

Zeeland Seaports

FMT-kade Vlissingen

Toelaatbare kadebelasting

documentnr. 073015

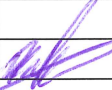
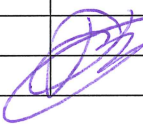
Raadgevend Ingenieurs-
bureau Lievense B.V.
Postbus 3199
4800 DD Breda NL
Tramsingel 2
4814 AB Breda NL
Nederland
telefoon
+31(0)76-522 50 22
fax
+31(0)76-522 30 26
email
info@lievense.com
site
www.lievense.com

Zeeland Seaports

FMT-kade Vlissingen

Toelaatbare kadebelasting

documentnr. 073015

Rev.	Opgesteld door	Paraaf	Datum	Geverifieerd door	Paraaf	Datum
0	E.H.G. Fiktorie		19-02-2007	A.L. van Schaik		19-02-2007
1	E.H.G. Fiktorie		19-03-2007	A.L. van Schaik		19-03-2007
2	R. Beekx		05-04-2011	F. Westebring		05-04-2011

Zeeland Seaports

FMT-KADE VLISSINGEN

Toelaatbare kadebelasting

Documentnr. 073015

Inhoud

1.	Inleiding	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Leeswijzer	1
2.	Conclusies en aanbevelingen	2
2.1	Conclusies	2
2.2	Aanbevelingen	4
3.	Visuele inspectie	6
3.1	Inspectie talud	6
3.2	Inspectie palen	7
3.3	Inspectieresultaten bovenzijde talud.	8
3.4	Inspectieresultaten scheurvorming	9
4.	Uitgangspunten	11
5.	Bestaande constructie	12
5.1	Capaciteit	12
5.2	Schematisering	13
6.	Belastingen uit kranen	14
6.1	HMK260E, 4x1,2x1,8	16
6.2	HMK260E, 4x1,8x2,7	16
6.3	HMK300E, 4x2x4,5	16
7.	Controle belastingen uit kranen	17
7.1	Paal draagkracht	17
7.2	Vergelijking met originele berekening	17
7.3	Veldcapaciteit betonnen dek	18
7.4	Steunpuntcapaciteit betonnen dek	18

Zeeland Seaports

FMT-KADE VLISSINGEN

Toelaatbare kadebelasting

Documentnr. 073015

Bijlagen

- [A] Meetverslag visuele inspectie
- [B] Overzichtssituatie FMT-kade
- [C] Vergelijking meetgegevens 2003, 2007 en 2011
- [D] Foto's inspectie 2007
- [E] Selectie foto's inspectie 2003
- [F] Scheurlocatie secties 1 en 2
- [G] Uitvoer ESA-Prima Win
- [H] Capaciteitsberekening betonnen dek Excel
- [I] Foto's inspectie 2011
- [J] Meetlocaties mogelijke scheuren 2011

Referenties

- [1] B122200-RH_4, Kade Vlissingen, MOS Grondmechanica, Bepaling netto paal draagkracht geprefabriceerde betonpalen 320x320mm en 420x420mm
- [2] B122200-RH_6, Kade Quarleshaven te Vlissingen, MOS Grondmechanica, Veerstijfheid geprefabriceerde betonpalen 320x320mm en 420x420mm en netto paal draagkracht open stalen buispaal
- [3] Berekening voorgespannen heipalen, Oudenallen, Dossier 201310, code 3207Y12S, tekening 1A en 2B, met bijbehorende tekeningen
- [4] Vervat kademuur Quarleshaven te Vlissingen, Adviesburo Zevenbergen, tekeningen 2576-201 t/m 2576-204, 2576-206 t/m 2576-210, 2576-213 t/m 2576-221, 2576-223, 2576-202W t/m 2576-210W, 2576-223W
- [5] Vervat Vlissingen, kademuur Quarleshaven, Mabuwat utiliteitsbouw, tekeningen 3431-3 t/m 3431-10
- [6] Kademuur Vervat Quarleshaven Vlissingen, Wapeningsberekeningen Adviesburo Zevenbergen, 2 juli 2001
- [7] Tabellen voor bouw- en waterbouwkunde, Briedé en Blok, Achtste druk, Rotterdam, ISBN 90 238 4201 4

1. Inleiding

1.1 Algemeen

Begin 2002 is in de Quarleskade de zogenoemde FMT-kade gebouwd. Inmiddels is de kade in onbruik geraakt. Voor de kade weer in gebruik kan worden genomen heeft Zeeland Seaports opdracht gegeven tot het maken van een inventarisatie van de toelaatbare bovenbelastingen en kraanbelastingen op de bestaande kade.

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft de conclusies en aanbevelingen op basis van de controle berekeningen. De bevindingen van de visuele inspectie zijn gegeven in hoofdstuk 3. De uitgangspunten voor de controle staan in hoofdstuk 4 waarna hoofdstuk 5 een beschrijving geeft van de bestaande constructie. De van toepassing zijnde belastingen worden behandeld in hoofdstuk 6 waarna in hoofdstuk 7 het draagvermogen van de constructie wordt gecontroleerd.

Bij revisie 2:

Een terrein achter de FMT-kade zal door ZSP worden uitgegeven. Het te vestigen bedrijf zal gebruik maken van de FMT-kade voor schepen die zijn uitgerust met zelfflossers. De kade wordt daardoor nauwelijks belast zodat de geringe belastbaarheid geen probleem is. Wel moeten de schepen veilig kunnen afmeren. Een eerste stap om na te gaan wat de noodzakelijke maatregelen zijn om veilig te kunnen afmeren is een update van eerdere inspecties van de kade.

In deze revisie 2 van dit rapport worden de resultaten van die update gegeven. hoofdstuk 3 'Visuele Inspectie' is daarom uitgebreid. Bijlage C is aangevuld met de nieuwe meetgegevens. Bijlage I is nieuw en geeft de foto's van de nieuwe inspectie uit 2011. Bijlage J is ook nieuw en geeft de meetlocaties van mogelijk nieuwe scheuren.

2. Conclusies en aanbevelingen

2.1 Conclusies

Op basis van de in hoofdstuk 7 uitgevoerde controles is de conclusie dat geen mobiele kranen mogen worden toegestaan op de FMT-kade, tenzij de belasting uit de kranen voldoet aan de hieronder gegeven maximale waarden voor de hoeklasten. Reden hiervoor is de minimale momentwapening zoals aanwezig in het betonnen dek op palen. De wapening is destijds bepaald op basis van de optredende momenten als gevolg van een gelijkmatig verdeelde oppervlaktebelasting zoals aangegeven in Figuur 5.1. Tussen de kraanbanen is gerekend met 2 t/m^2 en achter de landwaartse kraanbaan met 4 t/m^2 , beide met inachtneming van een vrije strook rondom de kraanbaan rail.

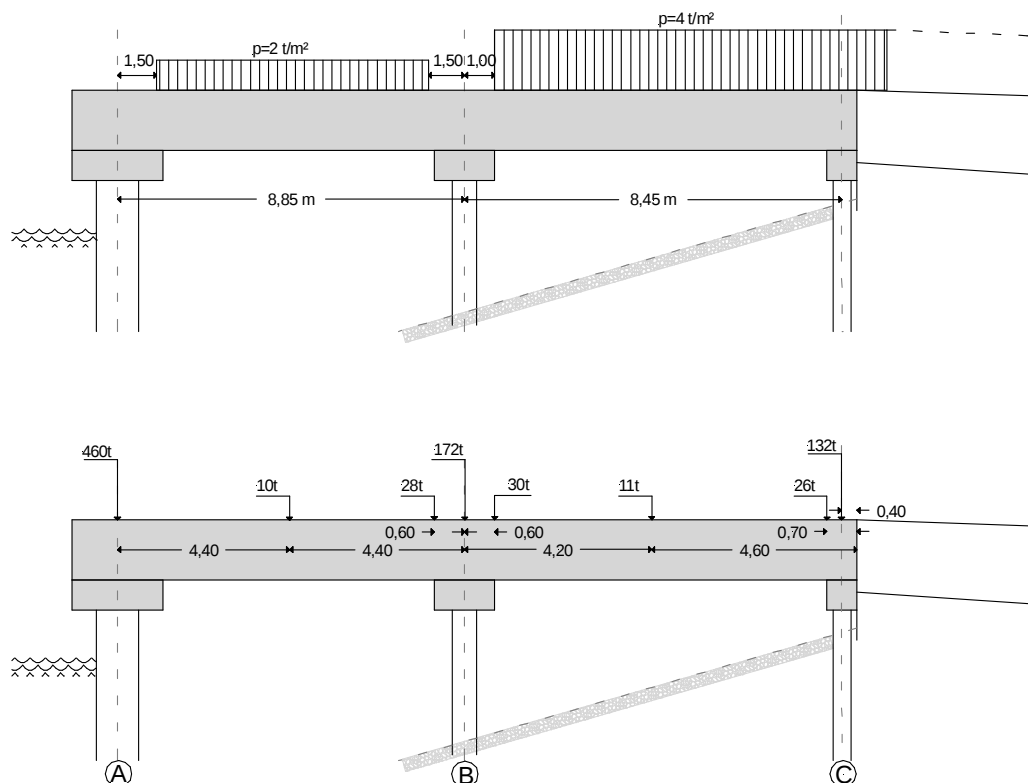
De hoge momenten in het dek op palen worden enerzijds veroorzaakt door de veel hogere hoeklasten uit de stempels van de opgegeven mobiele kranen. Voor de HMK260E is de hoeklast maximaal 165 ton, voor de HMK300E bedraagt deze maximaal 250 ton. Anderzijds door de concentratie van die lasten op het dek. In tegenstelling tot een oppervlakte last wordt de hoeklast slechts zeer beperkt gespreid door de voetplaten. De geconcentreerde belasting levert overeenkomstige piekwaarden in de optredende momenten en dwarskrachten.

Niet alleen in de overspanningsrichting, x-richting, is de capaciteit te klein voor het dragen van de mobiele kranen. Uit berekeningen is gebleken dat ook de capaciteit van de wapening in y-richting tekort schiet bij deze geconcentreerde belastingen. Zoals aangegeven in hoofdstuk 3 verklaart dit tekort mogelijk de scheurvorming in het betonnen dek en uitbloeien van kalk door de scheuren. Door herverdeling in het betonnen dek zal deze wapening echter niet maatgevend zijn bij een eventueel bezwijken van het dek.

2.2 Eisen aan toelaatbare belastingen

Op basis van de aanwezige constructie is bepaald wat de maximale bovenbelasting mag zijn bij gebruik van de kade. Afzonderlijk van elkaar zijn een tweetal belastingen toelaatbaar, namelijk:

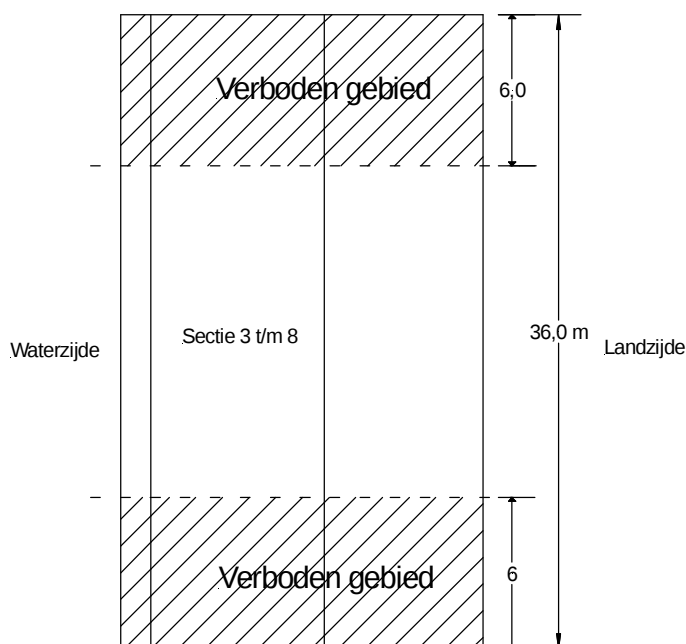
- Gelijkmatig verdeelde belasting overeenkomstig de ontwerpbelasting. Let hierbij op de vrije strook die is aangehouden.
- Puntlasten op de in Figuur 2.1 gegeven afstanden uit de kraanbaan rail dan wel de achterzijde van de balk in stramien C.



Figuur 2.1 Toelaatbare belastingschema's

De maximaal toelaatbare puntlasten ter plaatse van de stramien A, B en C komen overeen met de netto paal draagkrachten uit paragraaf 7.1. De puntlasten in het hart van de velden AB en BC zijn gegeven in Tabel 7.2. De puntlasten die direct naast de balken toelaatbaar zijn staan gegeven in Tabel 7.3. Op basis van een veilige benadering zijn de in hoofdstuk 7 genoemde puntlasten naar beneden afgerond om te komen tot de in Figuur 2.1 genoemde maximale toelaatbare puntlasten.

Deze belastingen zijn toelaatbaar wanneer de kraan minimaal 6 m uit de dilatatie van de secties 3 tot en met 8 wordt geplaatst. Sectie 1 heeft afwijkende afmetingen en wape ning en is hier niet apart beschouwd, mede doordat deze sectie aansluit op sectie 2. In deze sectie 2 is schade opgetreden waardoor deze niet bruikbaar is. Binnen sectie 9 bevindt zich een gebroken paal waardoor ook van deze sectie geen gebruik mag worden gemaakt. Onderstaande figuur geeft de verboden gebieden voor de secties 3 tot en met 8 weer.



Figuur 2.2 Definitie verboden gebied sectie 3 t/m 8

2.3 Aanbevelingen

Op basis van de bevindingen zoals beschreven in dit rapport worden nog enkele aanbevelingen gedaan. Deze aanbevelingen zijn:

- Vooralsnog wordt geadviseerd om sectie 9, inclusief het terreingedeelte direct achter het kadedek te vermijden totdat herstel heeft plaatsgevonden.
- Indien de in 2003 ontstane verzakkingschade wordt hersteld en de kade weer in gebruik wordt genomen is het gewenst om met zekerheid vast te stellen of de afzetting kalkuitbloeiing betrof en zo ja om de waarneembare scheuren te injecteren zodat verdere uitloging gestopt wordt. Tevens is het dan noodzakelijk om herstelwerkzaamheden uit te voeren met betrekking tot:
 - Gebroken palen;
 - Dekkingsschade aan paalkopverbindingen;
 - Vrijgekomen onderloopsheidschorten.
- Vooralsnog wordt geadviseerd om sectie 9, inclusief het terreingedeelte direct achter het kadedek te vermijden totdat herstel heeft plaatsgevonden.
- Voorkom overschrijding van de in dit rapport beschreven maximale belastingen. Deze belastingen zijn bepaald op basis van gegevens uit de originele ontwerpberekeningen. De capaciteit is bepaald op basis van de bestekstekeningen aangezien geen "as built" tekeningen beschikbaar zijn. Dit voorkomt zekerheid met betrekking tot de constructie die daadwerkelijk aanwezig is.

- Voorkom overschrijding van de in het ontwerp aangehouden maximale oppervlaktebelastingen van 2 t/m² en 4 t/m². Inmiddels is overmatige scheurvorming opgetreden wat wijst op een eerdere overbelasting van het betonnen dek.
- Voorkom een combinatie van een oppervlakte belasting met het gebruik van een mobiele kraan op voetplaten. Dit betekent dat op de aangrenzende secties van die waar de kraan staan opslag kan plaatsvinden. Niet op de sectie waar de kraan is geplaatst.

3. Visuele inspectie

In het jaar 2003, nadat een gat in het maaiveld achter de kade was ontstaan, heeft een visuele inspectie onder de kade plaatsgevonden, met name gericht op de toestand van het onder de kade aanwezige talud. Dit talud is destijds zeer steil opgezet. De inspectie was gericht op het vaststellen van de oorzaak van de opgetreden verzakking en of de oorzaak mogelijk gelegen was in dit steile talud. Daartoe is destijds achter de binnenzijde van de kadewand de teen van het talud gepeild om vast te stellen of dit talud mogelijk op andere locaties dan de schadelocatie eveneens was uitgezakt. Dit bleek niet het geval te zijn. Uiteindelijk bleek de oorzaak van de verzakking gelegen te zijn in een, bij de oplevering niet geconstateerde, uit het slot gelopen plank. In combinatie met een ontgroning voor de kade als gevolg van schroefstralen is er zand door/onder de kade weg gestroomd.

Aangezien Zeeland Seaports de kade, in de toestand zoals deze nu is, wil gebruiken heeft in 2007 opnieuw een visuele inspectie plaatsgevonden. Daarbij is ook nogmaals gepeild om te zien of er wezenlijke wijzigingen in de taludligging hebben plaatsgevonden. Tevens was de inspectie ook gericht op de toestand van de betonnen palen en verdere constructies. Bijlage A betreft het opgestelde meetverslag.

Revisie 1 van dit rapport beschreef de resultaten van zowel 2003 als 2007. In het vervolg zal dat worden aangeduid als 2003-2007. Het gebruik van de kade is in 2010 actueel geworden. Om eventuele wijzigingen in de situatie van de kademuur te monitoren is in januari 2011 een derde inspectie uitgevoerd; aangeduid met 2011.

3.1 Inspectie talud

2003-2007

Bijlage B geeft een overzicht van de kade met daarop de 9, d.m.v. dilataties gescheiden, kadesecties. Aan de rechterzijde is het door de verzakking ontstane gat achter de kade te zien. Aangegeven zijn de locaties van de palen in de middelste palenrij, genummerd 1 t/m 132.

Bijlage C geeft de resultaten van de peiling uit 2003 en de nieuwe resultaten van nu. Een doorsnede geeft het principe van de kadeconstructie met daarin de locatie van de meetpunten aan de teen van het talud. De meetgegevens uit beide jaren zijn grafisch uitgezet. De Noordzijde komt overeen met sectie 1 op bijlage B. Met name over het gedeelte van circa 100 tot 300 meter (paal 52 t/m 128) zijn de metingen, behoudens enkele uitschieters, overeenkomend. Het maximale meetverschil is 0,76 meter ter plaatse van paallocatie 90, waarbij de bodem nu lager ligt dan in 2003. Gezien het feit dat dit zeer lokaal is moet dit geweten worden aan meeton nauwkeurigheden, veroorzaakt door niet exact gelijke meetlocaties.

Het gedeelte van paal 34 t/m 50 op bijlage C geeft een wisselvalliger beeld te zien, waarbij bepaalde punten nu lager liggen en andere punten hoger dan in 2003. Met name bij paal 34 ligt de teen nu 1,52 meter lager dan in 2003. Bedacht moet worden dat dit gebied aansluit aan het door de destijds opgetreden verzakking beïnvloedde talud.

Het gedeelte van paal 14 t/m 32 betreft het schadegedeelte uit 2003. In dit gedeelte is de variatie maximaal 0,66 meter nabij paal 22. In het resterende gedeelte t/m paal 2 is de variatie wat minder. In beide gedeelten ligt over het grootste deel de teen nu lager dan in 2003.

De peilingen in 2003 hebben plaatsgevonden met behulp van een meetband met een aangehangen gewicht. De peilingen in 2007 t/m circa paal 50 zijn gedaan met een handpeillood. Daarna is overgegaan op metingen met een baak (de sluiting van het lood was losgegaan).

Het meer grillige karakter van de verschillen tot globaal paal 50 kan vermoedelijk worden verklaard met het volgende. Gemeten werd ter plaatse van de buispaal. Bij een meting met een licht peillood heeft het lood de neiging om weg te lopen naar de damwand nis tussen de buispalen. Aangezien een meting met een meetband in (2003) plaatsvaster is zal deze meer moeten overeenkomen met een meting met een baak. Dit is mogelijk de verklaring voor het minder grillige meetpatroon voorbij paal 50.

Concluderend wordt vastgesteld dat aan het talud sinds 2003 geen belangwekkende wijzigingen, die op een falend talud wijzen, hebben plaatsgevonden.

2011

De peilingen in januari 2011 zijn uitgevoerd met een handpeillood (waterdiepte) in combinatie met een laser afstandsmeter (afstand onderzijde betonsloof tot waterpeil). De peilresultaten van de peilingen in 2003, 2007 en 2011 zijn naast elkaar gezet in bijlage C.

Wanneer de meetresultaten van 2011 worden vergeleken met de meetresultaten van 2007 is er sprake van een gelijke trend. De metingen in 2011 zijn over het algemeen ongeveer 0,5 m (grootweg tussen 0,0 en 1,0 m) minder diep dan die van 2007. Dit is waarschijnlijk te verklaren door een combinatie van aanslibbing (de bodem was nu merkbaar zachter) en een andere manier van meten (in 2007 is voor voorbij paal 50 met een baak gemeten die makkelijker in de bodem penetreert).

