balk;boven} = -\sigma_3 + \sigma_4 - \sigma_5 = -\frac{8.200 \times 10^3}{500 \times 1.200} + \frac{8.200 \times 10^3 \times 290}{1,2 \times 10^8} - \frac{750 \times 10^6}{1,2 \times 10^8} = -0,10 \leq 0 \text{ N/mm}^2$$

Aan de onderzijde treedt de grootste drukspanning op. Waardoor geldt:

$$\sigma_{b,balk;onder} = -\sigma_3 - \sigma_4 + \sigma_5 = -\frac{8.200 \times 10^3}{500 \times 1.200} - \frac{8.200 \times 10^3 \times 290}{1,2 \times 10^8} + \frac{750 \times 10^6}{1,2 \times 10^8} = -27,23 \leq -29,25 \text{ N/mm}^2$$

Fase 2: De balken zijn geplaatst het dek is gestort (t = 1)

- $\sigma_1 = 0$ want de veranderlijke belastingen zijn nog niet van toepassing.
- σ_2 het eigen gewicht het dek en overige permanente belastingen opgenomen door het T-profiel.
- σ_3 en σ_4 de aanvangsspanning F_{pi} (alleen onmiddellijke verliezen zijn opgetreden)
- σ_5 het eigen gewicht van de balk opgenomen door het balkprofiel.
- Zonder belastingsfactoren.

Voor de spanningen geldt:

$$\sigma_{b;bovenkantdek} = -\sigma_2 = -\frac{1.519 \times 10^6 \times 490}{2,947 \times 10^{11}} = -2,53 \text{ N/mm}^2$$

Voor de spanning in de onderkant van het dek geldt een andere e waarde. De waardes van het moment (M) en de het traagheidsmoment (I) zijn onveranderd.

$$\sigma_{b;ok;dek} = -\sigma_{2;lokaal} = -\frac{1.519 \times 10^6 \times (490 - 350)}{2,947 \times 10^{11}} = -0,72 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{b,bk;balk} = -\sigma_{2;lokaal} - \sigma_3 + \sigma_4 - \sigma_5 = -0,72 - \frac{8.077 \times 10^3}{500 \times 1.200} + \frac{8.077 \times 10^3 \times 290}{1,2 \times 10^8} - \frac{750 \times 10^6}{1,2 \times 10^8} = -0,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{b;ok;balk} = +\sigma_2 - \sigma_3 - \sigma_4 + \sigma_5 = +\frac{1.519 \times 10^6 \times 1.060}{2,947 \times 10^{11}} - \frac{8.077 \times 10^3}{500 \times 1.200} - \frac{8.077 \times 10^3 \times 290}{1,2 \times 10^8} + \frac{750 \times 10^6}{1,2 \times 10^8} = -21,27 \text{ N/mm}^2$$

Fase 2+: met maatgevende belasting combinatie (t = ∞)

- σ_1 de veranderlijke belastingen de factor 1,50 opgenomen door het T-profiel.
- σ_2 het eigen gewicht het dek en overige permanente belastingen (x 1,20) opgenomen door het T-profiel.
- σ_3 en σ_4 de werkvoorspanning F_{pw} (alle verliezen zijn opgetreden)
- σ_5 het eigen gewicht van de balk (x 1,20) opgenomen door het balkprofiel.

$$\sigma_{b,bk;dek} = -\sigma_1 - \sigma_2 = -\frac{3.375 \times 10^6 \times 490}{2.947 \times 10^{11}} - \frac{1.823 \times 10^6 \times 490}{2.947 \times 10^{11}} = -8,65 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{b,bk;dek;lokaal} = -\sigma_1 - \sigma_2 = -\frac{3.375 \times 10^6 \times (490 - 350)}{2.947 \times 10^{11}} - \frac{1.823 \times 10^6 \times (490 - 350)}{2.947 \times 10^{11}} = -2,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{b,bk;balk} = -\sigma_{1;lok} - \sigma_{2;lok} - \sigma_3 + \sigma_4 - \sigma_5$$

$$\sigma_{b,bk;balk} = -2,47 - \frac{6.560 \times 10^3}{500 \times 1.200} + \frac{6.560 \times 10^3 \times 290}{1,2 \times 10^8} - \frac{900 \times 10^6}{1,2 \times 10^8} = -2,58 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{b;ok;balk} = +\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3 - \sigma_4 + \sigma_5$$

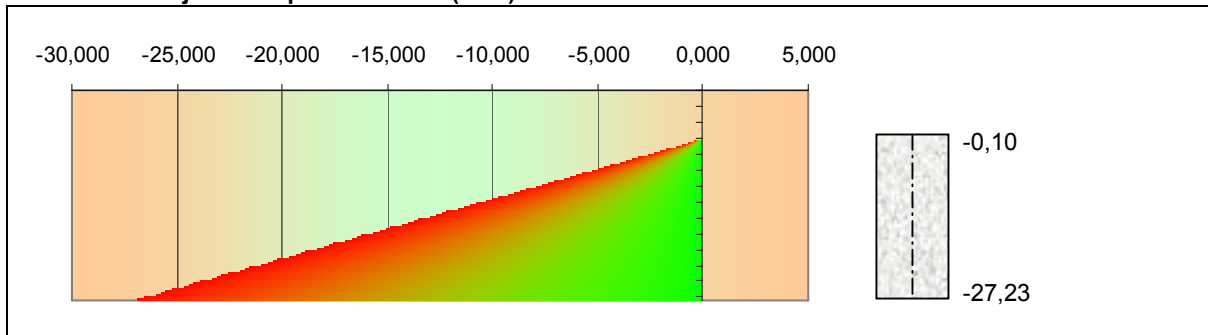
$$\sigma_{b;ok;balk} = +\frac{3.375 \times 10^6 \times 1.060}{2.947 \times 10^{11}} + \frac{1.823 \times 10^6 \times 1.060}{2.947 \times 10^{11}} - \frac{6.560 \times 10^3}{500 \times 1.200} - \frac{6.560 \times 10^3 \times 290}{1,2 \times 10^8} + \frac{900 \times 10^6}{1,2 \times 10^8} = -0,59 \text{ N/mm}^2$$

Spanningen bovenzijde	Fase 1		Fase 2		Fase 2+	
M_{vb} / W_{ligger}				σ_1	-5,61	
$M_{eg;dek} / W_{ligger}$			σ_2	-2,53	σ_2	-3,03
F / A_{balk}	σ_3	-13,67	σ_3	-13,46	σ_3	-10,93
$F \times e / W_{balk}$	σ_4	19,82	σ_4	19,52	σ_4	15,85
$M_{eg;balk} / W_{balk}$	σ_5	-6,25	σ_5	-6,25	σ_5	-7,50
1. Spanning bovenkant dek			σ_2	-2,53	$\Sigma \sigma_{1+2}$	-8,65
2. Spanning onderkant dek			$\sigma_{2;lokaal}$	-0,72	$\Sigma \sigma_{1+2;lokaal}$	-2,47
3. Spanning bovenkant balk	$\Sigma \sigma_{3+4+5}$	-0,10	$\Sigma \sigma_{2+3+4+5}$	-0,92	$\Sigma \sigma_{1+2+3+4+5}$	-2,58