3.2 Inspectie palen

2003-2007

Op bijlage B zijn, middels een nummering, de fotolocaties van de nu in 2007 genomen foto's aangegeven. Het betreft voornamelijk de middelste palenrij halverwege het talud. De foto's zelf zijn opgenomen in bijlage D. Tenzij er bijzonderheden waren zijn de foto's in principe genomen om de vier palen. Het algehele beeld is dat de betonpalen, met name ook de aansluitingen met de dekbalk, in goede staat verkeren.

Als bijzonderheden zijn te noemen:

- Foto 1 betreft een gebroken paal ten gevolge van een bij de bouw van de kade opgetreden verzakking en uitwijkende vleugelwand.

- Foto 13 toont t.p.v. paal 104 een gebrekkige aansluiting van de paal aan de opgestorte dekbalk, vermoedelijk veroorzaakt door een onzorgvuldig snellen van de paalkop. De wapening is niet zichtbaar.
- Idem de volgende foto's: 15, 21 (paal 89), 35, 40, 42, 43, 48, 50, 53 en 55. Bij paal 28 foto 42 is wapening zichtbaar.

De betreffende aansluitingen van de palen op de genoemde foto's zijn enigszins verzwakt maar niet van dien aard dat daar op korte termijn ongerustheid over hoeft te bestaan.

Indien de kade in gebruik wordt gehouden is het wel gewenst om t.p.v. de slechte aansluitingen de dekking op de wapening te herstellen, bijvoorbeeld met krimpvrije mortel. Uiteraard dient voor gebroken palen een andere oplossing te worden gezocht. Opgemerkt wordt dat ter plaatse van de verzakking zich de eerder genoemde gebroken paal (foto 1) bevindt.

2011

M.b.t de palen zijn geen veranderingen aangetroffen t.o.v. de inspectie in 2007. Bijlage I, figuur 18 en 19 tonen de staat van de gebroken paal aan de Zuidzijde van de kade.

3.3 Inspectieresultaten bovenzijde talud.

2003-2007

Bijlage E geeft een aantal, in 2003, genomen foto's. Op foto 1 (figuur 1) ligt de bovenzijde van het talud, geschat, circa 30 cm lager dan de aansluiting van de balk met het dek. Op foto 2, t.p.v. de schade uit 2003, is geen ruimte zichtbaar. Foto's 4 en 5 tonen rechts wel een geschatte ruimte van 40 cm. Foto 6 geeft het een en ander, over een grotere lengte, weer. Geschatte ruimte vrijwel uniform 30 tot 40 cm. Opgemerkt kan worden dat deze ruimte er volgens het oorspronkelijke ontwerp niet behoort te zijn. Foto 8 is genomen bij de zuidelijke vleugelwand. De paal aan de rechterzijde is de gebroken paal. Te zien is dat het damwandschort achter de kade, bedoeld tegen onderloopsheid, grotendeels zichtbaar is. De balkhoogte is circa 60 cm, de hoogte van het schort circa 55 cm. Links op de foto is de onderzijde van het schort te zien. Voor dit gebied betekent dit dat, indien er nog enige verdere uitzakking van het talud plaatsvindt, het schort over grotere lengte geheel bloot komt en dat toekomstige verzakkingen achter de kade dan niet ondenkbeeldig zijn.

Vergelijken we de beelden uit 2003 met de onlangs genomen foto's in bijlage D. Foto's 1 t/m 5 en 7: betreft sectie 9 bij vleugelwand: schort geheel vrij. Overige foto's: schort niet zichtbaar, behoudens t.p.v. verzakking.

Er lijken geen wezenlijke veranderingen in de taludligging te hebben plaatsgevonden t.o.v. 2003.

2011

Er lijken geen wezenlijke veranderingen in de taludligging te hebben plaatsgevonden t.o.v. 2003 en 2007. Foto's 13 14 en 15 van bijlage I tonen echter aan de bovenzijde van het talud een blootliggend stuk zand (vanaf ca. paal 120 t/m paal 128), waar zowel de steenbestorting als het geotextiel niet meer aanwezig zijn over enige tientallen meters (enkele tientallen meters voor de Zuidzijde van de kade). Het (zand)talud lijkt echter niet te zijn aangetast.

Figuur 20 toont de verzakte damwand aan de Zuidzijde van de kade.

Voorts is bij laagwater een berm in de steenbestorting waargenomen (breedte ongeveer 1,0 m) ter hoogte van de middelste rij betonpalen. De hoogte van het talud varieerde hier tussen ongeveer 0,0 m t.o.v. NAP en -1,0 m t.o.v. NAP, hetgeen redelijk overeenkomt met het ontwerp (afgezien van de aanwezige berm).

Tijdens laagwater zijn tevens ongeveer ter hoogte van NAP over de gehele lengte van de kade op verschillende locaties zandbedden over de steenbestorting aangetroffen.

3.4 Inspectieresultaten scheurvorming

2003-2007

Een aantal foto's, 60 t/m 64 in bijlage D, tonen een witte aanslag tegen de onderzijde van de dekplaten. Dit is, vrijwel zeker, veroorzaakt door een doorgaande scheurvorming zodat regenwater kan doorsijpelen die de vrije kalk in de beton meeneemt en dan aan de onderzijde via een reactie met CO₂ uit de lucht weer neerslaat. Dit wordt kalkuitbloeiing genoemd. Bijlage F geeft deze scheurlocaties die zich bevinden in de secties 1 en 2. Indien het geen kalkuitbloeiing betreft dan zijn de witte afzettingen ontstaan door de aanwezigheid van reactieproducten van chemische omzettingen, waarbij het beton is aangetast, bijvoorbeeld afzetting van ettringiet. Hoewel dit laatste niet waarschijnlijk is kan dit met een eenvoudige test worden nagegaan aan een monster van de afzetting.

In de navolgende hoofdstukken zijn berekeningen uitgevoerd om te bepalen welke activiteiten bovenop de kade mogen plaatsvinden. Het gaat dan ook om de kranen die toegelaten mogen worden. Uit de berekeningen blijkt dat, behoudens boven de balken, nauwelijks stempellasten van betekenis toelaatbaar zijn. Dit wordt enerzijds veroorzaakt doordat de aanwezige veldwapening dwars op de kade daarvoor al niet toereikend is. Anderzijds is de zogenaamde verdeelwapening in de lengterichting van de kade nog aanzienlijk geringer en nog minder geschikt voor de opname van lokale stempellasten.

Ingeval het dek wel wordt belast door relatief grote stempellasten in het veld zal dit resulteren in vloeien van de wapening en dientengevolge grote, uiteraard ontoelaatbare, scheurvorming. De verwachting is dat scheurvorming dan in beide richtingen zal optreden met de grootse en langste scheuren in de dwarsrichting van de kade (omdat in de lengterichting slechts nominale wapening aanwezig is).

Foto 59 toont een lange scheur ter plaatse van de voeg tussen de kanaalplaten, dwars op de kade. Zo ook foto 60 met een lange scheur naast de voeg. Overige foto's tonen ook kleinere scheuren in beide richtingen.

De oorzaak van de scheuren is vooralsnog onbekend maar zou mogelijk kunnen duiden op een opgetreden overbelasting (t.g.v. relatief zware kraanlasten?) ter plaatse, mogelijk relatie hebbende met de destijds opgetreden activiteiten m.b.t. een aldaar voor de kade gelegen containerschip dat averij had opgelopen. Opgemerkt kan worden dat in 2003 in dit gebied op verschillende locaties scheuren bovenop het dek waren geconstateerd.

Indien de in 2003 ontstane verzakkingsschade wordt hersteld en de kade weer in gebruik wordt genomen is het gewenst om met zekerheid vast te stellen of de afzetting kalkuitbloeiing betrof en zo ja om de waarneembare scheuren te injecteren zodat verdere uitlozing gestopt wordt. Tevens is het dan noodzakelijk om herstelwerkzaamheden uit te voeren met betrekking tot:

- Gebroken palen;
- Dekkingsschade aan paalkopverbindingen;
- Vrijgekomen onderloopsheids schorten.

Vooralsnog wordt geadviseerd om sectie 9, inclusief het terreingedeelte direct achter het kadedek te vermijden totdat herstel heeft plaatsgevonden.

2011

Aanvullend op de waargenomen scheurvorming in het kadedek in 2003 en 2007 zijn over de gehele kade in vrijwel alle secties aan de bovenzijde van het betondek scheuren waargenomen. Een overzicht van waargenomen mogelijke scheurvorming in het bovendek wordt weergegeven in bijlage J.

4. Uitgangspunten

- Kade wordt getoetst op de belasting uit de volgende kranen:
HMK260E met 4 voetplaten van 1,2 x 1,8 m
HMK260E met 4 voetplaten van 1,8 x 2,7 m
HMK300E met 4 voetplaten van 2 x 4,5 m
- De mobiele kraan wordt met zijn lengteas evenwijdig aan de combiwand opgesteld.
- De controle wordt in eerste instantie uitgevoerd op basis van de originele maximaal optredende momenten en dwarskrachten in de constructie.
- Kraan wordt niet geplaatst in sectie 1. Deze afwijkende sectie vereist een aparte berekening.
- Verbinding tussen de balken en de palen is geschematiseerd als scharnier.
- Buispalen en betonpalen worden geschematiseerd als veer.

5. Bestaande constructie

5.1 Capaciteit

Als basis voor de verschillende constructieve en geotechnische berekeningen dienen de originele tekeningen en enkele berekeningsrapporten. Een lijst van de gebruikte documenten is opgenomen onder de Referenties. Hieruit zijn de ontwerpwaarden voor het moment en de dwarskracht overgenomen waarop wordt getoetst. Tevens zijn de bestekstekeningen van het betonnen dek op palen beschikbaar. Op basis van deze informatie wordt, wanneer toetsing aan de ontwerpwaarden voor moment en dwarskracht niet voldoet, de capaciteit bepaald van de bestaande constructie. Onderstaande figuur geeft een doorsnede van de kade.

De kade bestaat uit een voorwand en een dek op palen. De voorwand bestaat uit een combiwand met dubbele tussenplanken. Daarachter staat twee rijen palen overdekt met een kanaalplaatvloer welke in het werk is afgestort. Onderstaand de gegevens van de constructie.

Stramien A: Combiwand

Sectie 1:	NAP+4,00 m tot NAP-6,00 m	ø1016/15,4 mm
Sectie 2:	NAP-6,00 m tot NAP-18,00 m	ø1016/12,5 mm
Sectie 3:	NAP-18,00 m tot NAP-24,00 m	ø1016/11,0 mm

De tussenplanken, 2 x PU20, zijn hierin niet opgenomen omdat deze geen bijdrage leveren aan de sterkte-eigenschappen van de combiwand.

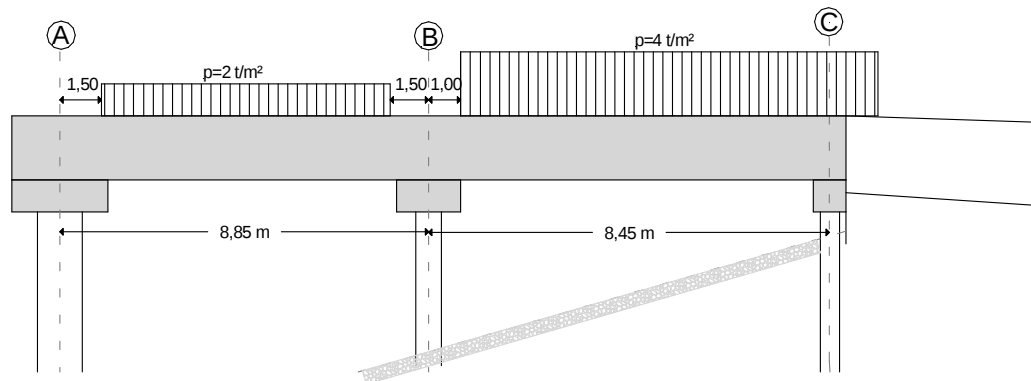
Stramien B: Middelste palenrij

Palen 420 x 420 mm, l = 19,5 m. ppn = NAP-15,30 m, hoh 2,40m

Stramien C: Achterste palenrij

Palen 320 x 320 mm, l = 19,5 m, ppn = NAP-15,30 m, hoh 4,05m

In eerste instantie wordt uitgegaan van de in de ontwerpberekeningen bepaalde maximale optredende dwarskrachten en momenten. De vergelijking wordt gemaakt op basis van een grafische weergave van de optredende momenten en krachten in de constructie zoals deze volgen uit de ontwerpberekening met een eindige elementen methode (EEM).



Figuur 5.1 Dwarsdoorsnede dek op palen

5.2 Schematisering

In de documentatie over de FMT-kade is informatie aanwezig over de invoer van de originele ontwerpberekening met behulp van een eindige elementen methode (EMM). Uitgaande van de juistheid van deze berekening en schematisering van de kadeconstructie is het model overgenomen in het programma ESA-Prima Win, versie 3.70. In dit model zijn vervolgens de nieuwe belastingen uit de stempellasten ingevoerd. Tevens worden de krachten uit de vervorming van de voorwand als belasting op het betonnen dek ingevoerd. Hieruit zijn de nieuwe optredende momenten en dwarskrachten bepaald.

6. Belastingen uit kranen

6.1 Algemene definities

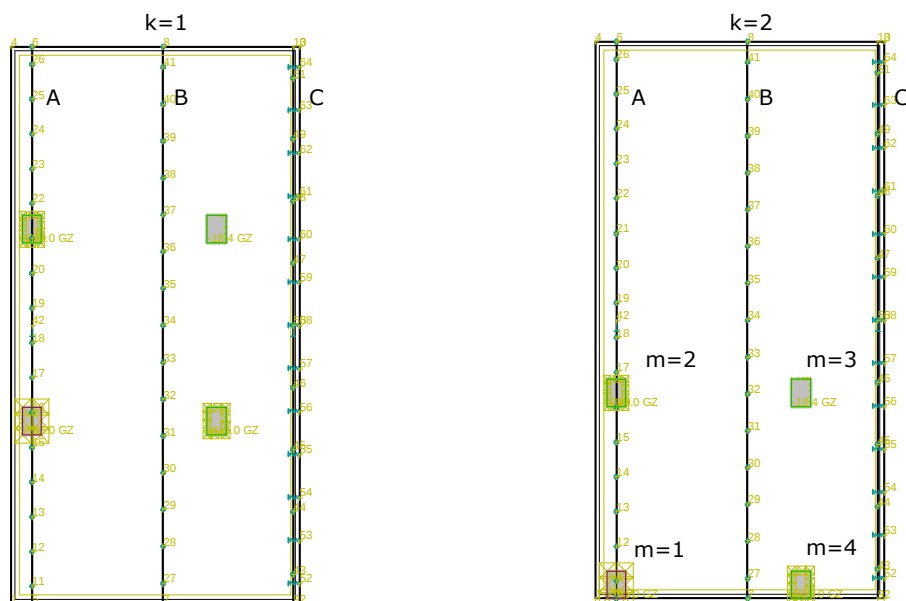
Op basis van de gegevens zoals die gelden voor het project "ZSIK - Inventarisatie Kadebelastingen" wordt hier uitgegaan van een belasting door de kranen HMK260E en HMK300E. De HMK260E heeft twee verschillende afmetingen voor de voetplaten per stempel. Voor beide afmetingen wordt de belasting op de kade getoetst. Bij het bepalen van de belasting wordt aangenomen dat de kraan met zijn lengteas evenwijdig aan de combiwand wordt opgesteld.

Voor de benodigde berekeningen zijn verschillende belastinggevallen gedefinieerd. Deze worden aangeduid met de naam van de kraan gevolgd door een code in de vorm van k.l.m. Bijvoorbeeld HMK260E-1.1.1. Onderstaande tabel geeft weer wat de waarden voor de variabelen a, b en c betekenen.

Tabel 6.1 Definitie codering belastingen

k	l	m	Betekenis
1			Kraan in hart van een sectie
2			Kraan tegen dilatatie
1			Kraan met voorste stempel op betonsloof stramien A
	1		maximale stempellast links onder
	2		maximale stempellast links boven
	3		maximale stempellast rechts boven
	4		maximale stempellast rechts onder

Zie voor definitie assenstelsel de uitvoer van Esa-Prima Win in bijlage [G]



Figuur 6.1 Plaats kraan en maximale hoeklast

De in figuur gegeven waarden voor c geven weer welk stempel maximaal wordt belast.

In totaal zijn negen belastinggevallen ingevoerd. Een belasting geval is een enkele belasting uit bijvoorbeeld het eigen gewicht of een kraan. De waarden van deze belastingen worden representatief ingevoerd. Het nummer van het belastinggeval en de bijbehorende beschrijving zijn opgenomen in de onderstaande Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Definitie belastinggevallen

Belastinggeval	Beschrijving
1	Eigen gewicht betonnen dek
2	Belasting uit vervorming combiwand
3	Horizontale bolderlast, 60 ton
4	Belasting 1.1.1
5	Belasting 1.1.4
6	Belasting 2.1.1
7	Belasting 2.1.2
8	Belasting 2.1.3
9	Belasting 2.1.4

De belasting uit het eigen gewicht wordt door het programma zelf berekent op basis van de eigenschappen die zijn toegekend aan de plaat. De belasting uit de combiwand bestaat uit een horizontale lijnlast en een moment. De horizontale bolderkracht is een puntlast in een knoop in het hart van stramien A. De ingevoerde kraanbelastingen in de EEM zijn gebruikswaarden zoals deze zijn opgegeven door de leveranciers van de betreffende kranen. Voor de verdere definitie zie de uitvoer van de berekening bijlage [G].

Om tot een rekenbelasting op de constructie te komen dienen verschillende belastinggevallen gecombineerd te worden. In deze combinaties worden de belastinggevallen gecombineerd met in acht neming van verschillende belastingfactoren en momentaanfactoren zoals beschreven in NEN6702.

Per belastingcombinatie wordt elk van de kraanbelastingen gecombineerd met alleen de belasting uit de combiwand. Het eigen gewicht wordt gedragen door de kanaalplaatvloer en de bolderbelasting zal niet gelijktijdig optreden met de maximale belasting uit de kraan zodat ook deze niet gecombineerd hoeven te worden. Welke belastingen gecombineerd moeten worden is gedefinieerd door middel van zogenaamd FEM Combi's. Onderstaande tabel geeft weer welke belastinggevallen worden gecombineerd.

Tabel 6.3 Definitie FEM Combi's

FEM Combi	Belastinggevallen
1	2+4
2	2+5
3	2+6
4	2+7
5	2+8
6	2+9

De onderstaande gegeven belastingen uit de kranen zijn dus de representatieve waarden. In de berekening worden ze vermenigvuldigd met de benodigde belastingfactoren en momentaan factoren.

6.2 HMK260E, 4x1,2x1,8

De maximale hoeklast van deze kraan is 1650 kN wanneer de kraan maximaal hijst en de giek over één van de stempels staat. Wanneer de giek over het voorste stempel hijst, is de hoeklast op het achterste stempel 890 kN. Deze twee hoeklasten kunnen ook omgewisseld worden. Uitgevoerd met voetplaten van $1,2 \times 1,8 = 2,16 \text{ m}^2$ is de oppervlaktelast respectievelijk $1650/2,16 = 765 \text{ kN/m}^2$ en $890/2,16 = 415 \text{ kN/m}^2$.

Evenwijdig aan de kade is de afstand tussen de stempels 12,5 m. Loodrecht op de kade is deze afstand 12,0 m.

6.3 HMK260E, 4x1,8x2,7

De maximale hoeklast van deze kraan is 1650 kN wanneer de kraan maximaal hijst en de giek over één van de stempels staat. Wanneer de giek over het voorste stempel hijst, is de hoeklast op het achterste stempel 890 kN. Deze twee hoeklasten kunnen ook omgewisseld worden. Uitgevoerd met voetplaten van $1,8 \times 2,7 = 4,86 \text{ m}^2$ is de oppervlaktelast respectievelijk $1650/4,86 = 340 \text{ kN/m}^2$ en $890/4,86 = 185 \text{ kN/m}^2$.

Evenwijdig aan de kade is de afstand tussen de stempels 12,5 m. Loodrecht op de kade is deze afstand 12,0 m.

6.4 HMK300E, 4x2x4,5

De maximale hoeklast van deze kraan is 2500 kN wanneer de kraan maximaal hijst en de giek over één van de stempels staat. Wanneer de giek over het voorste stempel hijst, is de hoeklast op het achterste stempel 1350 kN. Deze twee hoeklasten kunnen ook omgewisseld worden. Uitgevoerd met voetplaten van $2 \times 4,5 = 9 \text{ m}^2$ is de oppervlaktelast respectievelijk $2500/9 = 280 \text{ kN/m}^2$ en $1350/9 = 150 \text{ kN/m}^2$.

Evenwijdig aan de kade is de afstand tussen de stempels 14,65 m. Loodrecht op de kade is deze afstand 12,0 m.

7. Controle belastingen uit kranen

7.1 Paal draagkracht

Voor het ontwerp is berekend wat de maximale netto paal draagkracht per type paal is. Voor stramien A, B en C is deze netto paal draagkracht respectievelijk 4600 kN, 1720 kN en 1320 kN.

Bij de conservatieve aanname dat de puntlast direct door het dek en de balk naar een paal wordt afgedragen is de maximale belasting per paal 1650 kN bij de HMK260E. Voor de HMK300E is dat 2500 kN.

De stempellast van de HMK260E kan worden opgenomen door de buispalen en de betonpalen 420x420 mm in stramien B. De palen in stramien C dienen te worden ontzien.

De stempellast van de HMK300E kan alleen worden gedragen door buispalen van de combiwand. Deze kraan mag dus niet worden toegestaan op de het dek of de balken.

7.2 Vergelijking met originele berekening

Binnen het nieuwe model is slechts de belasting door de HMK260E met kleine voetplaten (4x1,2x1,8) berekend. Op basis van deze uitkomsten is een voldoende sluitende conclusie te trekken.

Voor het maken van deze vergelijking is in het nieuwe model een grafische uitvoer gegenereerd die vergelijkbaar is met die uit de originele berekening. Dit betekent een overzicht van het betonnen dek met lijnen met een gelijk optredend moment, de zogenaamde isolijnen met letters. De schaal van de tekeningen is aangepast aan de schaal van de originele uitvoer voor het kunnen maken van de vergelijking. De uitvoer van zowel de originele als de nieuwe berekening zijn ingevoegd in bijlage [G].

Door de gelijke locatie voor FEM combi 1 en 2 en voor FEM combi 3 tot en met 6 is gekozen in de grafische uitvoer slechts de maxima en minima te geven over de vergelijkbare FEM combi's. Onderstaande tabel geven een overzicht van de originele en nieuwe optredende momenten.

Tabel 7.1 Optredende extremen per vergelijkbare FEM combi HMK260E

Kracht ¹⁾	Origineel	FEM combi 1/2	FEM combi 3/6
max Mx [kNm]	452	537	1002
min Mx [kNm]	-600	-411	-1074
max My [kNm]	234	406	404
max Vx [kN]	?	429	1672
Min Vx [kN]	?	-525	-828

1) *Mx is het moment dat optreedt in de velden tussen de balken*
My is het moment dat in het veld optreedt in lengterichting van het dek

De optredende extremen doen zich voor in het veld BC en worden veroorzaakt door het achterste stempel. De kracht uit het voorste stempel wordt vrijwel direct naar de buispalen van de combiwand afgevoerd. De voetplaat van dit achterste stempel staat ongeveer

in het midden van veld BC. Voor FEM combi 3 tot en met 6 treden de extremen op in de vrije rand aan de dilatatie.

Op basis van deze optredende extremen is te concluderen dat het ontoelaatbaar is om genoemde mobiele kranen op het betonnen dek te plaatsen. Naast het feit dat de optredende extremen groter zijn dan in de originele berekening, treden ze ook op andere plaatsen op dan volgens het ontwerp. Daarbij treden de momenten zeer geconcentreerd op rond en onder de voetplaten van de kranen.

Voor deze vergelijking is slechts gekeken naar de optredende momenten in de originele en nieuwe berekening. Aangezien bij het ontwerp de hoeveelheid wapening naar boven wordt afgerond kan hier nog enige reserve in zitten. In de volgende paragrafen wordt deze eventuele reserve beschouwd.

7.3 Veldcapaciteit betonnen dek

Voor het bepalen van de veldcapaciteit van de plaat is gebruik gemaakt van een spreadsheet. In deze spreadsheet worden de wapening en het optredende moment ingevoerd en vervolgens getoetst volgens de GTB 1990. Door handmatig het optredende moment te vergroten is de maximale waarde voor M_{rep} bepaald waarbij de constructie goed getoetst wordt. Onderstaande tabel geeft de uitkomsten van deze berekening. De gehele uitvoer is bijgevoegd in bijlage [H].

Tabel 7.2 Veldcapaciteit per veld

Veld	$M_{x;rep}$ [kNm]	$V_{x;rep}$ [kN]	F_{rep} [kN]
AB	141	180	102
BC	151	180	115

De F_{rep} zoals gegeven is gebaseerd op een éézijdig ingeklemde ligger op twee steunpunten met een centrische puntlast waarvoor geldt $M_{rep} = 0,156 \cdot F_{rep} \cdot l$ en $V_{rep} = 0,687 \cdot F_{rep}$. In beide velden is het opneembare moment maatgevend. Om de kracht in te kunnen leiden naar het betonnen dek dient de kracht minimaal gespreid te worden door voetplaten van 2m².

Met behulp van dezelfde spreadsheet is de capaciteit bepaald voor het opnemen van momenten in de lengterichting van het betonnen dek. Voor beide velden, zowel AB als BC, is het maximaal opneembare moment $M_{y;d} = 65$ kNm. Dit tegenstelling tot de in de originele berekening bepaalde 58 kNm.

7.4 Steunpuntcapaciteit betonnen dek

Voor het bepalen van de steunpuntcapaciteit van de plaat is gebruik gemaakt van een spreadsheet. In deze spreadsheet worden de wapening en het optredende moment ingevoerd. Vervolgens wordt getoetst volgens de GTB 1990. Voor het bepalen van de steunpuntcapaciteit zijn een moment en een dwarskracht gecombineerd ingevoerd. Beide zijn zodanig gemaximaliseerd dat de ligger op beide onderdelen voldoet. Onderstaande tabel geeft de uitkomst van deze berekening. De gehele uitvoer is bijgevoegd in bijlage [H].

Tabel 7.3 Steunpuntcapaciteit per veld

Stramien	M_{rep} [kNm]	V_{rep} [kN]	F_{rep,AB} [kN]	F_{rep,BC} [kN]
B	-480	177	289	303
C	n.v.t.	180		262

De F_{rep} zoals gegeven is gebaseerd op een éézijdig ingeklemde ligger op twee steunpunten met een centrische puntlast waarvoor geldt $M_{rep} = 0,1875 \cdot F_{rep} \cdot l$ en $V_{rep} = 0,687 \cdot F_{rep}$. Om de kracht in te kunnen leiden naar het betonnen dek dient de kracht minimaal gespreid te worden door voetplaten van 2m².

Bij een puntlast direct naast de oplegging treedt geen moment op, maar wel een maximale dwarskracht. Deze maximale dwarskracht is gelijk te stellen aan de aangebrachte puntlast omdat deze direct naast het steunpunt aangrijpt. De maximale puntlast direct naast het steunpunt is hiermee dus $F_{rep} = V_{rep}$.

BIJLAGEN

BIJLAGE A

MEETVERSLAG VISUELE INSPECTIE 2007

Meetverslag 02-02-2007

FMT –kade Quarleshaven Vlissingen oost

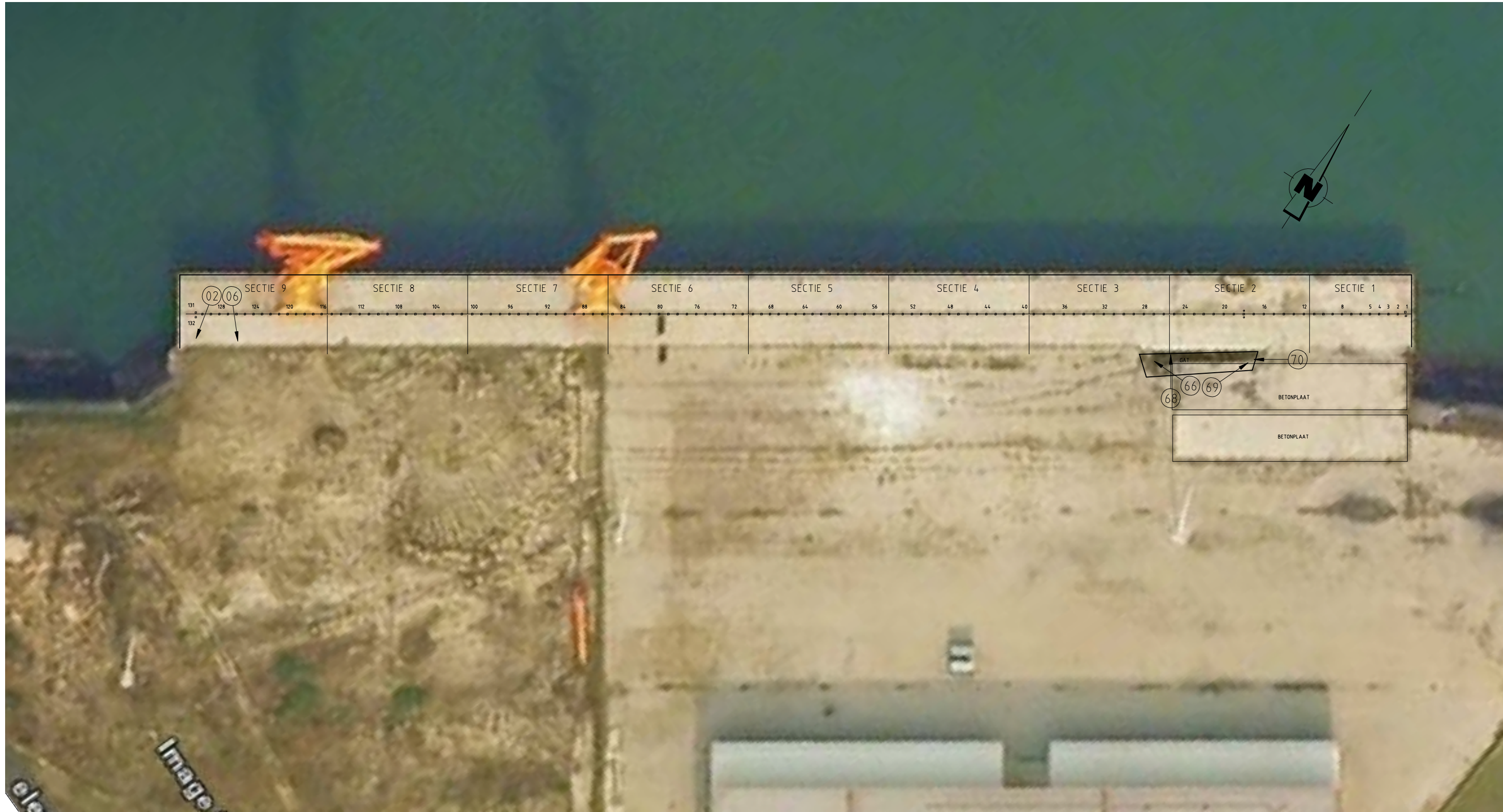
Bijzonderheden:

- Het gat achter de verzakte wand is sinds de vorige waarneming (2003) slechts weinig groter geworden.
- Aan de zuidzijde is een vleugelwand enigszins verder scheef gaan staan onder het gewicht van een aanvulling met steen en slakken.
- Deze zelfde aanvulling is er de oorzaak van dat (ook al in 2003) de laatste betonpaal aan de zuidoost -zijde van de kade (landzijde) is gebroken. Deze paal staat op foto 02 (bestand brightP2020002.jpg).
- Nabij de verzakking zijn enkele dekplaten gevonden met langsscheuren en/of dwarsscheuren. Door de scheuren is blijkbaar water gesijpeld, want er hangen witte kalkdruppels aan de betonplaten, zoals dat in druipsteengrotten wordt gevonden (stalactieten). Op de kade zijn deze locaties niet nader onderzocht. (wel in 2003?).
- Op deze zuidelijkste sectie van de steiger zijn de twee resterende delen van de kade –kranen geplaatst.
- De kraanbanen op het dek zijn redelijk begroeid geraakt met gras, met name de lagere delen tussen rail en betondek.
- De zuidelijke vleugel heeft een afsluiting met damwand, die bij ongeveer LW boven water komt. Het waterpeil onder de kade volgt het getij goed zolang de waterstand boven (? circa -1.8 m ? NAP) is, daaronder volgt de waterstand slechts matig.
- RWS zal gegevens van waterstanden verstrekken, ten vroegste op dinsdag 6-2-2007.
- Op en achter de kade is zeezand in depot gezet. Door verstuiving is het mogelijk dat van de riolering (regenwater afvoersysteem) een deel niet voor 100 procent werkt. Dit kon verder niet worden nagegaan.
- Bij de noordzijde zijn twee lage plekken waarop regenwater langdurig kan blijven staan, zodat algengroei enigszins mogelijk is.
- Langs de wand zijn minimaal twee doorlaatopeningen (circa 100 a 150 mm) open, nabij de LW lijn. Een deel van de opening groeit dicht met oesters. Op de buispalen en in mindere mate op de tussenliggende damwanden groeien oesters. De bedekking is vrijwel dicht nabij de zuidelijke opening. Naar het noorden toe neemt de bezettingsgraad sterk af tot enkele verspreide exemplaren.
- Drijfvuil verzamelt zich bij zuidwesten wind onder de kade, en komt daar alleen uit bij waterstanden hoger dan (+5.00 -1.36 -0.45 =) +3.19 NAP, vooropgesteld dat tekening 3431-3 van Mabuwat ook asbuilt geldigheid heeft.

Michiel van der Leeden, Leon Segers

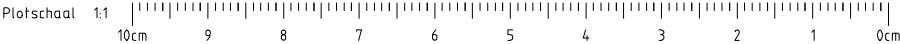
BIJLAGE B

OVERZICHTSITUATIE FMT-KADE



Opmerking:
- Afbeelding niet exact op schaal, ongeveer 1:1000;
- Combiwand en palenrij landzijde niet getekend.

 ZEELAND SEAPORTS <i>Spacious and Specialized</i>	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	Datum	Rev.		Get.
Inventarisatie FMT Kade Buitenonderzoek Overzichtstekening incl. fotonummers -richting				
 Lieveense Tel. +31(0)76-522 20 22 Fax +31(0)76-522 20 26 www.lieveense.com info@lieveense.com	Form. 297	Schalen : ong. 1:1000		
	420	Getekend : MvdL	Datum : 07-02-07	
		Gezien : AvS	Datum : 07-02-07	
	Tekening nr. : ZSIF-BO-002			Rev. : 0



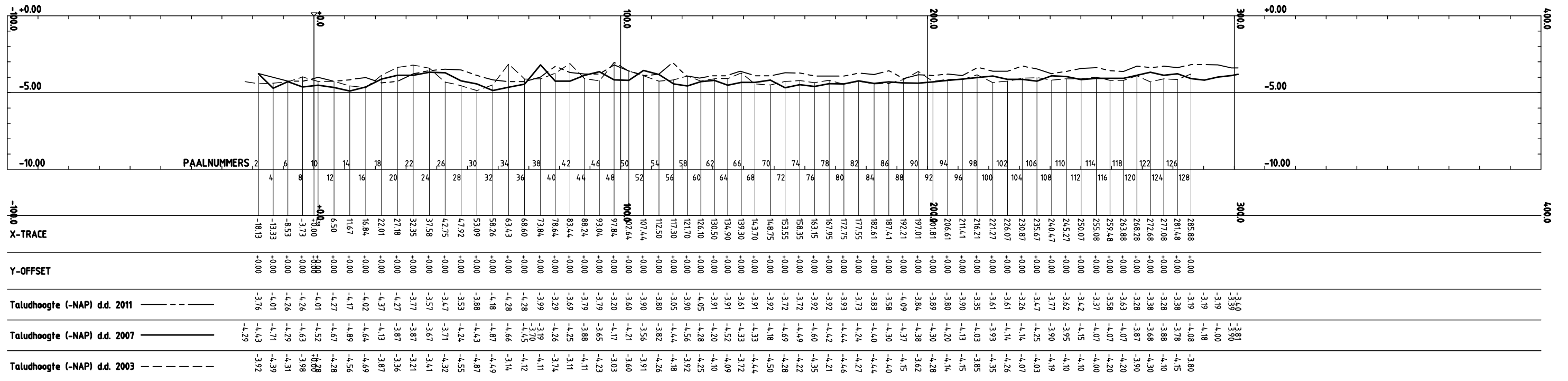
Bestandsnaam: T:\Zaif\Aras\Schermen_Ja_05\Aras\050507_01_Planetings_DWG To PDF.pdf, 13-2-2007 14:46:01, Lieveense GbA, Verkleingsch

BIJLAGE C

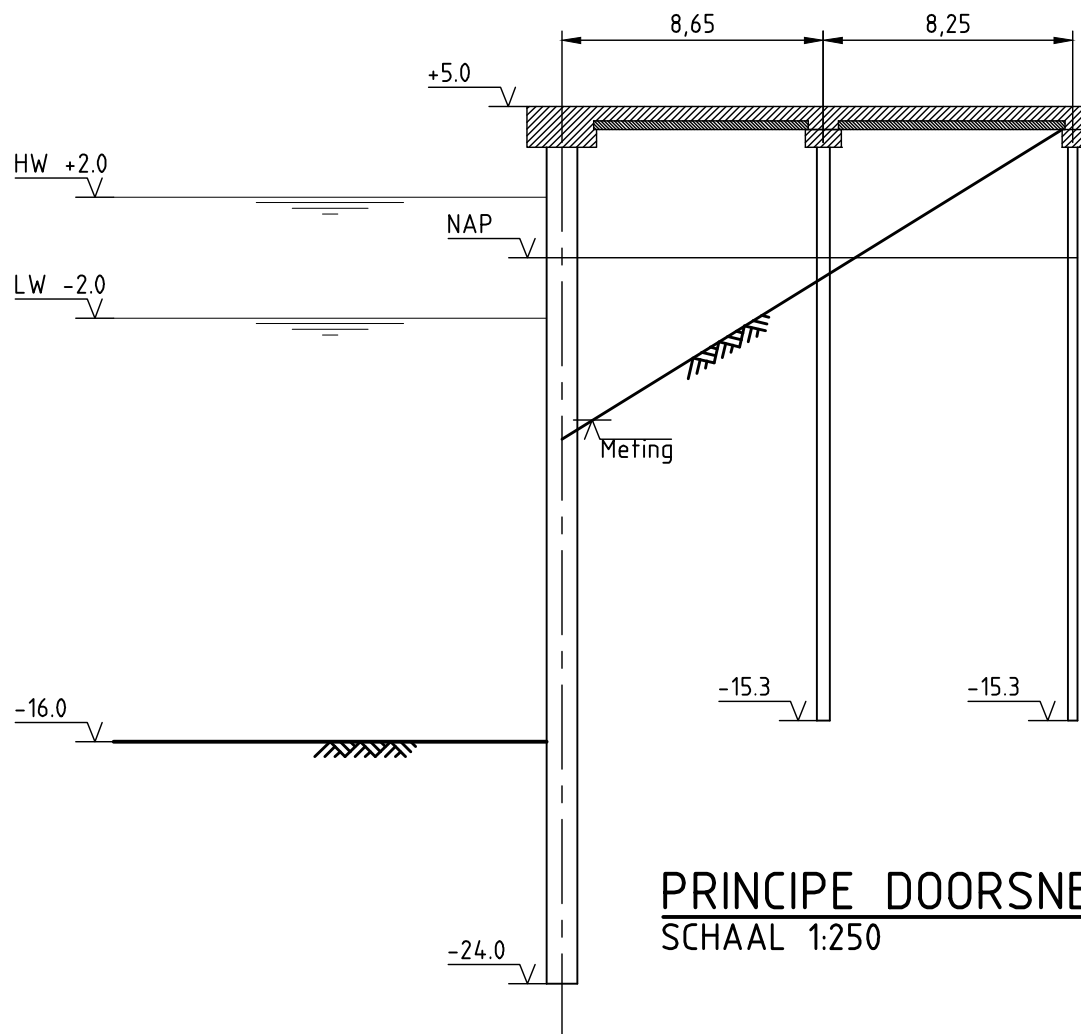
VERGELIJKING MEETGEGEVENS 2003, 2007 EN 2011

NOORDZJIDE

ZUIDZIJDE



NIET OP SCHAAL



PRINCIPE DOORSNEDE

SCHAAL 1:250



-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
1	12-01-2011	Nieuwe peilgegevens	MvdL
	Datum	Rev.	Get.