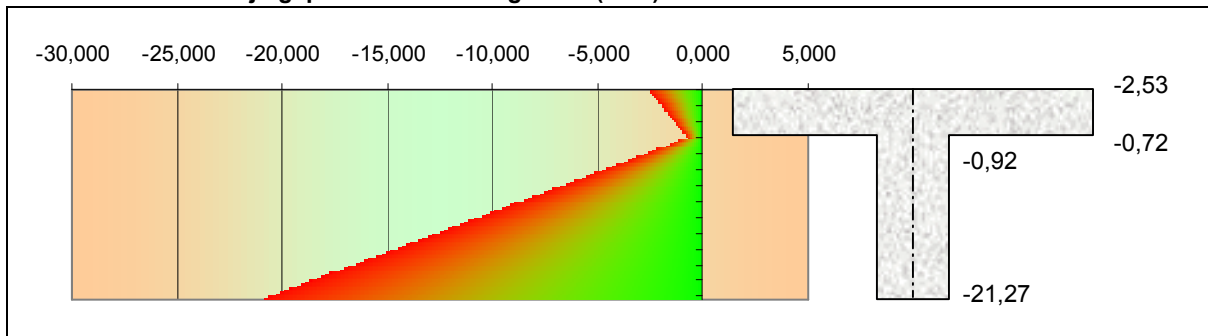
Spanningen onderzijde	Fase 1		Fase 2		Fase 2+	
M_{vb} / W_{ligger}				σ_1	12,13	
$M_{eg;dek} / W_{ligger}$			σ_2	5,46	σ_2	6,56
F/A_{balk}	σ_3	-13,67	σ_3	-13,46	σ_3	-10,93
$F \times e / W_{balk}$	σ_4	-19,82	σ_4	-19,52	σ_4	-15,85
$M_{eg;balk} / W_{balk}$	σ_5	6,25	σ_5	6,25	σ_5	7,50
4. Spanning onderkant balk	$\Sigma \sigma_{3+4+5}$	-27,23	$\Sigma \sigma_{2+3+4+5}$	-21,27	$\Sigma \sigma_{1+2+3+4+5}$	-0,59

Alle waarden zijn spanningen (σ) in N/mm^2

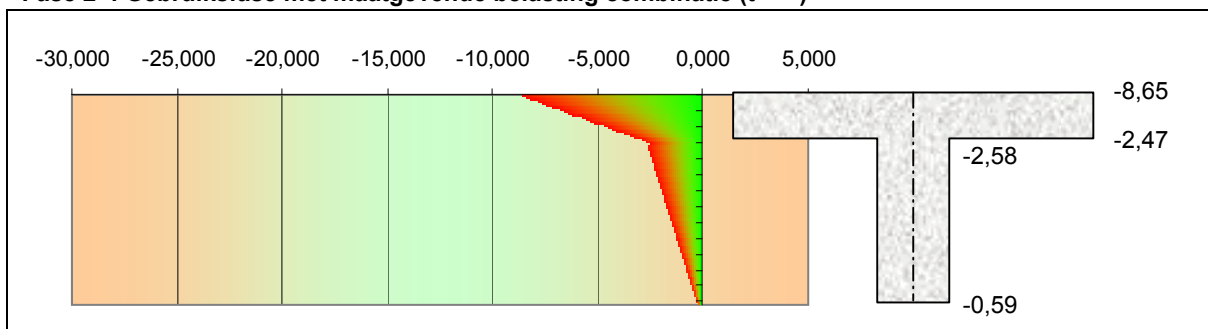
Fase 1: Balk tijdens de productiefase ($t = 0$)



Fase 2: De balken zijn geplaatst het dek is gestort ($t = 1$)



Fase 2+: Gebruiksphase met maatgevende belasting combinatie ($t = \infty$)



Eis $0,00 N/mm^2 >$ optredende spanning in $x > -29,25 N/mm^2 \rightarrow$ voldoet

Bijlage 28

Logboek afstuderen

Met daarin:
Notulen, planning en takenlijst

week 6	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status
maandag	5-feb	opzetten PvA + inhoudsopgave		PvA	
dinsdag	6-feb	planning maken, tweewek. + algemeen inschrijven Osiris	Voorbereiden afstuderen	planning	
		PvA uitwerken basispunten	bepaling hoofdlijnen	print inschrijving	
		Gesprek met Van Heerden	eisen, datum, vragen handtek. voor morgen	PvA	
woensdag	7-feb	PvA uitwerken punten	onderzoeksvragen+doelstellingen formuleren	Gesprek	
		planning invoegen in notulen		PvA	
		milestones pva bepalen	ook in planning toevoegen	PvA	
		PVS goedgekeurd krijgen HU	handtekening Van Heerden	PvA	
donderdag	8-feb	taken donderdag bepalen		PVS	
vrijdag	9-feb	thuis werken		Tweewekelijkse planning	
		PVS goedgekeurd krijgen HU	goedkeuring Valkenier	PvA	
		PvA planning afronden	milestones	PVS	
		PvA evt. verder afronden	klaar maken voor bespreking DHV	PvA - planning	
				PvA	
week 7	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status
maandag	12-feb	eerste gesprek met DHV over voortgang	Tijd 14.00 locatie DHV. PVS defi.+ PvA doorspr.	Notulen vergadering	
		Uitwerking gesprek	Afrondende taken PvA bepalen	Tweewekelijkse planning	
dinsdag	13-feb	PvA afmaken, naar FvH ter goedkeuring		PvA	
		Gesprek met Van Heerden	tijd 14.00 locatie Nijenoord 1, A01	Gesprek	
woensdag	14-feb	PvA goedgekeurd door HU		PvA	
donderdag	15-feb	naar DHV, handtek. PvA + op post beginnen afstuderen		PvA definitief	
		indienen Plan van Aanpak	Indienen PvA in 3-voud bij het onderwijsbureau	Verslag fase 1	
		Projectverkenning	Start hoofdstuk 1 Inleiding	PVA 3 maal geprint	
vrijdag	16-feb	Projectverkenning	vervolg hoofdstuk 1 Inleiding	Verslag fase 1	
		Notulen van week 6 en week 7		Verslag fase 1	
		Planning week 8 en week 9 maken		Notulen	
				Tweewekelijkse planning	

week 8	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status
maandag	19-feb	Projectverkenning	definitief maken H1 Inleiding 3 à 4 pagina's	Verslag fase 1	
dinsdag	20-feb	Contact Brinksma	Betreffend begeleiders	e-mail	
		Het in brede scope zetten van het probleem	Schetsen, tekeningen, beschrijvingen	bijlages	
woensdag	21-feb	Het in brede scope zetten van het probleem	Teksten voor H2	H2	
donderdag	22-feb	Invloed inlaatwerk op uitlaatwerk analyseren	Schetsen, tekeningen, beschrijvingen	H2.4	
		Tweede contact moment met Brinksma	reactie op zijn email dan wel niet afwezigheid	e-mail	
vrijdag	23-feb	Probleemstelling vaststellen	Controle op PvA	PvA	
		Gesprek met Joost over fase 1	Begeleider DHV	Gesprek	
		Einde fase 1	definitief maken H1 Inleiding 3 à 4 pagina's	verslag Projectverkenning	
week 9	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status
maandag	26-feb	Start fase 2 Variantenanalyse 5 weken	Aanpassingen besprekening Joost voor fase 2	Start H3 en H4	
		Onderzoek relevante literatuur	Betreffend de varianten	Literatuurlijst	
		Bepaling van optredende verkeersbelastingen	Start Bart	Start / opzet	
		Bepaling hydraulische parameters	Wieger	Start / opzet	
dinsdag	27-feb	Reactie Brinksma	Betreffend begeleiders	e-mail	
		Constructie types	Algemene achtergronden	H3.1	
woensdag	28-feb	Randvoorwaarden en eigenschappen gebied	Betreffend rivier	Start / opzet	
		Gesprek met Joost over fase 1	Begeleider DHV	h1 en h2 definitief maken	
		Randvoorwaarden en eigenschappen gebied		Start / opzet	
		Toetsingeisen bepalen	voor de MCA	Start / opzet H3.4	
donderdag	1-mrt	Varianten analyseren	Waar lopen we tegen aan?	H3.4	
		Opstellen functie-eisen		H3.2	
		Opzetten MCA	Moeten er andere eisen worden bepaald?	H3.5	
vrijdag	2-mrt	Verdere eisen bepalen	Voor verdere analyse	PvE (H3.3)	
		Aanvragen projectmap op DHV schijf	Marius / Joost	Schijfruimte	
		Uitnodigen docent bij DHV	Mogelijk in week 10 of week 12	Gesprek	
		Aanpassen Plan van Aanpak	De juiste docenten toevoegen	PvA	
		Notulen van week 8 en week 9		Notulen	
		Planning week 10 en week 11 maken		Tweewekelijkse planning	