Inventarisatie FMT Kade

Buitenonderzoek
Peilingen talud FMT Kade



Form. 297 / 420	Schalen : zie tekening	
	Getekend : MvdL	Datum : 12-02-2007
	Gezien : RB	Datum : 12-01-2011
Tekening nr. : ZSIF-BO-003		Rev. : 1

Plotschaal 1:1

BIJLAGE D

FOTO'S INSPECTIE 2007



Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3



Figuur 4



Figuur 5



Figuur 6



Figuur 7



Figuur 8



Figuur 9



Figuur 10



Figuur 11



Figuur 12



Figuur 13



Figuur 14



Figuur 15



Figuur 16



Figuur 17



Figuur 18



Figuur 19



Figuur 20



Figuur 21



Figuur 22



Figuur 23



Figuur 24



Figuur 25



Figuur 26



Figuur 27



Figuur 28



Figuur 29



Figuur 30



Figuur 31



Figuur 32



Figuur 33



Figuur 34



Figuur 35



Figuur 36



Figuur 37



Figuur 38



Figuur 39



Figuur 40



Figuur 41



Figuur 42



Figuur 43



Figuur 44



Figuur 45



Figuur 46



Figuur 47



Figuur 48



Figuur 49



Figuur 50



Figuur 51



Figuur 52



Figuur 53



Figuur 54



Figuur 55



Figuur 56



Figuur 57



Figuur 58



Figuur 59



Figuur 60



Figuur 61



Figuur 62



Figuur 63



Figuur 64



Figuur 65



Figuur 66



Figuur 67



Figuur 68



Figuur 69

BIJLAGE E

SELECTIE FOTO'S INSPECTIE 2003



Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3



Figuur 4



Figuur 5



Figuur 6



Figuur 7



Figuur 8



Figuur 9



Figuur 10



Figuur 11



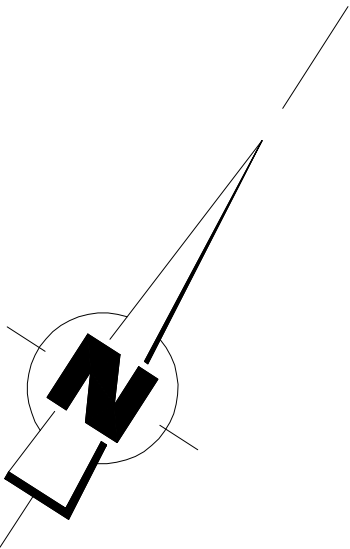
Figuur 12



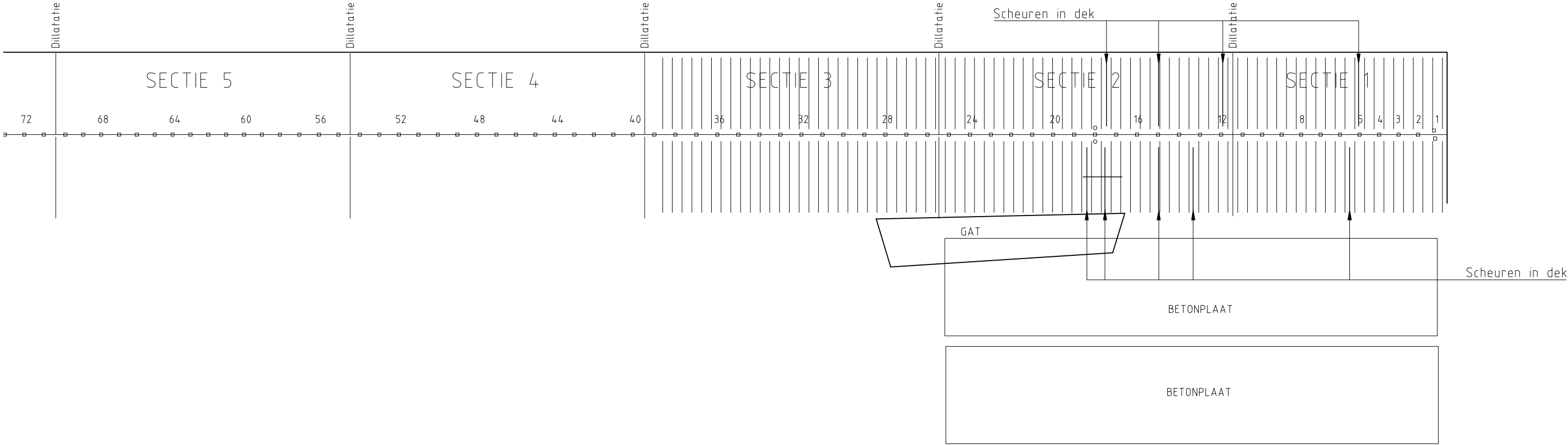
Figuur 13

BIJLAGE F

SCHEURLOCATIE SECTIES 1 EN 2



waterzijde



- Opmerking:
- Afmetingen van gat en betonplaat niet exact;
 - Ligging betonplaten zijn naar schatting;
 - Combiwand en palenrij landzijde niet getekend.

 ZEELAND SEAPORTS <i>Spacious and Specialized</i>	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	Datum	Rev.		Get.

Inventarisatie FMT Kade			
Buitenonderzoek			
Locatie scheuren in betonnen dek			

 Tel. +31(0)76-522 88 22 Fax +31(0)76-522 88 26 www.lieveuse.com info@lieveuse.com	Form. 297	Schalen : 1:500	
	420	Getekend : MvdL	Datum : 07-02-07
		Gezien : AvS	Datum : 07-02-07
	Tekening nr. : ZSIF-BO-001		Rev. : 0



BIJLAGE G

UITVOER ESA-PRIMA WIN

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF

Contents

Basic data , used materials	2
List of material	2
Nodes	3
Overzicht knopen	4
Members	5
Boundaries	5
2D Macros	5
Profile characteristics , standard description , used profiles	6
Supports & Subsoil	8
Loadcases	10
Variable loads group	10
Nodal loads	11
Distributed loads	11
Free loads	11
Combinations	13
Internal force - max mx - FEM Combi : 1/2	16
Internal force - max mx - FEM Combi : 3/6	17
Internal force - min mx - FEM Combi : 1/2	18
Internal force - min mx - FEM Combi : 3/6	19
Internal force - max my - FEM Combi : 1/2	20
Internal force - max my - FEM Combi : 3/6	21
Internal force - max vx - FEM Combi : 1/2	22
Internal force - max vx - FEM Combi : 3/6	23
Internal force - min vx - FEM Combi : 1/2	24
Internal force - min vx - FEM Combi : 3/6	25

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF

Basic data

Type of structure : General XYZ

Number of nodes:	64
Number of members:	3
Number of 1D macros:	3
Number of bound. lines:	7
Number of 2D macros:	1
Number of profiles :	3
Number of cases:	9
Number of materials:	1

Material

Name:	
B 35	
E modulus	20000.00 MPa
Poisson coeff.	0.20
Density	2500.000 kg/m ³
Extensibility	0.01 mm/m.K

List of material

Group of members :

1/3

no.	Name:	quality	unit weight kg/m	length m	weight kg
1	Balk B	B 35	2385.00	36.26	86470.57
2	Balk A	B 35	4652.50	36.26	168681.05
3	Balk C	B 35	1310.00	36.26	47495.36

List of material - Macro2D

Group of members :

1/4

no.	Name:	quality	unit volume weight kgm ³	volume m ³	weight kg
3	B 35	B 35	2500.00	340.17	850429.80

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF

The total weight of the structure: 1153076.77 kg

Surface for painting: 491.63 m²

Nodes

node	X m	Y m	Z m
1	-0.365	0.000	0.000
2	18.400	0.000	0.000
3	18.400	36.256	0.000
4	-0.365	36.256	0.000
5	0.995	0.000	0.000
6	0.995	36.256	0.000
7	9.550	0.000	0.000
8	9.550	36.256	0.000
9	18.000	0.000	0.000
10	18.000	36.256	0.000
11	0.995	1.133	0.000
12	0.995	3.399	0.000
13	0.995	5.665	0.000
14	0.995	7.931	0.000
15	0.995	10.197	0.000
16	0.995	12.463	0.000
17	0.995	14.729	0.000
18	0.995	16.995	0.000
19	0.995	19.261	0.000
20	0.995	21.527	0.000
21	0.995	23.793	0.000
22	0.995	26.059	0.000
23	0.995	28.325	0.000
24	0.995	30.591	0.000
25	0.995	32.857	0.000
26	0.995	35.123	0.000
27	9.550	1.328	0.000
28	9.550	3.728	0.000
29	9.550	6.128	0.000
30	9.550	8.528	0.000
31	9.550	10.928	0.000
32	9.550	13.328	0.000

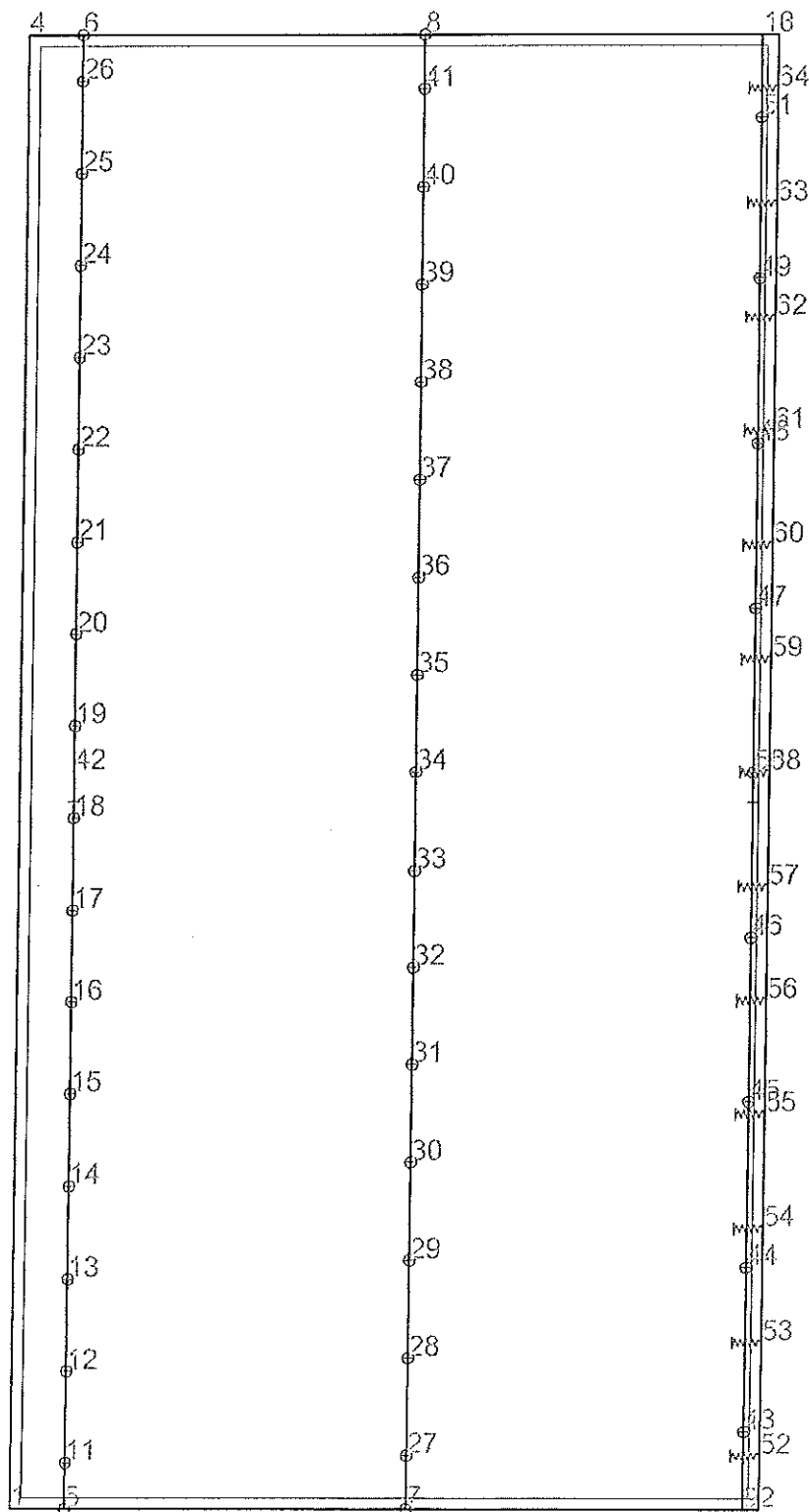
node	X m	Y m	Z m
33	9.550	15.710	0.000
34	9.550	18.130	0.000
35	9.550	20.528	0.000
36	9.550	22.928	0.000
37	9.550	25.328	0.000
38	9.550	27.728	0.000
39	9.550	30.128	0.000
40	9.550	32.528	0.000
41	9.550	34.928	0.000
42	0.995	18.128	0.000
43	18.000	1.928	0.000
44	18.000	5.978	0.000
45	18.000	10.028	0.000
46	18.000	14.078	0.000
47	18.000	22.178	0.000
48	18.000	26.228	0.000
49	18.000	30.278	0.000
50	18.000	18.128	0.000
51	18.000	34.228	0.000
52	18.400	1.328	0.000
53	18.400	4.128	0.000
54	18.400	6.928	0.000
55	18.400	9.728	0.000
56	18.400	12.528	0.000
57	18.400	15.328	0.000
58	18.400	18.128	0.000
59	18.400	20.928	0.000
60	18.400	23.728	0.000
61	18.400	26.528	0.000
62	18.400	29.328	0.000
63	18.400	32.128	0.000
64	18.400	34.928	0.000

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF



Overzicht knopen

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF

Members

macro	memb	node 1	node 2	length m	Rx deg	profile	quality
1	1	5	6	36.256	0.00	2 - Balk A	B 35
2	2	7	8	36.256	0.00	1 - Balk B	B 35
3	3	9	10	36.256	0.00	3 - Balk C	B 35

Eccentricity, ribs

macro	Alignment Z	Ecc Y m	Ecc Z m	Width-forces	Width-check
1	Rib - Top	0.00	-0.25	4.00 m	4.00 m
2	Rib - Top	0.00	-0.25	2.20 m	2.20 m
3	Rib - Top	0.00	-0.25	1.20 m	1.20 m

Boundaries

bound. line	type	node
1	Line	1,2
2	Line	2,3
3	Line	3,4
4	Line	4,1
5	Line	5,6
6	Line	7,8
7	Line	9,10

2D Macros

num	type
1	
	B 35 Thickness 0.50 m
	Boundary: 1,2,3,4
	Nodes : 11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32 33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54 55,56,57,58,59,60,61,62,63,64

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

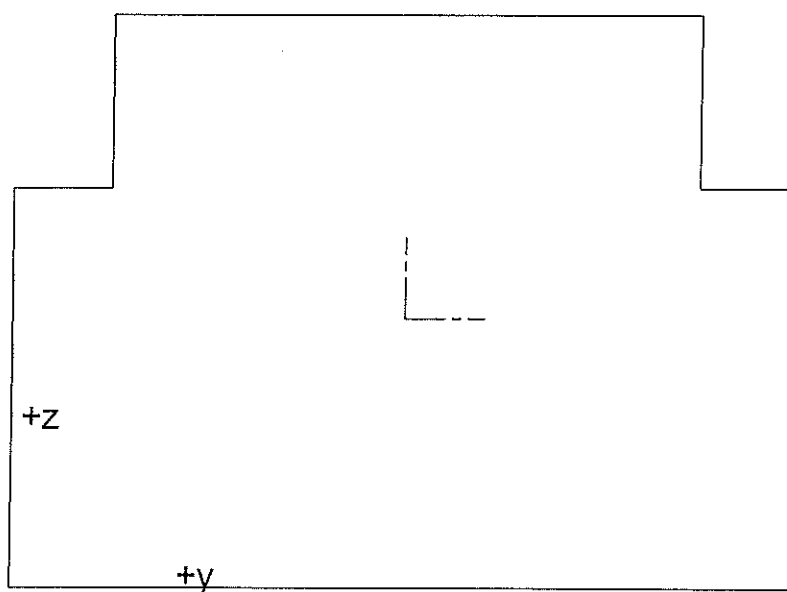
Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF

num	type
1	Inner line: 5
2	Inner line: 6
3	Inner line: 7

Profiles



Balk B

Profile no. 1 - Balk B

Material : 3 - B 35

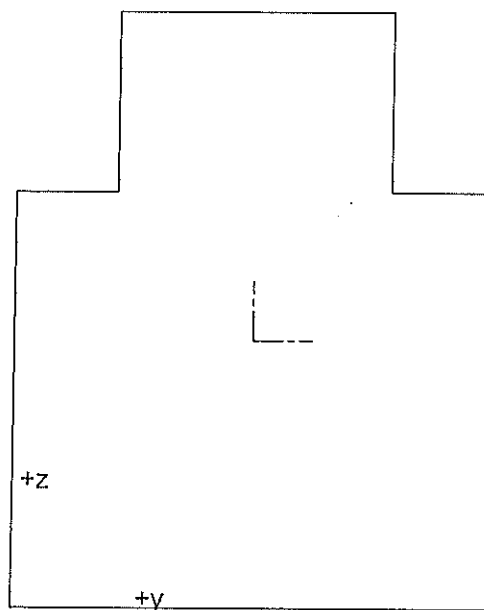
A:	9.540001e+005 mm ²		
Ay/A:	1.000	Az/A:	1.000
Iy:	5.557224e+010 mm ⁴	Iz:	1.021950e+011 mm ⁴
Iyz:	-3.394766e+003 mm ⁴	It:	1.780127e+011 mm ⁴
Iw:	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely:	1.222635e+008 mm ³	Welz:	1.703250e+008 mm ³
Wply:	1.971916e+008 mm ³	Wplz:	2.686500e+008 mm ³
cy:	600.00 mm	cz:	405.47 mm
ly:	241.35 mm	iz:	327.30 mm
dy:	0.00 mm	dz:	0.00 mm
Outline :			4120.00 mm

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF



Balk C

Profile no. 3 - Balk C

Material : 3 - B 35

A:	5.240000e+005 mm ²		
Ay/A:	1.000	Az/A:	1.000
Iy:	2.859891e+010 mm ⁴	Iz:	1.853667e+010 mm ⁴
Iyz:	5.341213e+002 mm ⁴	It:	5.530374e+010 mm ⁴
Iw:	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely:	6.025179e+007 mm ³	Welz:	5.296190e+007 mm ³
Wply:	1.038877e+008 mm ³	Wplz:	8.390000e+007 mm ³
cy:	350.00 mm	cz:	385.34 mm
iy:	233.62 mm	iz:	188.08 mm
dy:	0.00 mm	dz:	0.00 mm
Outline :	3120.00 mm		

Type for check: Untypical section

Supports

support	node	type	flexibility MN/m-MNm/rad	Size m
1	5	Z	kz =200.00	0.20
2	6	Z	kz =200.00	0.20

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF

support	node	type	flexibility MN/m-MNm/rad	Size m
3	7	Z	kz =200.00	0.20
4	8	Z	kz =200.00	0.20
5	11	Z	kz =285.00	0.20
6	12	Z	kz =285.00	0.20
7	13	Z	kz =285.00	0.20
8	14	Z	kz =285.00	0.20
9	15	Z	kz =285.00	0.20
10	16	Z	kz =285.00	0.20
11	17	Z	kz =285.00	0.20
12	18	Z	kz =285.00	0.20
13	19	Z	kz =285.00	0.20
14	20	Z	kz =285.00	0.20
15	21	Z	kz =285.00	0.20
16	22	Z	kz =285.00	0.20
17	23	Z	kz =285.00	0.20
18	24	Z	kz =285.00	0.20
19	25	Z	kz =285.00	0.20
20	26	Z	kz =285.00	0.20
21	27	Z	kz =205.00	0.20
22	28	Z	kz =205.00	0.20
23	29	Z	kz =205.00	0.20
24	30	Z	kz =205.00	0.20
25	31	Z	kz =205.00	0.20
26	32	Z	kz =205.00	0.20
27	33	Z	kz =205.00	0.20
28	34	Z	kz =205.00	0.20
29	35	Z	kz =205.00	0.20
30	36	Z	kz =205.00	0.20
31	37	Z	kz =205.00	0.20
32	38	Z	kz =205.00	0.20
33	39	Z	kz =205.00	0.20
34	40	Z	kz =205.00	0.20
35	41	Z	kz =205.00	0.20
36	42	Y		0.20
37	43	Z	kz =135.00	0.20
38	44	Z	kz =135.00	0.20
39	45	Z	kz =135.00	0.20
40	46	Z	kz =135.00	0.20
41	47	Z	kz =135.00	0.20
42	48	Z	kz =135.00	0.20
43	49	Z	kz =135.00	0.20

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF

support	node	type	flexibility MN/m-MNm/rad	Size m
44	50	YZ	kz =135.00	0.20
45	51	Z	kz =135.00	0.20
46	52	X	kx =20.20	0.20
47	53	X	kx =20.20	0.20
48	54	X	kx =20.20	0.20
49	55	X	kx =20.20	0.20
50	56	X	kx =20.20	0.20
51	57	X	kx =20.20	0.20
52	58	X	kx =20.20	0.20
53	59	X	kx =20.20	0.20
54	60	X	kx =20.20	0.20
55	61	X	kx =20.20	0.20
56	62	X	kx =20.20	0.20
57	63	X	kx =20.20	0.20
58	64	X	kx =20.20	0.20

Loadcases

Case	Name:	Description
1	Eigen gewicht beton	Self weight. Direction -Z
2	Combiwand	Permanent - Loads
3	Bolder	Variable - Bolder
4	HMK260E-1.1.1	Variable - Kraan Excl.
5	HMK260E-1.1.4	Variable - Kraan Excl. Short term
6	HMK260E-2.1.1	Variable - Kraan Excl. Short term
7	HMK260E-2.1.2	Variable - Kraan Excl. Short term
8	HMK260E-2.1.3	Variable - Kraan Excl. Short term
9	HMK260E-2.1.4	Variable - Kraan Excl.

Variable loads group

Name:	Description
Bolder	NEN - momentaan factor = 0.50
Kraan Excl.	NEN - momentaan factor = 0.67

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF

Loadcase no. 3 - nodal loads

node	Fx kN	Fy kN	Fz kN	Mx kNm	My kNm	Mz kNm
42	-600.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Loadcase no. 2 - distributed loads

memb	type	dx m	exY m	exZ m		X beg end	Y beg end	Z beg end
1	force kN/m	0.00 rel	0.00	0.00	glo	-152.00	0.00	0.00
		1.00			len	-152.00	0.00	0.00
	mom kNm/m	0.00 rel	0.00	0.00	glo	0.00	192.00	0.00
		1.00			len	0.00	192.00	0.00

Loadcase no. 4 - Free loads

Rectangles

Index	Distribution	x m	y m	qx kN/m^2	qy kN/m^2	qz kN/m^2	System	Validity	Location
1	Uniform	0.40	10.98	0.00	0.00	-765.00	Global	All	Length
		1.60	12.78						
2	Uniform	0.40	23.48	0.00	0.00	-370.00	Global	All	Length
		1.60	25.28						
3	Uniform	12.40	10.98	0.00	0.00	-415.00	Global	All	Length
		13.60	12.78						
4	Uniform	12.40	23.48	0.00	0.00	-18.40	Global	All	Length
		13.60	25.28						

Loadcase no. 5 - Free loads

Rectangles

Index	Distribution	x m	y m	qx kN/m^2	qy kN/m^2	qz kN/m^2	System	Validity	Location
1	Uniform	0.40	10.98	0.00	0.00	-415.00	Global	All	

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF

Index	Distribution	x m	y m	qx kN/m ²	qy kN/m ²	qz kN/m ²	System	Validity	Location
2	Uniform	1.60	12.78	0.00	0.00	-765.00	Global	All	Length
		12.40	10.98						
3	Uniform	13.60	12.78	0.00	0.00	-18.50	Global	All	Length
		0.40	23.48						
4	Uniform	1.60	25.28	0.00	0.00	-370.00	Global	All	Length
		12.40	23.48						
		13.60	25.28						

Loadcase no. 6 - Free loads

Rectangles

Index	Distribution	x m	y m	qx kN/m ²	qy kN/m ²	qz kN/m ²	System	Validity	Location
1	Uniform	0.40	0.00	0.00	0.00	-765.00	Global	All	Length
		1.60	1.80						
2	Uniform	0.40	12.50	0.00	0.00	-370.00	Global	All	Length
		1.60	14.30						
3	Uniform	12.40	0.00	0.00	0.00	-415.00	Global	All	Length
		13.60	1.80						
4	Uniform	12.40	12.50	0.00	0.00	-18.40	Global	All	Length
		13.60	14.30						

Loadcase no. 7 - Free loads

Rectangles

Index	Distribution	x m	y m	qx kN/m ²	qy kN/m ²	qz kN/m ²	System	Validity	Location
1	Uniform	0.40	0.00	0.00	0.00	-370.00	Global	All	Length
		1.60	1.80						
2	Uniform	0.40	12.50	0.00	0.00	-765.00	Global	All	Length
		1.60	14.30						
3	Uniform	12.40	12.50	0.00	0.00	-415.00	Global	All	Length
		13.60	14.30						
4	Uniform	12.40	0.00	0.00	0.00	-18.40	Global	All	Length
		13.60	1.80						

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF

Loadcase no. 8 - Free loads

Rectangles

Index	Distribution	x m	y m	qx kN/m^2	qy kN/m^2	qz kN/m^2	System	Validity	Location
1	Uniform	0.40 1.60	0.00 1.80	0.00	0.00	-18.40	Global	All	Length
2	Uniform	12.40 13.60	12.50 14.30	0.00	0.00	-765.00	Global	All	Length
3	Uniform	0.39 1.60	12.50 14.30	0.00	0.00	-415.00	Global	All	Length
4	Uniform	12.40 13.60	0.00 1.80	0.00	0.00	-370.00	Global	All	Length

Loadcase no. 9 - Free loads

Rectangles

Index	Distribution	x m	y m	qx kN/m^2	qy kN/m^2	qz kN/m^2	System	Validity	Location
1	Uniform	0.40 1.60	0.00 1.80	0.00	0.00	-415.00	Global	All	Length
2	Uniform	0.40 1.60	12.50 14.30	0.00	0.00	-18.40	Global	All	Length
3	Uniform	12.40 13.60	12.50 14.30	0.00	0.00	-370.00	Global	All	Length
4	Uniform	12.40 13.60	0.00 1.80	0.00	0.00	-765.00	Global	All	Length

Combinations

Combi	Norm	Case	coeff
1.UGT-1	NEN-ultimate	2 Combiwand	1.00
		4 HMK260E-1.1.1	1.00
2.UGT-2		2 Combiwand	1.00
		5 HMK260E-1.1.4	1.00
3.UGT-3		2 Combiwand	1.00

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF

Combi	Norm	Case	coeff
4.UGT-4		6 HMK260E-2.1.1	1.00
		2 Combiwand	1.00
		7 HMK260E-2.1.2	1.00
5.UGT-5		2 Combiwand	1.00
		8 HMK260E-2.1.3	1.00
6.UGT-6		2 Combiwand	1.00
		9 HMK260E-2.1.4	1.00

Basic rules for generation of ultimate load combinations:

- 1 : $1.35 \cdot LC2$
- 2 : $0.90 \cdot LC2$
- 3 : $1.20 \cdot LC2 / 1.50 \cdot LC4$
- 4 : $0.90 \cdot LC2 / 1.50 \cdot LC4$
- 5 : $1.35 \cdot LC2$
- 6 : $0.90 \cdot LC2$
- 7 : $1.20 \cdot LC2 / 1.50 \cdot LC5$
- 8 : $0.90 \cdot LC2 / 1.50 \cdot LC5$
- 9 : $1.35 \cdot LC2$
- 10 : $0.90 \cdot LC2$
- 11 : $1.20 \cdot LC2 / 1.50 \cdot LC6$
- 12 : $0.90 \cdot LC2 / 1.50 \cdot LC6$
- 13 : $1.35 \cdot LC2$
- 14 : $0.90 \cdot LC2$
- 15 : $1.20 \cdot LC2 / 1.50 \cdot LC7$
- 16 : $0.90 \cdot LC2 / 1.50 \cdot LC7$
- 17 : $1.35 \cdot LC2$
- 18 : $0.90 \cdot LC2$
- 19 : $1.20 \cdot LC2 / 1.50 \cdot LC8$
- 20 : $0.90 \cdot LC2 / 1.50 \cdot LC8$
- 21 : $1.35 \cdot LC2$
- 22 : $0.90 \cdot LC2$
- 23 : $1.20 \cdot LC2 / 1.50 \cdot LC9$
- 24 : $0.90 \cdot LC2 / 1.50 \cdot LC9$

List of extreme ultimate load combinations

- 1/ 2 : $+0.90 \cdot LC2$
- 2/ 1 : $+1.35 \cdot LC2$
- 3/ 4 : $+0.90 \cdot LC2 + 1.50 \cdot LC4$
- 4/ 8 : $+0.90 \cdot LC2 + 1.50 \cdot LC5$
- 5/ 12 : $+0.90 \cdot LC2 + 1.50 \cdot LC6$
- 6/ 16 : $+0.90 \cdot LC2 + 1.50 \cdot LC7$
- 7/ 20 : $+0.90 \cdot LC2 + 1.50 \cdot LC8$
- 8/ 24 : $+0.90 \cdot LC2 + 1.50 \cdot LC9$
- 9/ 3 : $+1.20 \cdot LC2 + 1.50 \cdot LC4$
- 10/ 7 : $+1.20 \cdot LC2 + 1.50 \cdot LC5$
- 11/ 11 : $+1.20 \cdot LC2 + 1.50 \cdot LC6$
- 12/ 15 : $+1.20 \cdot LC2 + 1.50 \cdot LC7$
- 13/ 19 : $+1.20 \cdot LC2 + 1.50 \cdot LC8$
- 14/ 23 : $+1.20 \cdot LC2 + 1.50 \cdot LC9$

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

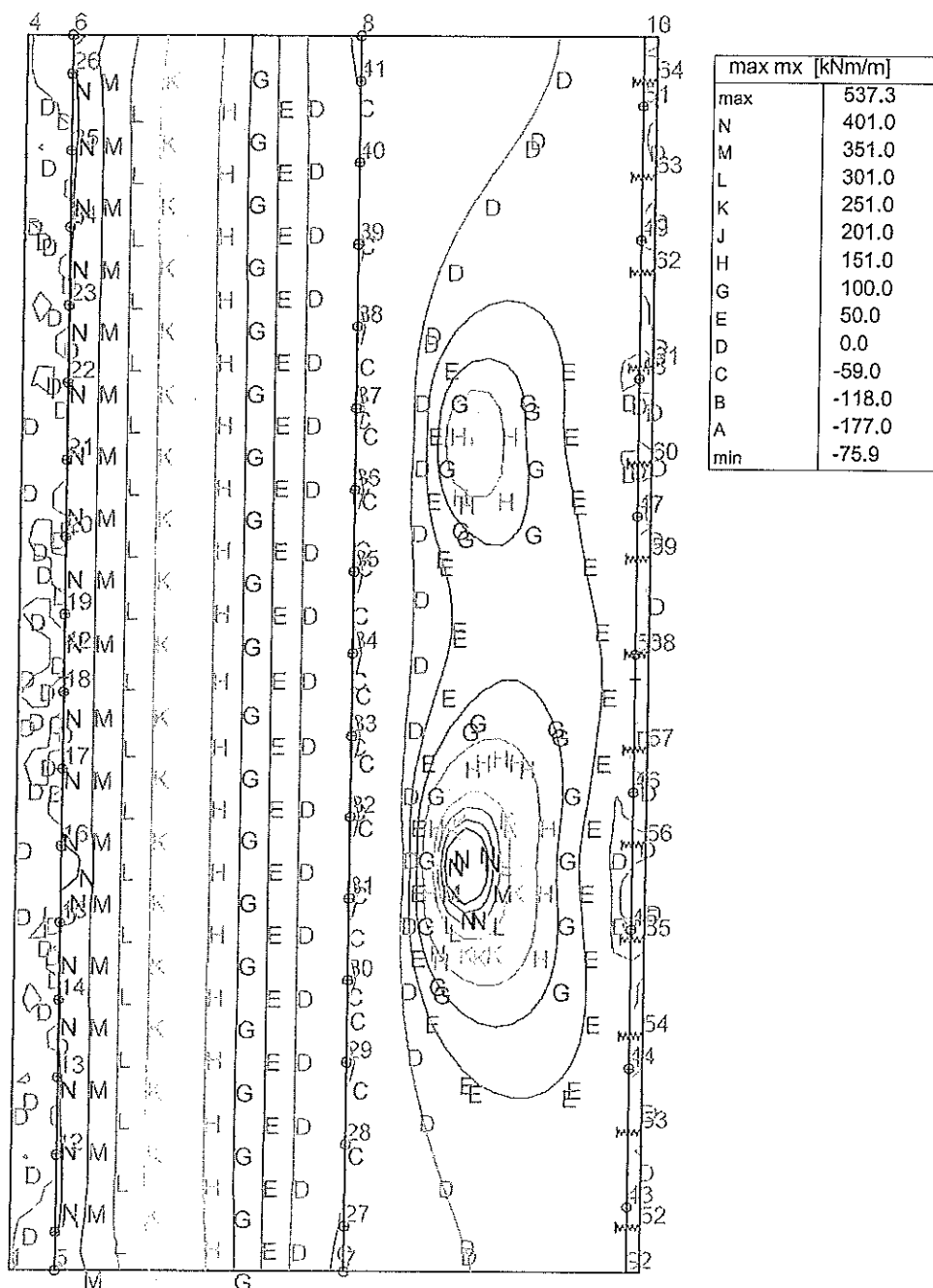
Author : EF

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF



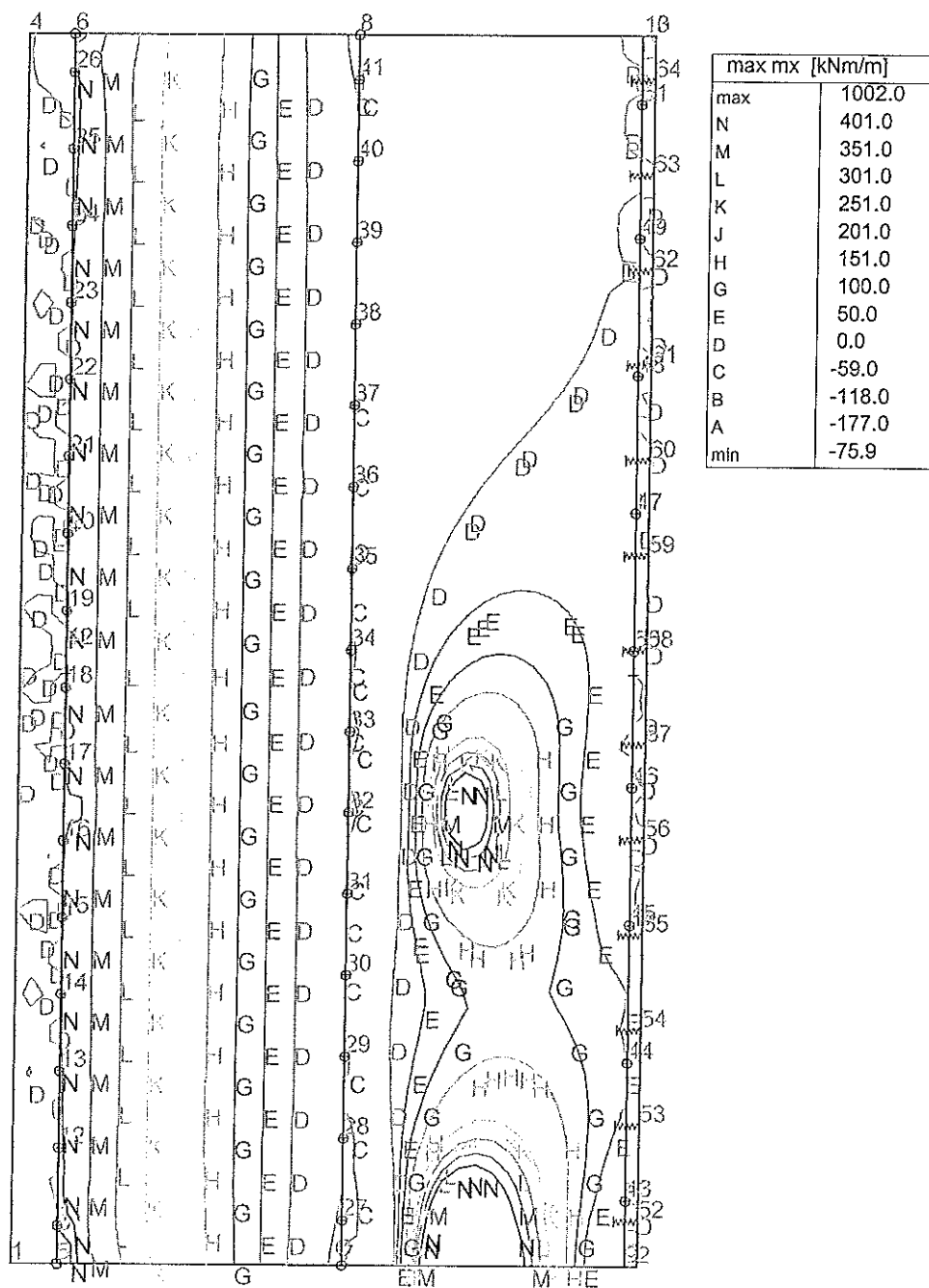
Internal force - max mx - FEM Combi : 1/2

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF



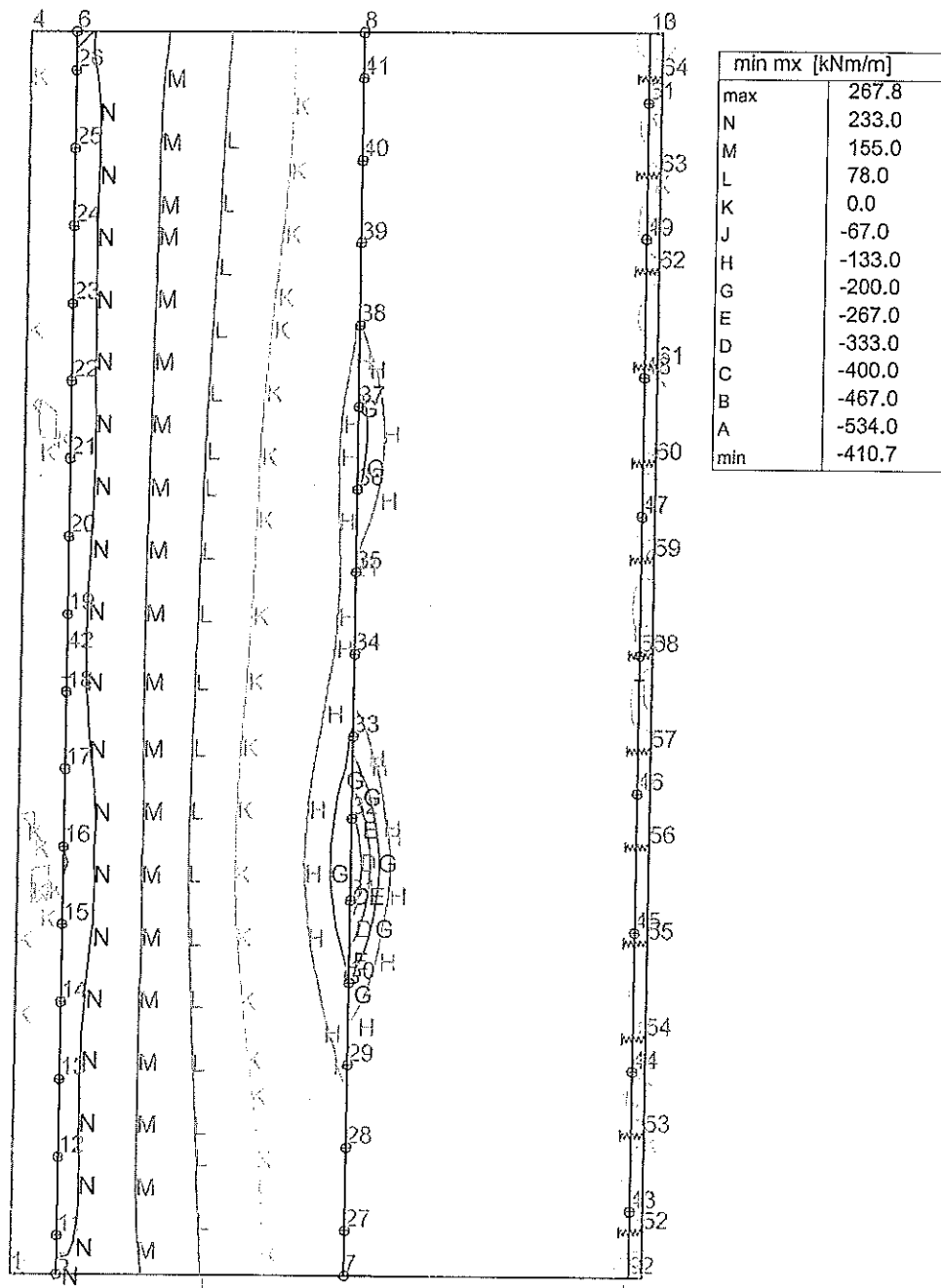
Internal force - max mx - FEM Combi : 3/6