week 10	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status
maandag	5-mrt	Eigen maken Sketch Up Gesprek met Joost over fase 1 Bepaling afmetingen en doorsnede weg	Tekenprogramma Begeleider DHV Bart	h1 en h2 definitief mkaen Concept	
dinsdag	6-mrt	Bepaling van optredende belastingen	Bart	Concept	
woensdag	7-mrt	Eisen vaststellen Toetsingeisen bepalen	Functioneel PvE voor de MCA	PvE (H3.3) H3.4	
donderdag	8-mrt	Opzetten MCA		H3.5	
vrijdag	9-mrt	Gesprek met Tom van der Linden Opzet hoofdstuk 4	Afspreken paragraaf namen en indeling	Gesprek H4	
week 11	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status
maandag	12-mrt	Bepaling van hydraulische belastingen	Wieger	Concept	
dinsdag	13-mrt	Bepaling hydraulische parameters Opstellen subvarianten	Wieger	Concept H4.1	
woensdag	14-mrt	Doorlopen H3 voor semi definitief maken	samenhang met H4 bedenken	H3 semi-definitief	
donderdag	15-mrt	Slotconclusie varianten analyse		H3.6	
vrijdag	16-mrt	PvE definitief maken Hoofdstuk 3 afmaken	Totale PvE af Inlaat- verkenning mogelijkheden	PvE H3 semi-definitief	
week 12	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status
maandag	19-mrt	Notulen van week 10 en week 11 Planning week 12 en week 13 maken		Notulen Tweewekelijkse planning	
dinsdag	20-mrt	Randvoorwaarden en eigenschappen gebied Onderzoek faalkansen en faalmechanismen	Betreffend rivier Bijlage 4 leidraad kunstwerken	Concept opzet H6	
woensdag	21-mrt	Doorlopen H3 voor semi definitief maken Bespreking docenten	samenhang met H4 bedenken Kennismaking bespreking / goedkeuring PvA	H3 semi-definitief Gesprek	
donderdag	22-mrt	Slotconclusie varianten analyse Uitwerking gesprek met de docenten		H3.6	
vrijdag	23-mrt	PvE definitief maken	samenvattend verhaal Totale PvE af	notulen PvE	

week 13	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status
maandag	26-mrt	Opstellen constructief Programma van Eisen	opzet fase	H6	
dinsdag	27-mrt	Randvoorwaarden en eigenschappen gebied	Betreffend rivier	Concept	
woensdag	28-mrt	Doorlopen H3, H4 en H5	voor semi definitief maken	H3 semi-definitief	
donderdag	29-mrt	Slotconclusie varianten analyse		H3.6	
vrijdag	30-mrt	PvE constructief definitief maken	Totale PvE af	PvE	
		Gereed maken voor de volgende fase	begin afsluiten fase 2	afsluiting	
		Notulen van week 12 en week 13		Notulen	
		Planning week 14 en week 15 maken		Tweewekelijkse planning	
week 14	datum	taakomschrijving	aanvullende info (Bart vakantie)	Product	Status
maandag	2-apr	Slotanalyse fase 2	commentaar Joost verwerken		
		Overleg over invulling constructief/hydraulisch PvE	detailniveau, status, hoe verder om VO+ te leveren	H4 en H5	
		Hydraulisch pve aanvullen/verbeteren	o.a. onderzoek eisen bodembescherming	H4	
dinsdag	3-apr	Hydraulisch pve aanvullen/verbeteren	o.a. onderzoek eisen bodembescherming	Uitgesteld naar H8	
		Overleg over invulling constructief/hydraulisch PvE	detailniveau, status, hoe verder om VO+ te leveren	H4	
woensdag	4-apr	Documenten fase 2 naar HU per post	input voor gesprek op HU	H3, H4 en H5	
		Hydra VIJ berekening maken	aanvulling op achtergronden stormcondities	modellering	
donderdag	5-apr	Hydra VIJ berekening maken/verwerken	aanvulling op achtergronden stormcondities	modellering	
		Eerste verkenning hydr. Model WAQUA	voorbereiding op gevoeligheidsanalyses	modellering	
vrijdag	6-apr	Constr. PvE analyseren/stappenplan maken	kader opzetten	H6	
week 15	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status
maandag	9-apr	2e paasdag	verplicht vrije dag		
dinsdag	10-apr	Constr. PvE analyseren/stappenplan maken	kader opzetten	H7	
woensdag	11-apr	Gebiedsanalyse starten?	werkbezoek plannen, gegevens bepalen	uitgesteld naar 27 mei	
donderdag	12-apr	Invulling geven aan subvariantenanalyse?	varianten binnen verborgen inlaatwerk toetsen	H5	
		Constr. PvE verder bijwerken		lopend stuk	
vrijdag	13-apr	Notulen van week 14 en week 15		Notulen	
		Planning week 16 en week 17 maken		Tweewekelijkse planning	

week 16	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status
maandag	16-apr	Slotanalyse fase 2	commentaar Joost verwerken	Afronding H3, H4 en H5	
dinsdag	17-apr	Bespreking docenten	hs1 t/m h5 doorgenomen. (Rinkema afwezig)	H3, H4 en H5	
		Hydraulisch pve aanvullen/verbeteren	o.a. onderzoek eisen bodembescherming	uitgesteld	
		Commentaar verwerking	n.a.v. bespreking gisteren	H3, H4 en H5	
		Start berekeningen betonnen liggers/dek	Dicaten doornemen etc	H7	
		Bedrijfsuitje	varen op het Markermeer	boottocht	
woensdag	18-apr	Start berekeningen betonnen liggers/dek	waardes bepalen	H7	
		Bijlagen schrijven n.a.v. bespreking 15 april	weektaak Wieger	H3, H4 en H5	
donderdag	19-apr	Berekeningen in excel invoeren	start rekenprogramma	bijlage berekeningen	
vrijdag	20-apr	Bijlagen schrijven n.a.v. bespreking 15 april	tot en met hs 5 voltooid	H5	
		Bespreking gemaakte berekeningen	afpraak met de constructeur van DHV	bijlage berekeningen	
week 17	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status
maandag	23-apr	Bijlagen veiligheidsbenaderting	Commentaar Hans verwerken kader opzetten start berekeningsproces mogelijk ook bijlagen opzetten werkbezoek plannen, gegevens bepalen	bijlage berekeningen	
		Grafiek toetspeilen toelichten		bijlage toetspeilen	
dinsdag	24-apr	Bewerken berekeningen na commentaar		H7	
		Constr. PvE analyseren/stappenplan maken		bijlage constructief PvE	
		Opzet Waqua analyse		H8	
		Berekeningen in verslagstijl invoeren		H7	
woensdag	25-apr	Gebiedsanalyse starten?		H9	
		Start wandberekeningen		H10	
		Waqua berekeningen		H9	
donderdag	26-apr	Waqua berekeningen			
vrijdag	27-apr	Waqua berekeningen			
		Notulen van week 16 en week 17		Notulen	
		Planning week 18 en week 19 maken		Tweewekelijkse planning	