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF



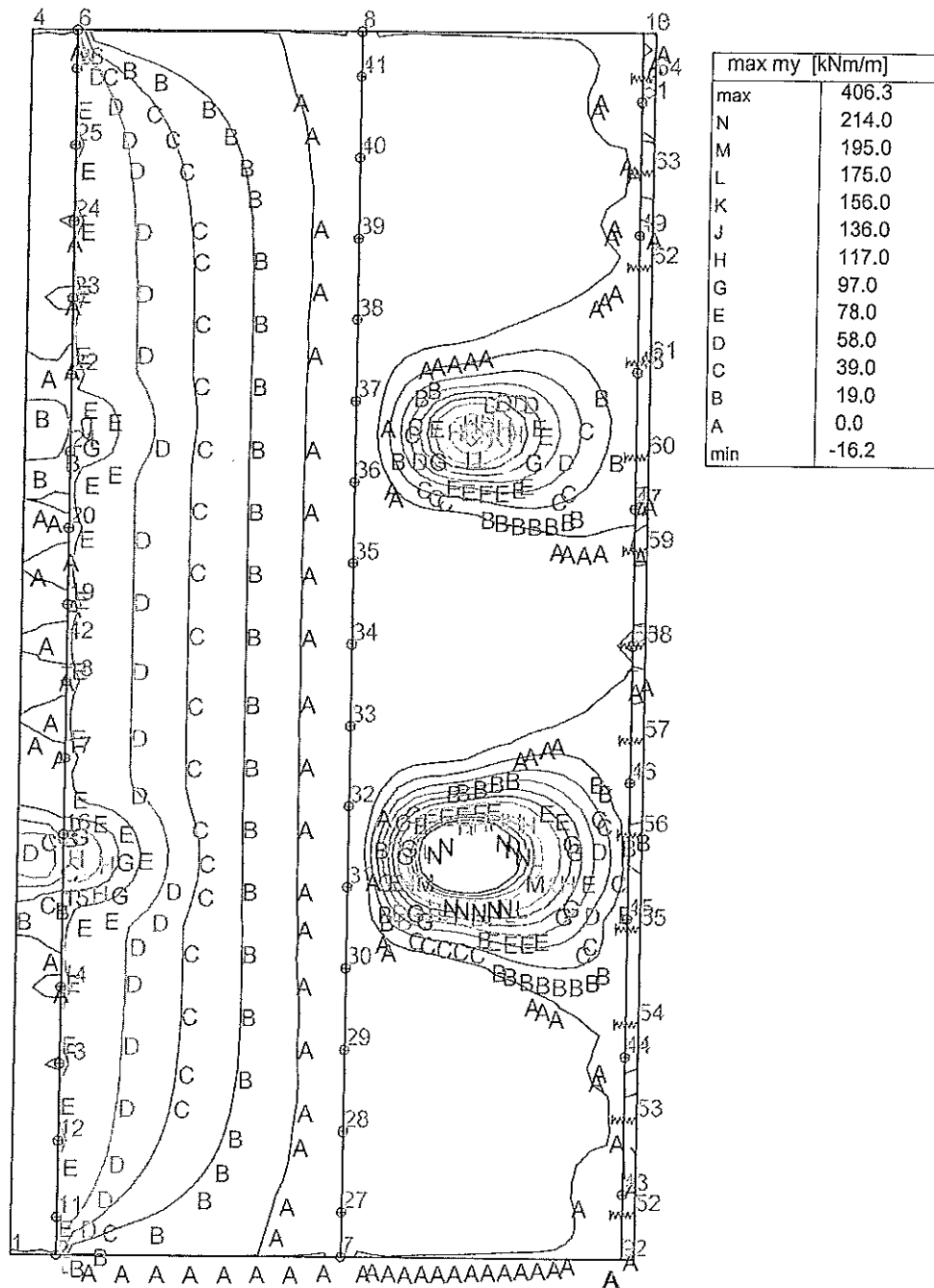
Internal force - min mx - FEM Combi : 1/2

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF



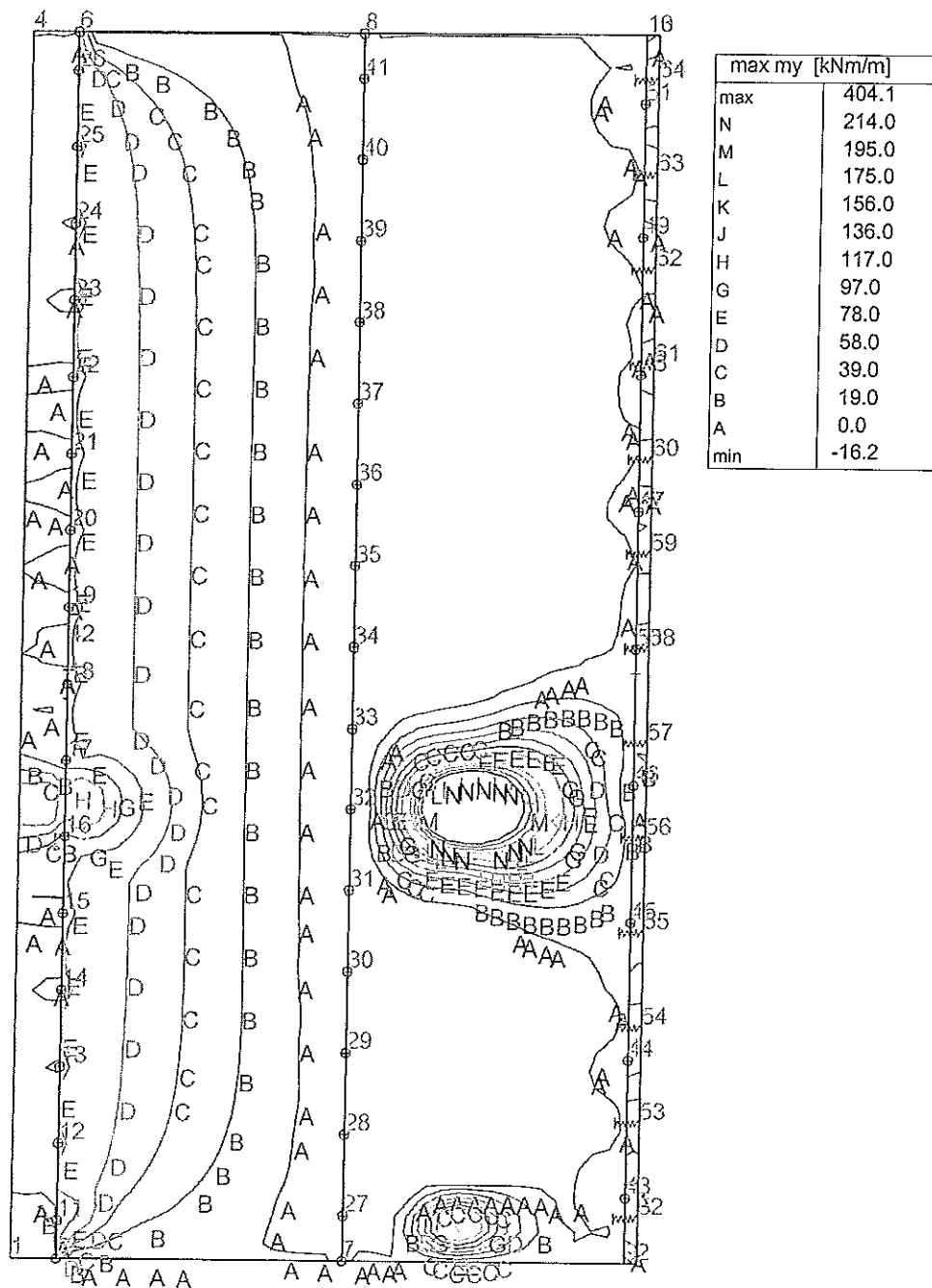
Internal force - max my - FEM Combi : 1/2

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF



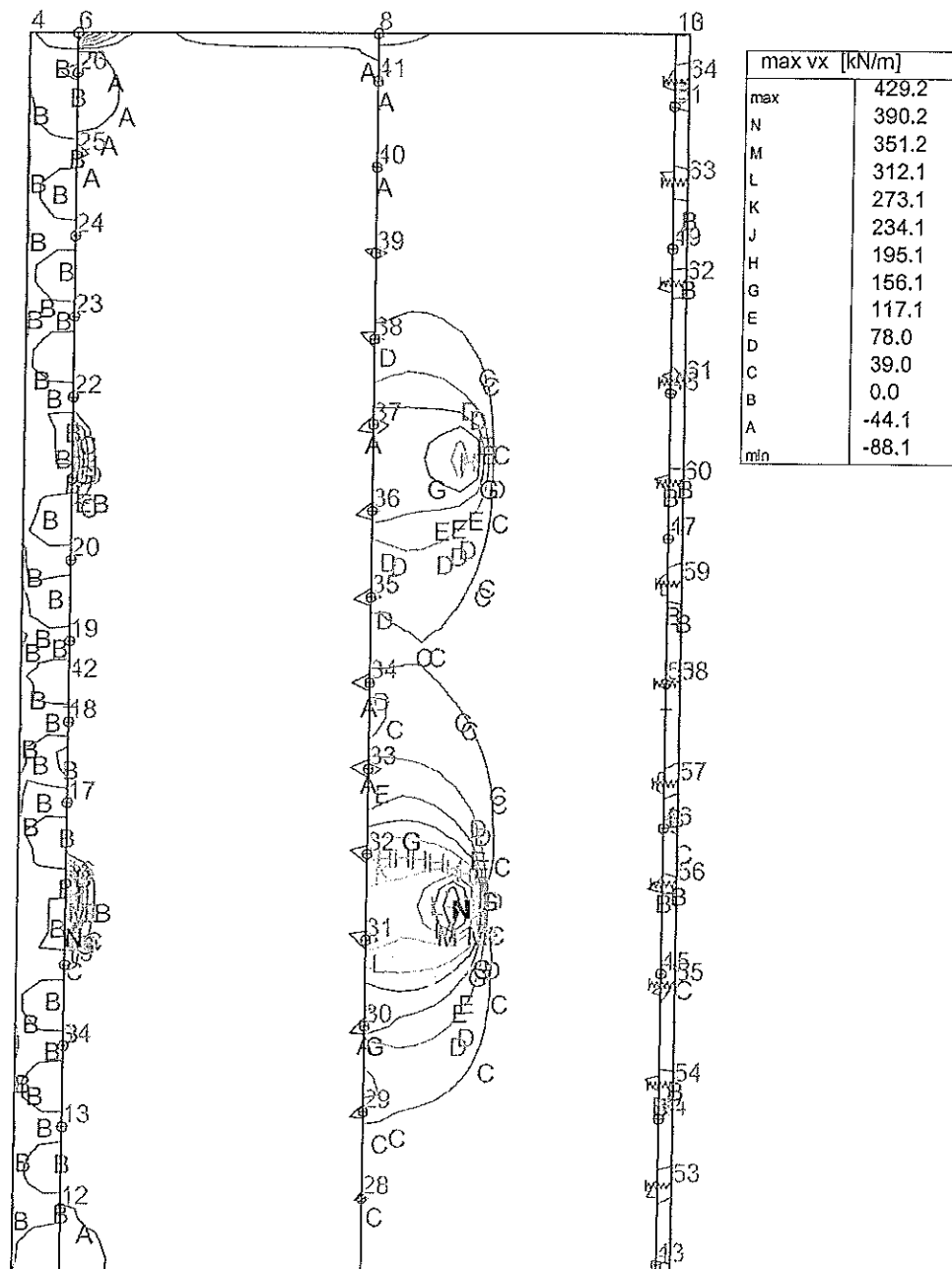
Internal force - max my - FEM Combi : 3/6

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF



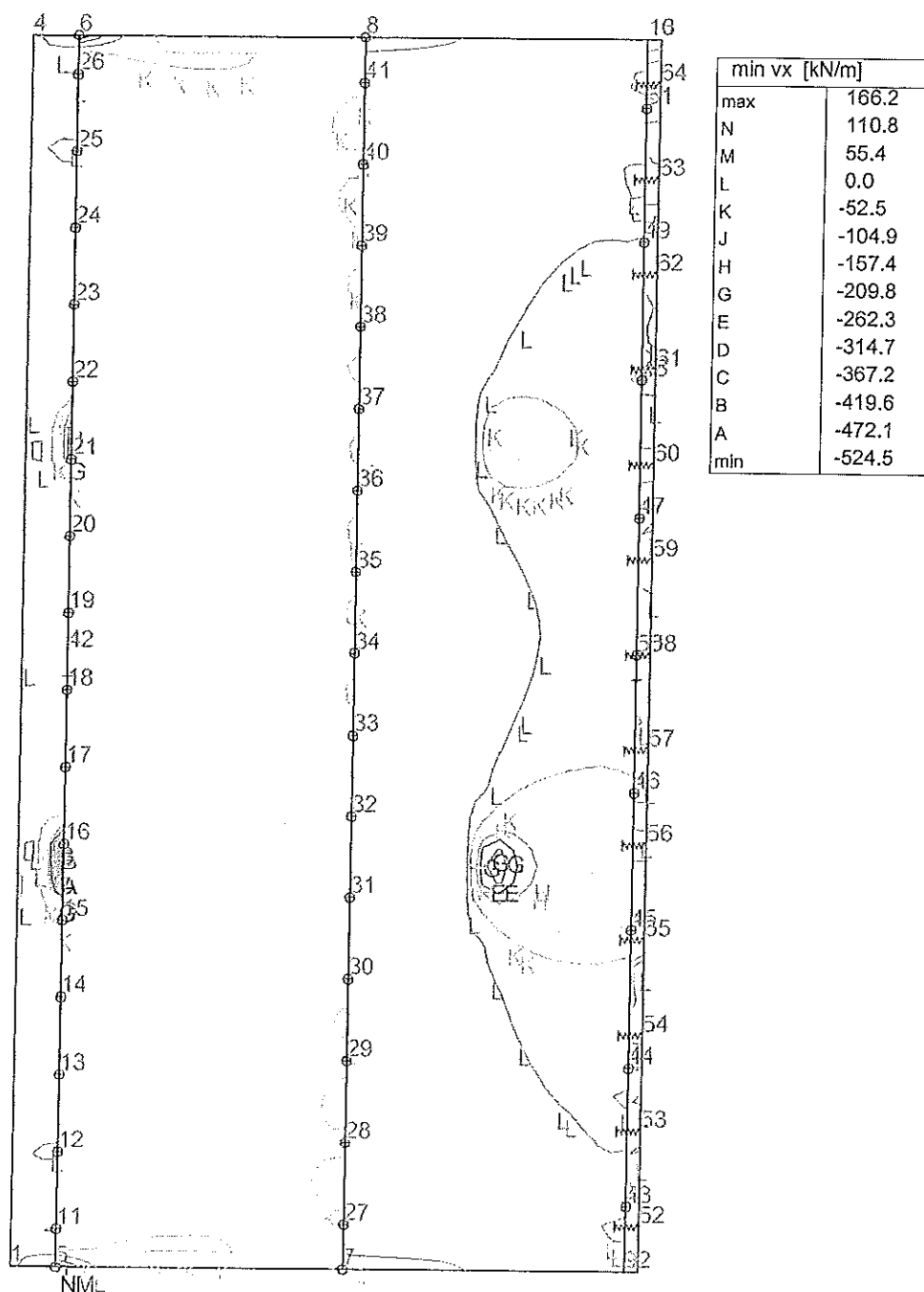
Internal force - max vx - FEM Combi : 1/2

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

Author : EF



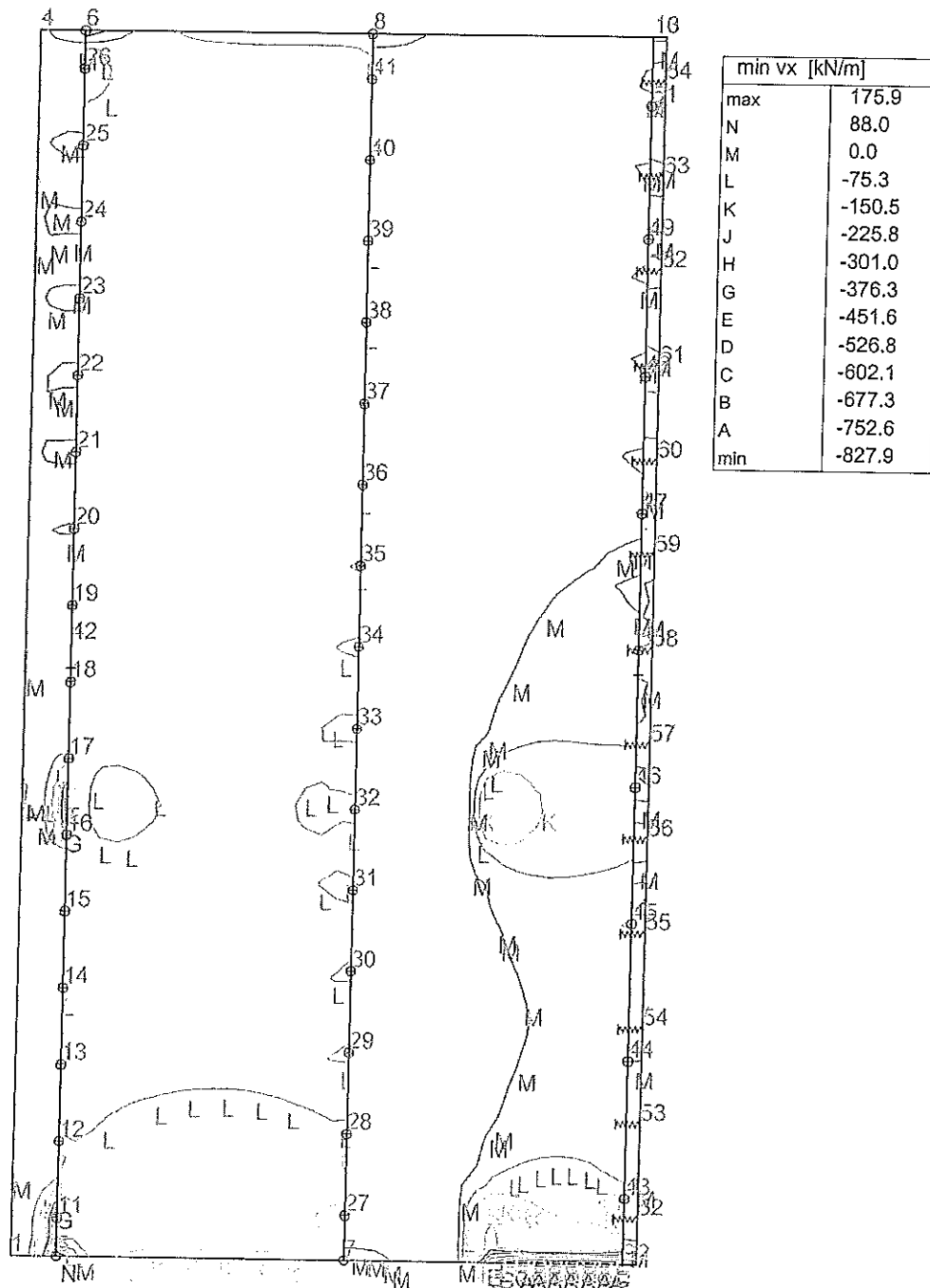
Internal force - min vx - FEM Combi : 1/2

Program : ESA-Prima Win release 3.70.318 maandag 19 februari 2007

Project : ZSIF-Kadebelasting uit kranen FMT-kade

Description: HMK260E-4x1.2x1.8, zonder eg en bolder

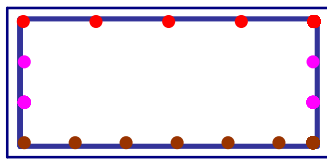
Author : EF

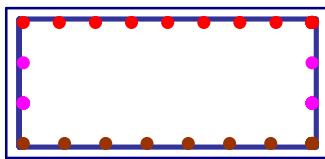


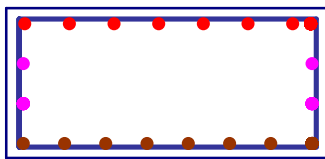
Internal force - min vx - FEM Combi : 3/6