week 18	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status
maandag	30-apr	Koninginnedag	verplicht vrije dag		
dinsdag	1-mei	Voorspanverliezen uitrekenen	totaal overzicht en berekeningen van de verliezen	bijlage constructief PvE	
		Aanvragen ESA Prima Software	Beschikking over de software		
woensdag	2-mei	Verkenning ESA Prima Software	Leren werken met de software		
		Voorspanverliezen uitrekenen		bijlage 22	
donderdag	3-mei	Verband H8 en bijlage 22	lopend verhaal maken	concept H8	
vrijdag	4-mei	Met Arnaud de constructie invoeren in ESA PW	les in ESA	constructie in ESA	
		inleveren H8 bij Arnaud		concept H8	
		Zelf de constructie invoeren in ESA		constructie in ESA	
week 19	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status
maandag	7-mei	Bespreking gemaakte berekeningen	Start maken aan de modelering	bespreking	
dinsdag	8-mei	Modelering waqua	Invoeren huidige (gebiedsgegevens)	bijlage 16 en 17	
		Modelering Esa PW	Invoeren huidige (gebiedsgegevens)	bijlage 22 en 25	
woensdag	9-mei	Modelering waqua	Invoeren nieuwe model	bijlage 18	
		Modelering Esa PW	Invoeren van verschillende modellen	bijlage 23	
donderdag	10-mei	Modelering waqua	Uitvoer controle en aanpassen voor nieuwe invoer	bijlage 19	
		Modelering Esa PW	Uitvoer controle en aanpassen voor nieuwe invoer	bijlage 24	
vrijdag	11-mei	Modelering waqua	Conclusie trekken aan de hand van berekenen	H7	
		Modelering Esa PW	Conclusie trekken aan de hand van berekenen	H8	
		Bijlagen schrijven gemaakte werk	Zowel betreffend H7 en H8	Bijlagen 16 t/m 27	
		Notulen van week 18 en week 19		Notulen	
		Planning week 20 en week 21 maken		Tweewekelijkse planning	

week 20	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status	
maandag	14-mei	Uitwerking van de gemaakte berekeningen	Uitkomsten Waqua rapporteren	bijlage 16 bijlage 17 bijlage 18 bijlage 19 bijlage 20		
dinsdag	15-mei	Uitwerking van de gemaakte berekeningen	Uitkomsten ESA PW rapporteren			
woensdag	16-mei	Controle handberekeningen	Vergelijking van de verschillen Waqua			
		Controle handberekeningen	Vergelijking van de verschillen ESA Pw			
donderdag	17-mei	Conclusies rapporten				
vrijdag	18-mei	Bijlage schrijven gemaakte werk		bijlage 1 t/m 27		
		Ordenen bijlagen		bespreking		
		Onderling overleg van het gemaakte werk	Overleg tussen Wieger en Bart			
week 21	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status	
maandag	21-mei	Actiepunten na overleg uitvoeren	bespreking van afgelopen vrijdag	bijlagen 1 t/m 27 H7 en H8 H5 en H6 Eindverslag (h1 t/m h8) Notulen Tweewekelijkse planning		
dinsdag	22-mei	bijlagen bewerken	Afronden			
woensdag	23-mei	H7 en H8 bewerken	afronden			
donderdag	24-mei	Concept H5 t/m H8 verzend klaarmaken				
vrijdag	25-mei	Inleveren concept eindverslag	Zowel digitaal als analoog			
		Notulen van week 20 en week 21				
		Planning week 22 en week 23 maken				
week 22	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status	
maandag	28-mei	2de Pinksterdag	verplicht vrije dag	bespreking		
dinsdag	29-mei	Bespreking met de begeleiders van DHV				
woensdag	30-mei	Bewerken rapport na commentaar	Gehele rapport overzien	Foto's project gebied		
donderdag	31-mei	Bewerken rapport na commentaar	Gehele rapport overzien			
vrijdag	1-jun	Projectbezoek in Kampen				

week 23	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status
maandag	4-jun	Samenvatting schrijven	een document als eind rapport Opzet H9, indeling bepalen Definitief maken H9 met eigen feedback	Samenvatting	
dinsdag	5-jun	Eindbespreking met de docenten Bewerken rapport na commentaar			
woensdag	6-jun	Inhoudsopgave genereren Hoofdstukken samenvoegen		Inhoudsopgave Eindverslag (h1 t/m h8)	
donderdag	7-jun	Hoofdstuk 9 schrijven		H9	
vrijdag	8-jun	Hoofdstuk 9 schrijven Notulen van week 20 en week 21 Planning week 22 en week 23 maken		H9 Notulen Tweewekelijkse planning	
week 24	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status
maandag	11-jun	Rapport uitdraaien	Inclusief bijlagen	Eindrapport inc bijlagen	
dinsdag	12-jun	Rapport inleveren op de Hogeschool Utrecht	Tussen 12.00 en 13.00 bij het onderwijsbureau	Eindrapport inc bijlagen	
woensdag	13-jun	vrije dag			0%
donderdag	14-jun	vrije dag			0%
vrijdag	15-jun	vrije dag			0%
week 24	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Product	Status
maandag	18-jun	Start maken van de presentatie			0%
dinsdag	19-jun				0%
woensdag	20-jun				0%
donderdag	21-jun				0%
vrijdag	22-jun	Notulen van week 20 en week 21 Notulen van week 20 en week 22		Notulen Notulen	0% 0%

Notulen week 6 en week 7.

Van maandag 5 februari tot en met vrijdag 16 februari 2007.

De notulen bevat een samenvatting van de afgelopen taken en ze zijn uitgevoerd. Verder is er een planning toegevoegd voor de komende twee weken.

Taken week 6 en week 7

week 6	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	5-feb	opzetten PvA + inhoudsopgave		100%
dinsdag	6-feb	planning maken, tweewek. + algemeen		100%
		inschrijven Osiris	Voorbereiden afstuderen	100%
		PvA uitwerken basispunten	bepaling hoofdlijnen	100%
		Gesprek met Van Heerden	eisen, datum, vragen handtek.	100%
woensdag	7-feb	PvA uitwerken punten	onderzoeksvragen+doelstellingen	100%
		planning invoegen in notulen		100%
		milestones pva bepalen	ook in planning toevoegen	100%
		PVS goedgekeurd krijgen HU	handtekening Van Heerden	100%
		taken donderdag bepalen		100%
donderdag	8-feb	thuis werken		100%
vrijdag	9-feb	PVS goedgekeurd krijgen HU	goedkeuring Valkenier	100%
		PvA planning afronden	milestones	100%
		PvA evt. verder afronden	klaar maken voor bespreking DHV	100%
week 7	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	12-feb	eerste gesprek met DHV over voortgang	PVS defi.+ PvA doorspreken	100%
		Uitwerking gesprek	Afrondende taken PvA bepalen	100%
dinsdag	13-feb	PvA afmaken, naar FvH ter goedkeuring		100%
		Gesprek met Van Heerden	tijd 14.00 locatie Nijenoord 1, A01	100%
woensdag	14-feb	PvA goedgekeurd door HU		50%
donderdag	15-feb	handtek. PvA + op post		0%
		indienen Plan van Aanpak	Indienen PvA in 3-voud bij het onderwijsbureau	0%
		Projectverkenning	Start hoofdstuk 1 Inleiding	100%
vrijdag	16-feb	beginnen afstuderen		100%
		Projectverkenning	vervolg hoofdstuk 1 Inleiding	100%
		Notulen van week 6 en week 7		100%
		Planning week 8 maken		100%

Waarom zijn de taken niet voltooid?