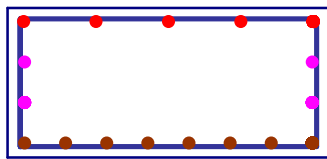
BIJLAGE H

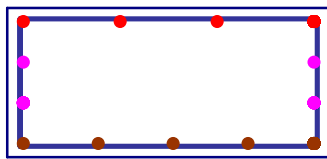
CAPACITEITSBEREKENING BETONNEN DEK

Eenvoudige wapeningsberekening balk				(update: 4-12-2006)		Project: ZSIF				
Uitgangspunten: Op basis van tabellen GTB 1990 - 11.2.a en 14.5.b				Onderdeel: Onderwapening		Doorsnede: Veld AB				
Niet-gedrongen ligger Eén gesloten beugel (buitenste) Dwarskracht werkt verticaal				Foutmelding bij: 1,0% overschrijding						
Betonkwaliteit B35 milieuklasse 4		$f'_{ck} = 35$ N/mm ² $k_1 = 2500$ $k_2 = 500$ $k_3 = 40000$	$f'_b = 21$ N/mm ² $f_b = 1,4$ N/mm ²							
Dimensies		$h = 550$ mm $b_{boven} = 1000$ mm $b_{onder} = 1000$ mm	$c_{min,boven} = 35$ mm $c_{min,onder} = 35$ mm $c_{min,flank} = 35$ mm							
Wapening		diameters mm	aantal mm	dekking mm ²	ϕ_{km} mm	s mm	b mm	d mm	f_s N/mm ²	ω_0
boven		10	5	35	393	10,0	200	1000	500	435 0,079%
onder		16	6,67	35	1341	16	150	1000	497	435 0,268%
flank		10	1	35	79	10				435
beugels		10	2		898 mm ² /m'		175 mm			435
Parameters van de doorsnede		$A_e = 0,432$ E6 mm ² $O_e = 2780$ mm	$W_{t,min} = 75,815$ E6 mm ³ $k_h = 1,05$	$W = 50,417$ E6 mm ³ totale hoev. wapening 56 kg/m³						
Boven		<u>belastingen:</u> $\gamma = 1,00$ $M_{rep} = 1$ kNm $M_d = 1$ kNm $N_{rep} = 1$ kN $N_d = 1$ kN $T_d = 1$ kNm $V_d = 270$ kNm		$M_d/(bd^2) = 10$ $M_u = 85$ kNm $\sigma_{bmd} = N_d/(b \cdot h) = 0,00$ N/mm ² $\tau_{sT} = T_d/W_{t,min} = 0,01$ N/mm ²		$\omega_0 = 0,002\%$ (GTB 1990 - 11.2.a) $\omega_{0,min} = 0,220\%$ (GTB 1990 - 14.5.b) $A_{s,M} = b \cdot d \cdot \omega_0 = 11,55$ mm ² $A_{s,N} = N_d/f_s \cdot (b/O) = 1$ mm ² $\min(1,25 \cdot \Sigma A_s/(bd) ; \omega_{0,min}) = 0,003\%$ $A_{s,min} = 15$ mm ²				
<u>toetsing:</u>		$A_{sIT} = (\tau_{dT} - \tau_n) \cdot O_e \cdot W_t / (2 \cdot A_e \cdot f_s) \cdot (b/O) = 0$ mm ²				torsiewap. is niet nodig				
scheurpatroon:		$M_r = W \cdot (2 \cdot f_b - \sigma_{bm,rep}) = 141,07$ kNm		$> M_{rep}$		onvolledig scheurenpatroon				
sterkte:		$A_{s,ben} = \max(A_{s,M} + A_{s,N}; A_{s,min}) + A_{s,T} = 15$ mm ²		$<= 393$ mm ²		ok.				
scheurwijdte:		$\sigma_{s,rep} = f_s / \gamma \cdot (A_{s,M} + A_{s,N}) / (A_s - A_{s,T}) = 14$ N/mm ²		$<= 393$ mm ²		ok.				
		$s \leq 100 \cdot (k_2 / \sigma_s - 1,3) \cdot k_{cs} =$ n.v.t.		$k_{c,s} = 1,00$		bij onvolledig patroon:				
		of $d \leq k_1 / \sigma_s \cdot k_{cd} =$ n.v.t.		$k_{c,d} = 1,00$		$d \leq 50$ mm				
Onder		<u>belastingen:</u> $\gamma = 1,50$ $M_{rep} = 141$ kNm $M_d = 211$ kNm $N_{rep} = 1$ kN $N_d = 1$ kN $T_d = 1$ kNm $V_d = 270$ kNm		$M_d/(bd^2) = 860$ $M_u = 290$ kNm $\sigma_{bmd} = 0,00$ N/mm ² $\tau_{dT} = 0,01$ N/mm ² $A_{s,IT} = 2$ mm ²		$\omega_{0,M} = 0,202\%$ $\omega_{0,min} = 0,180\%$ $A_{s,M} = 1005$ mm ² $A_{s,N} = 1$ mm ² $A_{s,min} = 895$ mm ² $M_r = 141$ kNm $A_{s,IT} = 2$ mm ²				
<u>toetsing:</u>		$A_{s,ben} = 1007$ mm ² $\sigma_{s,rep} = 218$ N/mm ²		< 1341 mm ² $s \leq$ n.v.t.		is nodig ok. onvolledig patroon => $d \leq 29,4$ mm ok.				
Beugels		<u>belastingen:</u> $V_d = 270$ kN $T_d = 1$ kNm $N_d = 1$ kN		$\tau_{dV} = V_d / (b \cdot d) = 0,54$ N/mm ² $\tau_{dT} = 0,01$ N/mm ² $\sigma'_{bmd} = 0,00$ N/mm ² $\tau_{1V} = 0,4 \cdot f_b \cdot k_h \cdot (\omega_0)^{1/3} - \tau_n = 0,56$ N/mm ² $\tau_{dV} - \tau_{1V} = -0,02$ N/mm ²		$\tau_n = 0,50 \cdot \sigma_{bmd} = 0,00$ N/mm ² $A_{sv} \geq b \cdot (\tau_{dV} - \tau_{1V}) / (0,9 \cdot f_s \cdot \sin \alpha \cdot (\cot \theta + \cot \alpha)) = 0$ mm ² /m $k_n = \min(1; 5/3 \cdot (1 - \sigma'_{bmd}/f_b)) = 1,00$				
hoek beugels:		$\alpha = 90^\circ$								
hoek drukdiagonaal:		$\theta = 45^\circ$								
verticale zijde:		$W_t = 87,681$ E6 mm ³		$A_{sv} \geq b \cdot (\tau_{dV} - \tau_{1V}) / (0,9 \cdot f_s \cdot \sin \alpha \cdot (\cot \theta + \cot \alpha)) = 0$ mm ² /m						
<u>toetsing:</u>		$\tau_{1T} = 0,3 \cdot f_b - \tau_n = 0,4191$ N/mm ²		$k_n = \min(1; 5/3 \cdot (1 - \sigma'_{bmd}/f_b)) = 1,00$						
		$\tau_{sT}/\tau_{1T} + \tau_{dV}/\tau_{1V} = 1,00$		> 1		geen wringwapening nodig				
		$\tau_2 = 0,2 \cdot f_b \cdot k_n = 4,20$ N/mm ²		$> \tau_{dT} + \tau_{dV} = 0,55$ N/mm ²		ok.				
buitenste beugel:		$A_{sbT} \geq (\tau_{sT} + \tau_n) \cdot s \cdot W_t / (2 \cdot A_e \cdot f_s \cdot \cotan \theta) = 0,5$ mm ²		$\Rightarrow d \geq 0,8$ mm		ok.				
totaal:		$A_s \geq A_{sv} + 2 \cdot A_{sbT} \cdot (1000/s) = 6$ mm ² /m		< 898 mm ² /m		ok.				
Flank		<u>belastingen:</u> $T_d = 1$ kNm $N_d = 1$ kN		<u>toetsing:</u> $A_{s,IT} = (\tau_{dT} - \tau_n) \cdot O_e \cdot W_t / (2 \cdot A_e \cdot f_s) \cdot (2h/O) = 2$ mm ² $A_{s,N} = N_d/f_s \cdot (2h/O) = 1$ mm ² $\Sigma A_s = 3$ mm ²		ok.				

Eenvoudige wapeningsberekening balk				(update: 4-12-2006)		Project: ZSIF					
Uitgangspunten: Op basis van tabellen GTB 1990 - 11.2.a en 14.5.b				Onderdeel: Onderwapening		Doorsnede: Veld BC					
Niet-gedrongen ligger Eén gesloten beugel (buitenste) Dwarskracht werkt verticaal				Foutmelding bij: 1,0% overschrijding							
Betonkwaliteit B35		$f_{ck} = 35$ N/mm ²	$f'_b = 21$ N/mm ²								
milieuklasse 4		$k_1 = 2500$	$f_b = 1,4$ N/mm ²								
		$k_2 = 500$									
		$k_3 = 40000$									
Dimensies	h =	550 mm	$c_{min,boven} =$	35 mm							
	b _{boven} =	1000 mm	$c_{min,onder} =$	35 mm							
	b _{onder} =	1000 mm	$c_{min,flank} =$	35 mm							
Wapening	diameters	aantal	dekking	A_s	ϕ_{km}	s	b	d	f_s	ω_0	
	mm		mm	mm ²	mm	mm	mm	mm	N/mm ²		
	boven	16	9	35	1810	16,0	111	1000	497	435	0,364%
	onder	16	8	35	1608	16	125	1000	497	435	0,324%
	flank	10	1	35	79	10				435	
beugels		10	2	898	mm ² /m'	175 mm			435		
Parameters van de doorsnede		$A_e = 0,432$ E6 mm ²	$W_{t,min} = 75,815$ E6 mm ³	$W = 50,417$ E6 mm ³							
		$O_e = 2780$ mm	$k_n = 1,05$	totale hoev. wapening		80 kg/m ³					
Boven $\gamma = 1,00$	<u>belastingen:</u>	$M_{rep} = 1$ kNm	$M_d/(bd^2) = 10$	$\omega_0 = 0,002\%$	(GTB 1990 - 11.2.a)						
		$M_d = 1$ kNm	$M_u = 391$ kNm	$\omega_{0,min} = 0,220\%$	(GTB 1990 - 14.5.b)						
		$N_{rep} = 1$ kN		$A_{s,M} = b*d*\omega_0 = 11,49$ mm ²							
		$N_d = 1$ kN	$\sigma_{bmd} = N_d/(b*h) = 0,00$ N/mm ²	$A_{s,N} = N_d/f_s*(b/O) = 1$ mm ²							
		$T_d = 1$ kNm	$\tau_{sT} = T_d/W_{t,min} = 0,01$ N/mm ²	$\min(1,25*\Sigma A_s/(bd) ; \omega_{0,min}) = 0,003\%$							
		$V_d = 270$ kNm		$A_{s,min} = 15$ mm ²							
	<u>toetsing:</u>	$A_{sIT} = (\tau_{dT} - \tau_n)*O_e*W_t/(2*A_e*f_s)*(b/O) = 2$ mm ²	torsiewap. is nodig								
	scheurpatroon:	$M_r = W*(2*f_b - \sigma_{bm,rep}) = 141,07$ kNm	$> M_{rep}$	onvolledig scheurenpatroon							
	sterkte:	$A_{s,ben} = \max(A_{s,M} + A_{s,N}; A_{s,min}) + A_{s,T} = 18$ mm ²	$<= 1810$ mm ²	ok.					bij onvolledig patroon: d ≤ 50 mm		
	scheurwijdte:	$\sigma_{s,rep} = f_s/\gamma * (A_{s,M} + A_{s,N})/(A_s - A_{s,T}) = 3$ N/mm ²	$s \leq 100*(k_2/\sigma_s - 1,3)*k_{cs} =$ n.v.t.	$k_{c,s} = 1,00$							
	of	$d \leq k_1/\sigma_s * k_{cd} =$ n.v.t.	$k_{c,d} = 1,00$								
Onder $\gamma = 1,50$	<u>belastingen:</u>	$M_{rep} = 151$ kNm	$M_d/(bd^2) = 920$	$\omega_{0,M} = 0,217\%$							
		$M_d = 227$ kNm	$M_u = 348$ kNm	$\omega_{0,min} = 0,180\%$							
		$N_{rep} = 1$ kN		$A_{s,M} = 1077$ mm ²	$k_{c,d} = 1,00$						
		$N_d = 1$ kN	$\sigma_{bmd} = 0,00$ N/mm ²	$A_{s,N} = 1$ mm ²	$k_{c,s} = 1,00$						
		$T_d = 1$ kNm	$\tau_{dT} = 0,01$ N/mm ²	$A_{s,min} = 895$ mm ²							
		$V_d = 270$ kNm	$A_{s,IT} = 2$ mm ²	is nodig	$M_r = 141$ kNm	$<= M_{rep}$					
	<u>toetsing:</u>	$A_{s,ben} = 1079$ mm ²	< 1608 mm ²	ok.							
		$\sigma_{s,rep} = 194$ N/mm ²	$s \leq 128$ mm	of $d \leq 12,9$ mm	ok.						
	Beugels	<u>belastingen:</u>	$V_d = 270$ kN	$\tau_{dV} = V_d / (b*d) = 0,54$ N/mm ²							
			$T_d = 1$ kNm	$\tau_{dT} = 0,01$ N/mm ²							
			$N_d = 1$ kN	$\sigma'_{bmd} = 0,00$ N/mm ²	$\tau_n = 0,50 * \sigma_{bmd} = 0,00$ N/mm ²						
hoek beugels:		$\alpha = 90^\circ$	$\tau_{1V} = 0,4*f_b*k_h*(\omega_0)^{1/3} - \tau_n = 0,56$ N/mm ²								
hoek drukdiagonaal:		$\theta = 45^\circ$	$\tau_{dV} - \tau_{1V} = -0,02$ N/mm ²								
verticale zijde:		$W_t = 87,681$ E6 mm ³	$A_{sv} \geq b*(\tau_{dV} - \tau_1) / (0,9*f_s*\sin \alpha*(\cot \theta + \cot \alpha)) = 0$ mm ² /m								
<u>toetsing:</u>		$\tau_{1T} = 0,3*f_b - \tau_n = 0,4191$ N/mm ²	$k_n = \min(1; 5/3*(1 - \sigma'_{bmd}/f_b)) = 1,00$								
		$\tau_{sT}/\tau_{1T} + \tau_{dV}/\tau_{1V} = 1,00$	> 1	geen wringwapening nodig							
		$\tau_2 = 0,2*f_b*k_n = 4,20$ N/mm ²	$> \tau_{dT} + \tau_{dV} = 0,55$ N/mm ²	ok.							
buitenste beugel:		$A_{sbT} \geq (\tau_{sT} + \tau_n)*s*W_t/(2*A_e*f_s*\cotan \theta) = 0,5$ mm ²	$\Rightarrow d \geq 0,8$ mm	ok.							
totaal:		$A_s \geq A_{sv} + 2*A_{sbT}*(1000/s) = 6$ mm ² /m	< 898 mm ² /m	ok.							
Flank	<u>belastingen:</u>	$T_d = 1$ kNm	<u>toetsing:</u>	$A_{s,IT} = (\tau_{dT} - \tau_n)*O_e*W_t/(2*A_e*f_s)*(2h/O) = 2$ mm ²							
		$N_d = 1$ kN	$A_{s,N} = N_d/f_s*(2h/O) = 1$ mm ²	$\Sigma A_s = 3$ mm ²	ok.						

Eenvoudige wapeningsberekening balk				(update: 4-12-2006)		Project: ZSIF					
Uitgangspunten: Op basis van tabellen GTB 1990 - 11.2.a en 14.5.b				Onderdeel: Onderwapening		Doorsnede: Stramien B					
Niet-gedrongen ligger Eén gesloten beugel (buitenste) Dwarskracht werkt verticaal				Foutmelding bij: 1,0% overschrijding							
Betonkwaliteit B35		$f_{ck} = 35$ N/mm ²	$f'_{b} = 21$ N/mm ²								
milieuklasse 4		$k_1 = 2500$ $k_2 = 500$ $k_3 = 40000$	$f_b = 1,4$ N/mm ²								
Dimensies		$h = 550$ mm $b_{boven} = 1000$ mm $b_{onder} = 1000$ mm	$c_{min,boven} = 35$ mm $c_{min,onder} = 35$ mm $c_{min,flank} = 35$ mm								
Wapening		diameters aantal dekking	A_s	ϕ_{km}	s	b	d	f_s	ω_0		
		mm mm	mm ²	mm	mm	mm	mm	N/mm ²			
fout! boven		25	7,4	35	3632	25,0	135	1000	493	435	0,738%
onder		16	8	35	1608	16	125	1000	497	435	0,327%
flank		10	1	35	79	10				435	
beugels		10	2		898 mm ² /m'		175 mm			435	
Parameters van de doorsnede		$A_e = 0,432$ E6 mm ² $O_e = 2780$ mm	$W_{t,min} = 75,815$ E6 mm ³ $k_n = 1,05$	$W = 50,417$ E6 mm ³ totale hoev. wapening 106 kg/m ³							
Boven <u>belastingen:</u>		$M_{rep} = 480$ kNm $M_d = 720$ kNm $N_{rep} = 1$ kN $N_d = 1$ kN $T_d = 1$ kNm $V_d = 265$ kNm	$M_d/(bd^2) = 2970$ $M_u = 778$ kNm $\sigma_{bmd} = N_d/(b*h) = 0,00$ N/mm ² $\tau_{sT} = T_d/W_{t,min} = 0,01$ N/mm ²	$\omega_0 = 0,742\%$ (GTB 1990 - 11.2.a) $\omega_{0,min} = 0,180\%$ (GTB 1990 - 14.5.b) $A_{s,M} = b*d*\omega_0 = 3654$ mm ² $A_{s,N} = N_d/f_s*(b/O) = 1$ mm ² $\min(1,25*\Sigma A_s/(bd) ; \omega_{0,min}) = 0,180\%$ $A_{s,min} = 887$ mm ²							
$\gamma = 1,50$		$A_{sIT} = (\tau_{dT} - \tau_n)*O_e*W_t/(2*A_e*f_s)*(b/O) = 0$ mm ²				torsiewap. is niet nodig					
scheurpatroon: $M_r = W*(2*f_b - \sigma_{bm,rep}) =$		141,06 kNm				$<= M_{rep}$ volledig scheurenpatroon					
sterkte: $A_{s,ben} = \max(A_{s,M}+A_{s,N}; A_{s,min}) + A_{s,T} =$		3655 mm ²				> 3632 mm ² ok.					
scheurwijdte: $\sigma_{s,rep} = f_s/\gamma * (A_{s,M}+A_{s,N})/(A_s - A_{s,T}) =$		292 N/mm ²				fout!					
		$s \leq 100*(k_2/\sigma_s - 1,3)*k_{cs} = 41$ mm				$k_{c,s} = 1,00$ bij onvolledig patroon:					
of $d \leq k_1/\sigma_s*k_{cd} =$		8,6 mm				$k_{c,d} = 1,00$ $d \leq$ n.v.t.					
Onder <u>belastingen:</u>		$M_{rep} = 1$ kNm $M_d = 1$ kNm $N_{rep} = 1$ kN $N_d = 1$ kN $T_d = 1$ kNm $V_d = 265$ kNm	$M_d/(bd^2) = 10$ $M_u = 348$ kNm $\sigma_{bmd} = 0,00$ N/mm ² $\tau_{dT} = 0,01$ N/mm ² $A_{s,IT} = 0$ mm ²	$\omega_{0,M} = 0,002\%$ $\omega_{0,min} = 0,220\%$ $A_{s,M} = 11$ mm ² $A_{s,N} = 1$ mm ² $A_{s,min} = 15$ mm ²	$k_{c,d} = 1,00$ $k_{c,s} = 1,00$						
$\gamma = 1,00$		$A_{s,ben} = 15$ mm ² $\sigma_{s,rep} = 3$ N/mm ²				< 1608 mm ² ok. $M_r = 141$ kNm $> M_{rep}$ onvolledig patroon => $d \leq 50$ mm ok.					
toetsing:		$s \leq$ n.v.t.				of $d \leq$ n.v.t.					
Beugels <u>belastingen:</u>		$V_d = 265$ kN $T_d = 1$ kNm $N_d = 1$ kN	$\tau_{dV} = V_d / (b*d) = 0,54$ N/mm ² $\tau_{dT} = 0,01$ N/mm ² $\sigma'_{bmd} = 0,00$ N/mm ² $\tau_{1V} = 0,4*f_b*k_h*(\omega_0)^{1/3} - \tau_n = 0,56$ N/mm ² $\tau_{dV} - \tau_{1V} = -0,02$ N/mm ²	$\tau_n = 0,50 * \sigma_{bmd} = 0,00$ N/mm ²							
hoek beugels: $\alpha = 90^\circ$											
hoek drukdiagonaal: $\theta = 45^\circ$											
verticale zijde: $W_t = 87,681$ E6 mm ³											
toetsing:		$\tau_{1T} = 0,3*f_b - \tau_n = 0,4191$ N/mm ²				$k_n = \min(1; 5/3*(1 - \sigma'_{bmd}/f_b)) = 1,00$					
		$\tau_{sT}/\tau_{1T} + \tau_{dV}/\tau_{1V} = 0,99 > 1$				geen wringwapening nodig					
		$\tau_2 = 0,2*f_b*k_n = 4,20$ N/mm ²				$\tau_{dT} + \tau_{dV} = 0,55$ N/mm ² ok.					
buitenste beugel: $A_{sbT} \geq (\tau_{sT} + \tau_n)*s*W_t/(2*A_e*f_s*\cotan \theta) =$		0,5 mm ²				$\Rightarrow d \geq 0,8$ mm ok.					
totaal: $A_s \geq A_{sV} + 2*A_{sbT}*(1000/s) =$		6 mm ² /m				< 898 mm ² /m ok.					
Flank <u>belastingen:</u>		$T_d = 1$ kNm $N_d = 1$ kN	toetsing: $A_{s,IT} = (\tau_{dT} - \tau_n)*O_e*W_t/(2*A_e*f_s)*(2h/O) = 0$ mm ² $A_{s,N} = N_d/f_s*(2h/O) = 1$ mm ²		$\Sigma A_s = 1$ mm ² ok.						