1. PvA goedgekeurd door HU

HU heeft nog geen begeleiders toegewezen. PVS is opgestuurd. Actie ligt bij Brinksma. Indien geen reactie: dinsdag e-mail/telefoon contact. In de bespreking met Frans van Heerden is wel al opgemerkt dat het er goed uit zag.

2. Handtek. PvA + op post

Docentbegeleiders onbekend.

3. Indienen Plan van Aanpak

Docentbegeleiders onbekend.

Planning week 8 en week 9

week 8	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	7-jan	Projectverkenning	definitief maken H1 Inleiding	0%
dinsdag	8-jan	Contact Brinksma	Betreffend begeleiders	0%
		Het in brede scope zetten van het probleem	Schetsen, tekeningen	0%
woensdag	9-jan	Het in brede scope zetten van het probleem	Schetsen, tekeningen	0%
donderdag	10-jan	Invloed inlaatwerk op uitlaatwerk analyseren	Schetsen, tekeningen	0%
		Tweede contact moment met Brinksma	reactie op zijn email	0%
vrijdag	11-jan	Probleemstelling vaststellen	Controle op PvA	0%
		Einde fase 1	definitief maken H1 Inleiding	10%
week 9	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	14-jan	Start fase 2 Variantenanalyse		0%
		Onderzoek relevante literatuur		10%
		uitnodigen docent bij DHV	Mogelijk in week 10 of week 11	0%
dinsdag	15-jan	Bepaling hydraulische parameters	Wieger	0%
woensdag	16-jan	Bepaling van optredende verkeersbelastingen	Bart	0%
donderdag	17-jan			0%
vrijdag	18-jan			0%

Notulen week 8 en week 9.

Van maandag 19 februari tot en met vrijdag 2 maart 2007.

De notulen bevat een samenvatting van de afgelopen taken en ze zijn uitgevoerd. Verder is er een planning toegevoegd voor de komende twee weken.

Taken week 8 en week 9

week 8	datum	taakomschrijving	Product	Status
maandag	19-feb	Projectverkenning	Verslag fase 1	
dinsdag	20-feb	Contact Brinksma	e-mail	
		Het in brede scope zetten van het probleem	bijlages	
woensdag	21-feb	Het in brede scope zetten van het probleem	H2	
donderdag	22-feb	Invloed inlaatwerk op uitlaatwerk analyseren	H2.4	
		Tweede contact moment met Brinksma	e-mail	
vrijdag	23-feb	Probleemstelling vaststellen	PvA	
		Gesprek met Joost over fase 1	Gesprek	
		Einde fase 1	verslag Projectverkenning	50%
week 9	datum	taakomschrijving	Product	Status
maandag	26-feb	Start fase 2 Variantenanalyse 5 weken	Start H3 en H4	
		Onderzoek relevante literatuur	Literatuurlijst	
		Bepaling van optredende verkeersbelastingen	Start / opzet	
		Bepaling hydraulische parameters	Start / opzet	
dinsdag	27-feb	Reactie Brinksma	e-mail	
		Constructie types	H3.1	
woensdag	28-feb	Randvoorwaarden en eigenschappen gebied	Start / opzet	
		Gesprek met Joost over fase 1	h1 en h2 definitief maken	50%
		Randvoorwaarden en eigenschappen gebied	Start / opzet	
		Toetsingeisen bepalen	Start / opzet H3.4	
donderdag	1-mrt	Varianten analyseren	H3.4	
		Opstellen functie-eisen	H3.2	
		Opzetten MCA	H3.5	
vrijdag	2-mrt	Verdere eisen bepalen	PvE (H3.3)	
		Aanvragen projectmap op DHV schijf	Schijfruimte	
		Uitnodigen docent bij DHV	Gesprek	
		Aanpassen Plan van Aanpak	PvA	
		Notulen van week 8 en week 9	Notulen	
		Planning week 10 en week 11 maken	Tweewekelijkse planning	

Waarom zijn de taken niet voltooid?

Definitief maken h1 en h2

Er is een afspraak gemaakt met de bedrijfsbegeleider op maandag 5 februari om de hoofdstukken te bespreken.

Hoe staan de taken ervoor die vorige notulen niet waren voltooid?

Inleveren Plan van Aanpak

Inmiddels zijn de docent begeleiders bekend. Vandaag is er een afspraak meegemaakt. De afspraak is gepland op:

Vrijdag 9 maart 2007 om 12.00 op het kantoor van DHV in Amersfoort

Dan zullen wij het Plan van Aanpak overhandigen. Zodat deze ondertekend kan worden door alle partijen (DHV, HU en de studenten). Waarna het opgestuurd kan worden naar het onderhuisbureau.

Planning week 10 en week 11

week 8	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	5-mrt	Bepaling van hydraulische belastingen	Wieger	30%
		Gesprek met Joost over fase 1	Begeleider DHV	50%
		Bepaling alignementen en wegbreedtes	Bart	50%
dinsdag	6-mrt	Bepaling van optredende verkeersbelastingen	Bart	30%
		Bepaling hydraulische parameters	Wieger	40%
woensdag	7-mrt	Eisen vaststellen	Functioneel PvE	0%
donderdag		Toetsingeisen bepalen	voor de MCA	0%
	8-mrt	Randvoorwaarden en eigenschappen gebied	Betreffend rivier	10%
vrijdag		Opzetten MCA		0%
week 9	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	12-mrt			0%
dinsdag	13-mrt			0%
woensdag	14-mrt	Doorlopen H3 voor semi definitief maken	Link met H4 bepalen	0%
donderdag	15-mrt	Slotconclusie varianten analyse		0%
vrijdag	16-mrt	PvE definitief maken	Totale PvE af	0%
		Hoofdstuk 3 afmaken	Inlaat- verkenning	20%
		Notulen van week 10 en week 11		0%
		Planning week 12 en week 13 maken		0%

Notulen week 10 en week 11.

Van maandag 5 maart tot en met vrijdag 16 maart 2007.

De notulen bevat een samenvatting van de afgelopen taken en ze zijn uitgevoerd. Verder is er een planning toegevoegd voor de komende twee weken.

Taken week 10 en week 11

week 10	datum	taakomschrijving	Product	Status
maandag	5-mrt	Eigen maken Sketch Up		
dinsdag	6-mrt	Gesprek met Joost over fase 1	h1 en h2 definitief mkaen	
		Bepaling afmetingen en doorsnede weg	Concept	
woensdag	7-mrt	Bepaling van optredende belastingen	Concept	
donderdag	8-mrt	Eisen vaststellen	PvE (H3.3)	
		Toetsingeisen bepalen	H3.4	
vrijdag	9-mrt	Opzetten MCA	H3.5	
		Afspraak maken met docenten	Afspraakl	
		Opzet hoofdstuk 4	H4	
week 11	datum	taakomschrijving	Product	Status
maandag	12-mrt	Bepaling van hydraulische belastingen	Concept	
dinsdag	13-mrt	Bepaling hydraulische parameters	Concept	
		Opstellen subvarianten	H4.1	
woensdag	14-mrt	Doorlopen H3 voor semi definitief maken	H3 semi-definitief	
donderdag	15-mrt	Slotconclusie varianten analyse	H3.6	
vrijdag	16-mrt	PvE definitief maken	PvE	
		Hoofdstuk 3 afmaken	H3 semi-definitief	

Waarom zijn de taken niet voltooid?

Niet van toepassing

Hoe staan de taken ervoor die vorige notulen niet waren voltooid?

Inleveren Plan van Aanpak

Inmiddels zijn de docent begeleiders bekend. Volgende week is er een afspraak meegemaakt. De afspraak is gepland op

Woensdag 21 maart 2007 om 12.00 op het kantoor van DHV in Amersfoort

Dan zullen wij het Plan van Aanpak overhandigen. Zodat deze ondertekend kan worden door alle partijen (DHV, HU en de studenten). Waarna het opgestuurd kan worden naar het onderwijsbureau.

Planning week 12 en week 13

week 12	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	19-mrt	Onderzoek paalvormen en paalwanden	Breedtes hoh maten	0%
		Notulen van week 10 en week 11		50%
		Planning week 12 en week 13 maken		0%
dinsdag	20-mrt	Randvoorwaarden en eigenschappen gebied	Betreffend rivier	30%
		Onderzoek faalkansen en faalmechanismen	Bijlage 4 leidraad kunstwerken	20%
woensdag	21-mrt	Doorlopen H3 voor semi definitief maken	samenhang met H4 bedenken	0%
		Bezoek docenten	bespreking	10%
donderdag	22-mrt	Slotconclusie varianten analyse		0%
		Uitwerking gesprek met de docenten	samenvattend verhaal	10%
vrijdag	23-mrt	PvE definitief maken	Totale PvE af	0%
week 13	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	26-mrt	Opstellen constructief Programma van Eisen	opzet fase	0%
dinsdag	27-mrt	Randvoorwaarden en eigenschappen gebied	Betreffend rivier	0%
woensdag	28-mrt	Doorlopen H3, H4 en H5	voor semi definitief	0%
donderdag	29-mrt	Slotconclusie varianten analyse		0%
vrijdag	30-mrt	PvE definitief maken	Totale PvE af	0%
		Gereed maken voor de volgende fase	begin afsluiten fase 2	20%
		Notulen van week 10 en week 11		0%
		Planning week 12 en week 13 maken		0%

Notulen week 12 en week 13.

Van maandag 19 maart tot en met vrijdag 30 maart 2007.

De notulen bevat een samenvatting van de afgelopen taken en ze zijn uitgevoerd. Verder is er een planning toegevoegd voor de komende twee weken.

Taken week 12 en week 13

week 12	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	19-mrt	Notulen van week 10 en week 11		
		Planning week 12 en week 13 maken		
dinsdag	20-mrt	Randvoorwaarden en eigenschappen gebied	Betreffend rivier	10%
		Onderzoek faalkansen en faalmechanismen	Bijlage 4 leidraad kunstwerken	60%
woensdag	21-mrt	Doorlopen H3 voor semi definitief maken	samenhang met H4 bedenken	
		Bespreking docenten	Kennismaking bespreking / goedkeuring PvA	
donderdag	22-mrt	Slotconclusie varianten analyse		
		Uitwerking gesprek met de docenten	samenvattend verhaal	
vrijdag	23-mrt	PvE definitief maken	Totale PvE af	
week 13	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	26-mrt	Opstellen constructief Programma van Eisen	opzet fase	60%
dinsdag	27-mrt	Randvoorwaarden en eigenschappen gebied	Betreffend rivier	10%
woensdag	28-mrt	Doorlopen H3, H4 en H5	voor semi definitief maken	90%
donderdag	29-mrt	Slotconclusie varianten analyse		
vrijdag	30-mrt	PvE constructief definitief maken	Totale PvE af	60%
		Gereed maken voor de volgende fase	begin afsluiten fase 2	90%
		Notulen van week 12 en week 13		
		Planning week 14 en week 15 maken		

Waarom zijn de taken niet voltooid?

Week 12

Eigenschappen gebied – gebiedsanalyse komt in later stadium

Onderzoek faalkansen en mechanismen – opzet klaar, tijdelijk geen werkzaamheden vanwege vakantie

Week 13

PvE constructief – langere loopperiode dan verwacht. Indeling en detailniveau PvE nader te bepalen

Gebiedsanalyse – zie wk 12

Doorlopen H3, H4 en H5 – bijna definitief, nog wel ruimte voor aanvullingen

Afsluiten fase 2 – op enkele opmerkingen na gereed

Hoe staan de taken ervoor die vorige notulen niet waren voltooid?

Niet van toepassing

Planning week 14 en week 15

week 14	datum	taakomschrijving	aanvullende info (Bart Excursie China)	Status
maandag	2-apr	slotanalyse fase 2	commentaar Joost verwerken	0%
		Overleg over invulling	detailniveau, status, hoe verder om VO+ te	0%
		constructief/hydraulisch PvE	leveren	
		Hydraulisch pve		
		aanvullen/verbeteren	o.a. onderzoek eisen bodembescherming	0%
dinsdag	3-apr	Hydraulisch pve		
		aanvullen/verbeteren	o.a. onderzoek eisen bodembescherming	0%
		Overleg over invulling	detailniveau, status, hoe verder om VO+ te	0%
		constructief/hydraulisch PvE	leveren	0%
woensdag	4-apr	documenten fase 2 naar HU per post	input voor gesprek op HU	0%
		Hydra VIJ berekening maken	aanvulling op achtergronden stormcondities	0%
donderdag	5-apr	Hydra VIJ berekening maken/verwerken	aanvulling op achtergronden stormcondities	0%
		Eerste verkenning hydr. Model		
		WAQUA	voorbereiding op gevoeligheidsanalyses	0%
		Constr. PvE		
vrijdag	6-apr	analyseren/stappenplan maken	kader opzetten	0%
week 15	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	9-apr	2e paasdag		0%
		Constr. PvE		
dinsdag	10-apr	analyseren/stappenplan maken	kader opzetten	0%
woensdag	11-apr	Gebiedsanalyse starten?	werkbezoek plannen, gegevens bepalen	0%
		Invulling geven aan	varianten binnen verhoogde inlaatwerk	
donderdag	12-apr	subvariantenanalyse?	toetsen	0%
vrijdag	13-apr	Constr. PvE verder bijwerken		0%
		Notulen van week 14 en week 15		0%
		Planning week 16 en week 17		
		maken		0%

Notulen week 14 en week 15.

Van maandag 2 april tot en met vrijdag 13 april 2007.

De notulen bevat een samenvatting van de afgelopen taken en ze zijn uitgevoerd. Verder is er een planning toegevoegd voor de komende twee weken.