Eenvoudige wapeningsberekening balk				(update: 4-12-2006)		Project: ZSIF					
Uitgangspunten: Op basis van tabellen GTB 1990 - 11.2.a en 14.5.b				Onderdeel: Bovenwapening		Doorsnede: Stramien C					
Niet-gedrongen ligger				Foutmelding bij:							
Eén gesloten beugel (buitenste)				1,0% overschrijding							
Dwarskracht werkt verticaal											
Betonkwaliteit B35		$f'_{ck} = 35$ N/mm ²	$f'_b = 21$ N/mm ²								
milieuklasse 4		$k_1 = 2500$	$f_b = 1,4$ N/mm ²								
		$k_2 = 500$									
		$k_3 = 40000$									
Dimensies	h =	550 mm	$c_{min,boven} = 35$ mm								
	b _{boven} =	1000 mm	$c_{min,onder} = 35$ mm								
	b _{onder} =	1000 mm	$c_{min,flank} = 35$ mm								
Wapening	diameters	aantal	dekking	A_s	ϕ_{km}	s	b	d	f_s	ω_0	
	mm		mm	mm ²	mm	mm	mm	mm	N/mm ²		
	boven	10	5	35	393	10,0	200	1000	500	435	0,079%
	onder	16	8	35	1608	16	125	1000	497	435	0,322%
	flank	10	1	35	79	10				435	
beugels		10	2	898	mm ² /m'	175 mm		435			
Parameters van de doorsnede		$A_e = 0,432$ E6 mm ²	$W_{t,min} = 75,815$ E6 mm ³	$W = 50,417$ E6 mm ³							
		$O_e = 2780$ mm	$k_h = 1,05$	totale hoev. wapening 60 kg/m ³							
Boven $\gamma = 1,50$	<u>belastingen:</u>	$M_{rep} = 44,6$ kNm	$M_d/(bd^2) = 270$	$\omega_0 = 0,063\%$	(GTB 1990 - 11.2.a)						
		$M_d = 67$ kNm	$M_u = 85$ kNm	$\omega_{0,min} = 0,180\%$	(GTB 1990 - 14.5.b)						
		$N_{rep} = 1$ kN		$A_{s,M} = b*d*\omega_0 = 312,7$ mm ²							
		$N_d = 1$ kN	$\sigma_{bmd} = N_d/(b*h) = 0,00$ N/mm ²	$A_{s,N} = N_d/f_s*(b/O) = 1$ mm ²							
		$T_d = 1$ kNm	$\tau_{sT} = T_d/W_{t,min} = 0,01$ N/mm ²	$\min(1,25*\Sigma A_s/(bd) ; \omega_{0,min}) = 0,078\%$							
		$V_d = 270$ kNm		$A_{s,min} = 392$ mm ²							
	<u>toetsing:</u>	$A_{s,IT} = (\tau_{dT} - \tau_n)*O_e*W_t/(2*A_e*f_s)*(b/O) = 0$ mm ²	torsiewap. is niet nodig								
	scheurpatroon:	$M_r = W*(2*f_b - \sigma_{bm,rep}) = 141,07$ kNm	$> M_{rep}$	onvolledig scheurenpatroon							
	sterkte:	$A_{s,ben} = \max(A_{s,M} + A_{s,N}; A_{s,min}) + A_{s,T} = 392$ mm ²	$<= 393$ mm ²	ok.							
	scheurwijdte:	$\sigma_{s,rep} = f_s/\gamma * (A_{s,M} + A_{s,N})/(A_s - A_{s,T}) = 231$ N/mm ²	$<= 231$ N/mm ²	ok.							
		$s \leq 100*(k_2/\sigma_s - 1,3)*k_{cs} =$ n.v.t.	$k_{c,s} = 1,00$	bij onvolledig patroon:							
		of $d \leq k_1/\sigma_s*k_{cd} =$ n.v.t.	$k_{c,d} = 1,00$	$d \leq 26,2$ mm							
Onder $\gamma = 1,50$	<u>belastingen:</u>	$M_{rep} = 1$ kNm	$M_d/(bd^2) = 10$	$\omega_{0,M} = 0,002\%$							
		$M_d = 2$ kNm	$M_u = 348$ kNm	$\omega_{0,min} = 0,208\%$							
		$N_{rep} = 1$ kN		$A_{s,M} = 11$ mm ²	$k_{c,d} = 1,00$						
		$N_d = 1$ kN	$\sigma_{bmd} = 0,00$ N/mm ²	$A_{s,N} = 1$ mm ²	$k_{c,s} = 1,00$						
		$T_d = 1$ kNm	$\tau_{dT} = 0,01$ N/mm ²	$A_{s,min} = 15$ mm ²							
		$V_d = 270$ kNm	$A_{s,IT} = 2$ mm ²	is nodig	$M_r = 141$ kNm	$> M_{rep}$					
	<u>toetsing:</u>	$A_{s,ben} = 18$ mm ²	< 1608 mm ²	ok.	onvolledig patroon => $d \leq 50$ mm						
		$\sigma_{s,rep} = 2$ N/mm ²	$s \leq$ n.v.t.	of $d \leq$ n.v.t.		ok.					
Beugels	<u>belastingen:</u>	$V_d = 270$ kN	$\tau_{dV} = V_d/(b*d) = 0,54$ N/mm ²								
		$T_d = 1$ kNm	$\tau_{dT} = 0,01$ N/mm ²								
		$N_d = 1$ kN	$\sigma'_{bmd} = 0,00$ N/mm ²	$\tau_n = 0,50 * \sigma_{bmd} = 0,00$ N/mm ²							
	hoek beugels:	$\alpha = 90^\circ$	$\tau_{1V} = 0,4*f_b*k_h*(\omega_0)^{1/3} - \tau_n = 0,56$ N/mm ²								
	hoek drukdiagonaal:	$\theta = 45^\circ$	$\tau_{dV} - \tau_{1V} = -0,02$ N/mm ²								
	verticale zijde:	$W_t = 87,681$ E6 mm ³	$A_{sv} \geq b*(\tau_{dV} - \tau_1) / (0,9*f_s*\sin \alpha*(\cot \theta + \cot \alpha)) = 0$ mm ² /m								
	<u>toetsing:</u>	$\tau_{1T} = 0,3*f_b - \tau_n = 0,4191$ N/mm ²	$k_n = \min(1; 5/3*(1 - \sigma'_{bmd}/f'_b)) = 1,00$								
		$\tau_{sT}/\tau_{1T} + \tau_{dV}/\tau_{1V} = 1,00$	> 1	geen wringwapening nodig							
		$\tau_2 = 0,2*f_b*k_n = 4,20$ N/mm ²	$> \tau_{dT} + \tau_{dV} = 0,55$ N/mm ²	ok.							
	buitenste beugel:	$A_{sbT} \geq (\tau_{sT} + \tau_n)*s*W_t/(2*A_e*f_s*\cotan \theta) = 0,5$ mm ²	$\Rightarrow d \geq 0,8$ mm	ok.							
	totaal:	$A_s \geq A_{sv} + 2*A_{sbT}*(1000/s) = 6$ mm ² /m	< 898 mm ² /m	ok.							
Flank	<u>belastingen:</u>	$T_d = 1$ kNm	<u>toetsing:</u>	$A_{s,IT} = (\tau_{dT} - \tau_n)*O_e*W_t/(2*A_e*f_s)*(2h/O) = 2$ mm ²							
		$N_d = 1$ kN	$A_{s,N} = N_d/f_s*(2h/O) = 1$ mm ²	$\Sigma A_s = 3$ mm ²	ok.						

Eenvoudige wapeningsberekening balk					(update: 4-12-2006)		Project: ZSIF				
Uitgangspunten: Op basis van tabellen GTB 1990 - 11.2.a en 14.5.b							Onderdeel: Onderwapening				
Niet-gedrongen ligger							Doorsnede: Mv: AB & BC				
Eén gesloten beugel (buitenste)					Foutmelding bij:						
Dwarskracht werkt verticaal					1,0% overschrijding						
Betonkwaliteit B35		$f'_{ck} = 35$	N/mm ²	$f'_b = 21$	N/mm ²						
milieuklasse 4		$k_1 = 2500$		$f_b = 1,4$	N/mm ²						
		$k_2 = 500$									
		$k_3 = 40000$									
Dimensies		$h = 550$ mm	$c_{min,boven} = 35$ mm								
		$b_{boven} = 1000$ mm	$c_{min,onder} = 35$ mm								
		$b_{onder} = 1000$ mm	$c_{min,flank} = 35$ mm								
Wapening		diameters	aantal	dekking	A_s	ϕ_{km}	s	b	d	f_s	ω_0
		mm		mm	mm ²	mm	mm	mm	mm	N/mm ²	
boven		10	4	35	314	10,0	250	1000	500	435	0,063%
onder		10	4,88	35	383	10	205	1000	500	435	0,077%
flank		10	1	35	79	10				435	
beugels		10	2		898	mm ² /m'	175	mm		435	
Parameters van de doorsnede		$A_e = 0,432$ E6 mm ²	$W_{t,min} = 75,815$ E6 mm ³	$W = 50,417$ E6 mm ³							
		$O_e = 2780$ mm	$k_h = 1,05$	totale hoev. wapening		41 kg/m ³					
Boven		<u>belastingen:</u>		$M_{rep} = 1$ kNm		$M_d/(bd^2) = 10$		$\omega_0 = 0,002\%$		(GTB 1990 - 11.2.a)	
$\gamma = 1,00$				$M_d = 1$ kNm		$M_u = 68$ kNm		$\omega_{0,min} = 0,220\%$		(GTB 1990 - 14.5.b)	
				$N_{rep} = 1$ kN				$A_{s,M} = b*d*\omega_0 = 11,55$ mm ²			
				$N_d = 1$ kN		$\sigma_{bmd} = N_d/(b*h) = 0,00$ N/mm ²		$A_{s,N} = N_d/f_s*(b/O) = 1$ mm ²			
				$T_d = 1$ kNm		$\tau_{sT} = T_d/W_{t,min} = 0,01$ N/mm ²		$\min(1,25*\Sigma A_s/(bd) ; \omega_{0,min}) = 0,003\%$			
				$V_d = 1$ kNm				$A_{s,min} = 15$ mm ²			
<u>toetsing:</u>		$A_{s,IT} = (\tau_{dT} - \tau_n) * O_e * W_t / (2 * A_e * f_s) * (b/O) = 0$ mm ²						torsiewap. is niet nodig			
scheurpatroon:		$M_r = W*(2*f_b - \sigma_{bm,rep}) = 141,07$ kNm		$> M_{rep}$				onvolledig scheurenpatroon			
sterkte:		$A_{s,ben} = \max(A_{s,M} + A_{s,N}; A_{s,min}) + A_{s,T} = 15$ mm ²		$<= 314$ mm ²				ok.			
scheurwijdte:		$\sigma_{s,rep} = f_s/\gamma * (A_{s,M} + A_{s,N}) / (A_s - A_{s,T}) = 17$ N/mm ²						ok.			
		$s \leq 100*(k_2/\sigma_s - 1,3)*k_{cs} =$ n.v.t.		$k_{c,s} = 1,00$				bij onvolledig patroon: $d \leq 50$ mm			
		of $d \leq k_1/\sigma_s*k_{cd} =$ n.v.t.		$k_{c,d} = 1,00$							
Onder		<u>belastingen:</u>		$M_{rep} = 43,3$ kNm		$M_d/(bd^2) = 260$		$\omega_{0,M} = 0,060\%$			
$\gamma = 1,50$				$M_d = 65$ kNm		$M_u = 83$ kNm		$\omega_{0,min} = 0,180\%$			
				$N_{rep} = 1$ kN				$A_{s,M} = 301$ mm ²		$k_{c,d} = 1,00$	
				$N_d = 1$ kN		$\sigma_{bmd} = 0,00$ N/mm ²		$A_{s,N} = 1$ mm ²		$k_{c,s} = 1,00$	
				$T_d = 1$ kNm		$\tau_{dT} = 0,01$ N/mm ²		$A_{s,min} = 377$ mm ²			
				$V_d = 1$ kNm		$A_{s,IT} = 0$ mm ²		is niet nodi		$M_r = 141$ kNm	
<u>toetsing:</u>		$A_{s,ben} = 377$ mm ²		< 383 mm ²		ok.		onvolledig patroon =>		$d \leq 26,9$ mm	
		$\sigma_{s,rep} = 228$ N/mm ²		$s \leq$ n.v.t.		of $d \leq$ n.v.t.				ok.	
Beugels		<u>belastingen:</u>		$V_d = 1$ kN		$\tau_{dV} = V_d / (b*d) = 0,00$ N/mm ²					
				$T_d = 1$ kNm		$\tau_{dT} = 0,01$ N/mm ²					
				$N_d = 1$ kN		$\sigma'_{bmd} = 0,00$ N/mm ²		$\tau_n = 0,50 * \sigma_{bmd} = 0,00$ N/mm ²			
hoek beugels:		$\alpha = 90^\circ$				$\tau_{1V} = 0,4*f_b*k_h*(\omega_0)^{1/3} - \tau_n = 0,56$ N/mm ²					
hoek drukdiagonaal:		$\theta = 45^\circ$				$\tau_{dV} - \tau_{1V} = -0,56$ N/mm ²					
verticale zijde:		$W_t = 87,681$ E6 mm ³		$A_{sv} \geq b*(\tau_{dV} - \tau_{1V}) / (0,9*f_s*\sin \alpha*(\cot \theta + \cot \alpha)) = 0$ mm ² /m							
<u>toetsing:</u>		$\tau_{1T} = 0,3*f_b - \tau_n = 0,4191$ N/mm ²		$<= 1$		geen wringwapening nodig		$k_n = \min(1; 5/3*(1 - \sigma'_{bmd}/f_b)) = 1,00$			
		$\tau_{sT}/\tau_{1T} + \tau_{dV}/\tau_{1V} = 0,03$									
		$\tau_2 = 0,2*f_b*k_n = 4,20$ N/mm ²		$>$		$\tau_{dT} + \tau_{dV} = 0,01$ N/mm ²				ok.	
buitenste beugel:		$A_{sbT} \geq (\tau_{sT} + \tau_n) * s * W_t / (2 * A_e * f_s * \cotan \theta) = 0,5$ mm ²		$\Rightarrow d \geq 0,8$ mm						ok.	
totaal:		$A_s \geq A_{sv} + 2 * A_{sbT} * (1000/s) = 6$ mm ² /m		$<$		898 mm ² /m				ok.	
Flank		<u>belastingen:</u>		$T_d = 1$ kNm		<u>toetsing:</u>		$A_{s,IT} = (\tau_{dT} - \tau_n) * O_e * W_t / (2 * A_e * f_s) * (2h/O) = 0$ mm ²			
				$N_d = 1$ kN		$A_{s,N} = N_d/f_s*(2h/O) = 1$ mm ²		$\Sigma A_s = 1$ mm ²		ok.	

BIJLAGE I

FOTO'S INSPECTIE 2011



Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3



Figuur 4



Figuur 5



Figuur 6



Figuur 7



Figuur 8



Figuur 9



Figuur 10



Figuur 11



Figuur 12



Figuur 13



Figuur 14



Figuur 15



Figuur 16



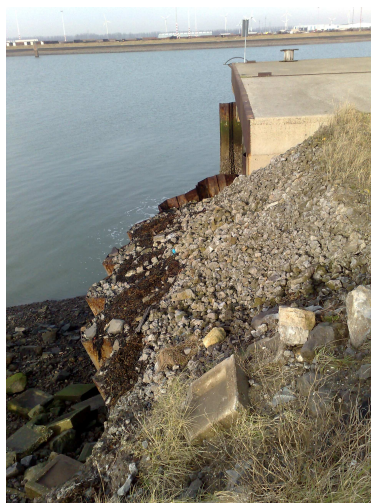
Figuur 17



Figuur 18



Figuur 19



Figuur 20

BIJLAGE J

MEETLOCATIES MOGELIJKE SCHEUREN 2011

	SCHEUREN IN BOVENZIJDDE BETONDEK				maandag 10 januari 2011
	meting	positie	meting	positie	
	waterzijde		landzijde		
Sectie	m tov sectie	m tov kade	m tov sectie	m tov kade	Opmerkingen
1	0,00	0,00	0,00	0,00	noordzijde kade / betondek
1	12,10	12,10			scheur
1	17,10	17,10	12,15	12,15	scheur
	24,80	24,80	24,80	24,80	dilatatievoeg
2	8,50	33,30	7,95	32,75	scheur
2	11,50	36,30	12,07	36,87	scheur
2	15,60	40,40	15,70	40,50	scheur
2			16,10	40,90	scheur
2	18,50	43,30	18,80	43,60	scheur
2	22,80	47,60	21,40	46,20	scheur
2	26,50	51,30	24,20	49,00	scheur
2	28,80	53,60	27,80	52,60	scheur
	36,30	61,10	36,25	61,05	dilatatievoeg
3					geen scheuren
	36,30	97,40	36,30	97,35	dilatatievoeg
4	7,10	104,50	9,65	107,00	scheur
4	10,80	108,20	15,60	112,95	scheur
4	14,40	111,80			scheur
4	19,20	116,60	19,20	116,55	scheur
4	21,60	119,00			scheur
4	24,00	121,40	24,05	121,40	scheur
4			27,90	125,25	scheur
	36,30	133,70	36,30	133,65	dilatatievoeg
5	16,75	114,15	15,70	149,35	scheur
5			18,00	151,65	scheur
5			21,90	155,55	scheur
5	23,30	157,00			stroomdoorvoering
5			27,90	161,55	te klein???
	36,30	170,00	36,30	169,95	dilatatievoeg
6			3,50	173,45	veegstreep???
6			9,60	179,55	scheur
6			12,00	181,95	scheur
6	16,80	186,80	16,90	186,85	scheur
6	19,20	189,20	20,50	190,45	scheur
6	24,30	194,30	22,80	192,75	scheur
6	26,60	196,60	25,50	195,45	scheur
6			27,90	197,85	scheur
	36,30	206,30	36,28	206,23	dilatatievoeg
7					geen scheuren
	36,25	242,55	36,25	242,48	dilatatievoeg
8	8,00				scheur
8	14,20	256,75	12,05	254,53	scheur
8	22,90	265,45	22,80	265,28	scheur
	36,30	278,85	36,30	278,78	dilatatievoeg
9					geen scheuren
9	36,30	315,15	36,25	315,03	zuidzijde kade / betondek