Taken week 14 en week 15

week 14	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	2-apr	Slotanalyse fase 2	commentaar Joost verwerken	
		Bespreking docenten	hs1 t/m h5 doorgenomen. (Rinkema afwezig)	
dinsdag	3-apr	Hydraulisch pve aanvullen/verbeteren	o.a. onderzoek eisen bodembescherming	10%
		Commentaar verwerking	n.a.v. bespreking gisteren	
		Start berekeningen betonnen liggers/dek	Dicaten doornemen etc	
		Bedrijfsuitje	varen op het Markermeer	
woensdag	4-apr	Start berekeningen betonnen liggers/dek	waardes bepalen	
		Bijlagen schrijven n.a.v. bespreking 15 april	weektaak Wieger	
donderdag	5-apr	Berekeningen in excel invoeren	start rekenprogramma	
vrijdag	6-apr	Bijlagen schrijven n.a.v. bespreking 15 april	tot en met hs 5 voltooid	
		Bespreking gemaakte berekeningen	afpraak met de constructeur van DHV	
week 15	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	9-apr	Bijlagen veiligheidsbenaderting		
		Grafiek toetspeilen toelichten		
		Bewerken berekeningen na commentaar	Commentaar Hans verwerken	
dinsdag	10-apr	Constr. PvE analyseren/stappenplan maken	kader opzetten	
		Opzet Waqua analyse	start berekeningsproces	
		Berekeningen in verslagstijl invoeren	mogelijk ook bijlagen opzetten	
woensdag	11-apr	Gebiedsanalyse starten?	werkbezoek plannen, gegevens bepalen	0%
		Start wandberekeningen		50%
		Waqua berekeningen		
donderdag	12-apr	Waqua berekeningen		
vrijdag	13-apr	Waqua berekeningen		50%
		Notulen van week 14 en week 15		
		Planning week 16 en week 17 maken		

Waarom zijn de taken niet voltooid?

Week 14

PvE hydraulisch is een lopend stuk

Week 15

Eigenschappen gebied – gebiedsanalyse komt in later stadium

Hoe staan de taken ervoor die vorige notulen niet waren voltooid?

PvE constructief – langere loopperiode dan verwacht. Indeling en detailniveau PvE nader te bepalen.

Lopend stuk

Eigenschappen gebied – gebiedsanalyse komt in later stadium

Planning week 16 en week 17

week 16	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	16-apr	Slotanalyse fase 2 Bespreking docenten	commentaar Joost verwerken hs1 t/m h5 doorgenomen. (Rinkema afwezig)	0% 10%
dinsdag	17-apr	Hydraulisch pve aanvullen/verbeteren Commentaar verwerking Start berekeningen betonnen liggers/dek Bedrijfsuitje	o.a. onderzoek eisen bodembescherming n.a.v. bespreking gisteren Dicaten doornemen etc varen op het Markermeer	0% 0% 0% 0%
woensdag	18-apr	Start berekeningen betonnen liggers/dek Bijlagen schrijven n.a.v. bespreking 15 april	waardes bepalen weektaak Wieger	0% 0%
donderdag	19-apr	Berekeningen in excel invoeren	start rekenprogramma	0%
vrijdag	20-apr	Bijlagen schrijven n.a.v. bespreking 15 april Bespreking gemaakte berekeningen	tot en met hs 5 voltooid afspraak met de constructeur van DHV	0% 0%
week 17	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	23-apr	Bijlagen veiligheidsbenadering Grafiek toetspeilen toelichten		0% 0%
dinsdag	24-apr	Bewerken berekeningen na commentaar Constr. PvE analyseren/stappenplan maken Opzet Waqua analyse Berekeningen in verslagstijl invoeren	Commentaar Hans verwerken kader opzetten start berekeningsproces mogelijk ook bijlagen opzetten	0% 0% 0% 0%
woensdag	25-apr	Gebiedsanalyse starten? Start wandberekeningen Waqua berekeningen	werkbezoek plannen, gegevens bepalen	0% 0% 0%
donderdag	26-apr	Waqua berekeningen		0%
vrijdag	27-apr	Waqua berekeningen Notulen van week 16 en week 17 Planning week 18 en week 19 maken		0% 0% 0%

Notulen week 16 en week 17.

Van maandag 16 april tot en met vrijdag 27 april 2007.

De notulen bevat een samenvatting van de afgelopen taken en ze zijn uitgevoerd. Verder is er een planning toegevoegd voor de komende twee weken.

Taken week 16 en week 17.

week 16	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	16-apr	Slotanalyse fase 2 Bespreking docenten	commentaar Joost verwerken hs1 t/m h5 doorgenomen. (Rinkema afwezig)	
dinsdag	17-apr	Hydraulisch pve aanvullen/verbeteren Commentaar verwerking Start berekeningen betonnen liggers/dek Bedrijfsuitje	o.a. onderzoek eisen bodembescherming n.a.v. bespreking gisteren Dicaten doornemen etc varen op het Markermeer	10%
woensdag	18-apr	Start berekeningen betonnen liggers/dek Bijlagen schrijven n.a.v. bespreking 15 april	waardes bepalen weektaak Wieger	
donderdag	19-apr	Berekeningen in excel invoeren	start rekenprogramma	
vrijdag	20-apr	Bijlagen schrijven n.a.v. bespreking 15 april Bespreking gemaakte berekeningen	tot en met hs 5 voltooid afpraak met de constructeur van DHV	
week 17	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	23-apr	Bijlagen veiligheidsbenaderting Grafiek toetspeilen toelichten		
dinsdag	24-apr	Bewerken berekeningen na commentaar Constr. PvE analyseren/stappenplan maken Opzet Waqua analyse Berekeningen in verslagstijl invoeren	Commentaar Hans verwerken kader opzetten start berekeningsproces mogelijk ook bijlagen opzetten	
woensdag	25-apr	Gebiedsanalyse starten? Start wandberekeningen Waqua berekeningen	werkbezoek plannen, gegevens bepalen	0% 50%
donderdag	26-apr	Waqua berekeningen		
vrijdag	27-apr	Waqua berekeningen Notulen van week 16 en week 17 Planning week 18 en week 19 maken		50%

Waarom zijn de taken niet voltooid?

Week 16

PvE hydraulisch is een lopend stuk. Bodembescherming verzet naar week 19

Week 17

Eigenschappen gebied – gebiedsanalyse komt in later stadium

Gebiedsanalyse starten, werkbezoek plannen, gegevens bepalen. Verzet naar week 20.

Planning week 18 en week 19

week 18	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	30-apr	Koninginnedag	verplicht vrije dag	0%
dinsdag	1-mei	Voorspanverliezen uitrekenen	totaal overzicht en berekeningen van de verliezen	10%
		Aanvragen ESA Prima Software	Beschikking over de software	0%
woensdag	2-mei	Verkenning ESA Prima Software	Leren werken met de software	0%
		Voorspanverliezen uitrekenen		0%
donderdag	3-mei	Verband H8 en bijlage 22	lopend verhaal maken	10%
		Met Arnaud de constructie		
vrijdag	4-mei	invoeren in ESA PW	les in ESA	0%
		inleveren H8 bij Arnaud		0%
		Zelf de constructie invoeren in ESA		0%
week 19	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	7-mei	Bespreking gemaakte berekeningen	Start maken aan de modelering	0%
dinsdag	8-mei	Modelering waqua	Invoeren huidige (gebiedsgegevens)	0%
		Modelering Esa PW	Invoeren huidige (gebiedsgegevens)	0%
woensdag	9-mei	Modelering waqua	Invoeren nieuwe model	0%
		Modelering Esa PW	Invoeren van verschillende modellen	0%
donderdag	10-mei	Modelering waqua	Uitvoer controle en aanpassen voor nieuwe invoer	0%
		Modelering Esa PW	Uitvoer controle en aanpassen voor nieuwe invoer	0%
vrijdag	11-mei	Modelering waqua	Conclusie trekken aan de hand van berekenen	0%
		Modelering Esa PW	Conclusie trekken aan de hand van berekenen	0%
		Bijlagen schrijven gemaakte werk	Zowel betreffend H7 en H8	0%
		Notulen van week 18 en week 19		0%
		Planning week 20 en week 21 maken		0%

Notulen week 18 en week 19.

Van maandag 30 april tot en met vrijdag 11 mei 2007.

De notulen bevat een samenvatting van de afgelopen taken en ze zijn uitgevoerd. Verder is er een planning toegevoegd voor de komende twee weken.

Taken week 18 en week 19

week 18	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	30-apr	Koninginnedag	verplicht vrije dag	
dinsdag	1-mei	Voorspanverliezen uitrekenen	totaal overzicht en berekeningen van de verliezen	
woensdag	2-mei	Aanvragen ESA Prima Software	Beschikking over de software	
		Verkenning ESA Prima Software	Leren werken met de software	
		Voorspanverliezen uitrekenen		
donderdag	3-mei	Verband H8 en bijlage 22	lopend verhaal maken	
vrijdag	4-mei	Met Arnaud de constructie invoeren in ESA PW	les in ESA	
		inleveren H8 bij Arnaud		
		Zelf de constructie invoeren in ESA		
maandag	30-apr	Koninginnedag	verplicht vrije dag	
dinsdag	1-mei	Voorspanverliezen uitrekenen	totaal overzicht en berekeningen van de verliezen	
week 19	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	7-mei	Bespreking gemaakte berekeningen	Start maken aan de modelering	
dinsdag	8-mei	Modelering waqua	Invoeren huidige (gebiedsgegevens)	
		Modelering Esa PW	Invoeren huidige (gebiedsgegevens)	
woensdag	9-mei	Modelering waqua	Invoeren nieuwe model	
		Modelering Esa PW	Invoeren van verschillende modellen	
donderdag	10-mei	Modelering waqua	Uitvoer controle en aanpassen voor nieuwe invoer	
		Modelering Esa PW	Uitvoer controle en aanpassen voor nieuwe invoer	
vrijdag	11-mei	Modelering waqua	Conclusie trekken aan de hand van berekenen	
		Modelering Esa PW	Conclusie trekken aan de hand van berekenen	
		Bijlagen schrijven gemaakte werk	Zowel betreffend H7 en H8	
		Notulen van week 18 en week 19		
		Planning week 20 en week 21 maken		

Taken zijn voltooid.

Planning week 20 en week 21

week 20	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	14-mei	Uitwerking van de gemaakte berekeningen	Uitkomsten Waqua rapporteren	0%
dinsdag	15-mei	Uitwerking van de gemaakte berekeningen	Uitkomsten ESA PW rapporteren	0%
		Controle handberekeningen	Vergelijking van de verschillen Waqua	0%
woensdag	16-mei	Controle handberekeningen	Vergelijking van de verschillen ESA Pw	0%
		Conclusies rapporten		0%
		Conclusies rapporten		10%
		Bijlage schrijven gemaakte werk		0%
donderdag	17-mei	Ordenen bijlagen		0%
vrijdag	18-mei	Onderling overleg van het gemaakte werk	Overleg tussen Wieger en Bart	0%
week 21	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	21-mei	Actiepunten na overleg uitvoeren	bespreking van afgelopen vrijdag	0%
dinsdag	22-mei	bijlagen bewerken	Afronden	0%
woensdag	23-mei	H7 en H8 bewerken	afronden	0%
donderdag	24-mei	Concept H5 t/m H8 verzend klaarmaken		0%
vrijdag	25-mei	Inleveren concept eindverslag	Zowel digitaal als analoog	0%
		Notulen van week 20 en week 21		0%
		Planning week 22 en week 23 maken		0%

Notulen week 20 en week 21.

Van maandag 14 mei tot en met vrijdag 25 mei 2007.

De notulen bevat een samenvatting van de afgelopen taken en ze zijn uitgevoerd. Verder is er een planning toegevoegd voor de komende twee weken.

Taken week 20 en week 21

week 20	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	14-mei	Uitwerking van de gemaakte berekeningen Uitwerking van de gemaakte berekeningen	Uitkomsten Waqua rapporteren Uitkomsten ESA PW rapporteren	
dinsdag	15-mei	Controle handberekeningen Controle handberekeningen	Vergelijking van de verschillen Waqua Vergelijking van de verschillen ESA PW	
woensdag	16-mei	Conclusies rapporten Conclusies rapporten Bijlage schrijven gemaakte werk		
donderdag	17-mei	Ordenen bijlagen		
vrijdag	18-mei	Onderling overleg van het gemaakte werk	Overleg tussen Wieger en Bart	
week 21	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	21-mei	Actiepunten na overleg uitvoeren	bespreking van afgelopen vrijdag	
dinsdag	22-mei	bijlagen bewerken	Afronden	
woensdag	23-mei	H7 en H8 bewerken	afronden	
donderdag	24-mei	Concept H5 t/m H8 verzend klaarmaken		
vrijdag	25-mei	Inleveren concept eindverslag Notulen van week 20 en week 21 Planning week 22 en week 23 maken	Zowel digitaal als analoog	

Planning week 22 en week 23

week 22	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	28-mei	2de Pinksterdag	Verplicht vrije dag	0%
dinsdag	29-mei	Bespreking met de begeleiders van DHV	Bespreking	0%
woensdag	30-mei	Bewerken rapport na commentaar	Gehele rapport overzien	0%
donderdag	31-mei	Bewerken rapport na commentaar	Gehele rapport overzien	0%
vrijdag	1-jun	Projectbezoek in Kampen	Foto's project gebied	0%
				0%
week 23	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
				0%
				0%
				0%
				0%

Notulen week 22 en week 23.

Van maandag 28 mei tot en met vrijdag 8 juni 2007.

De notulen bevat een samenvatting van de afgelopen taken en ze zijn uitgevoerd. Verder is er een planning toegevoegd voor de komende twee weken.

Taken week 22 en week 23

week 22	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	28-mei	2de Pinksterdag	Verplicht vrije dag	
dinsdag	29-mei	Bespreking met de begeleiders van DHV	Bespreking	
woensdag	30-mei	Bewerken rapport na commentaar	Gehele rapport overzien	
donderdag	31-mei	Bewerken rapport na commentaar	Gehele rapport overzien	
vrijdag	1-jun	Projectbezoek in Kampen	Foto's project gebied	
week 23	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	4-jun	Samenvatting schrijven	Samenvatting	
dinsdag	5-jun	Eindbespreking met de docenten		
		Bewerken rapport na commentaar		
woensdag	6-jun	Inhoudsopgave genereren	Inhoudsopgave	
		Hoofdstukken samenvoegen	een document als eind rapport	
donderdag	7-jun	Hoofdstuk 9 schrijven	Opzet H9, indeling bepalen	
Vrijdag	8-jun	Hoofdstuk 9 schrijven	Definitief maken H9 met eigen feedback	
		Notulen van week 20 en week 21	Notulen	
		Planning week 22 en week 23 maken	Tweewekelijkse planning	

Planning week 24 en week 25

week 22	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	11-jun	Rapport uitdraaien	Inclusief bijlagen	0%
dinsdag	12-jun	Rapport inleveren op de Hogeschool Utrecht	Tussen 12.00 en 13.00 bij het onderwijsbureau	10%
woensdag	13-jun	vrije dag		0%
donderdag	14-jun	vrije dag		0%
vrijdag	15-jun	vrije dag		0%
week 23	datum	taakomschrijving	aanvullende info	Status
maandag	18-jun	Start maken van de presentatie		0%
dinsdag	19-jun			0%
woensdag	20-jun			0%
donderdag	21-jun			0%
vrijdag	22-jun	Notulen van week 20 en week 21		0%
		Notulen van week 20 en week 22		0%