Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken

Ingenieursbureau

Corrosie - Inspectie Protocol

Inspecties en beheeradvies
FMT Kade, Vlissingen

Projectcode
HH2486

Datum
23 mei 2011

Versie
Definitief 1.0

Opdrachtgever
Zeeland Seaports

Opsteller
ing. Y. van de Ridder

Paraaf Opsteller:

Ontwerpleider
ing. J. Plugge

Paraaf Ontwerpleider:

Projectleider
Ir. H. Pacejka

Paraaf Projectleider:

Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken
Ingenieursbureau

H.E.
Pacejka
2011.07.19
19:33:38
+02'00'

Inhoudsopgave

1.	**Samenvatting**	**4**
2.	**Inleiding**	**6**
3.	**Overzicht inspectieresultaten**	**8**
3.1	**Uitgangspunten**	**8**
3.2	**Kademuur FMT-kade**	**8**
3.2.1	Aangetroffen imperfecties	8
3.2.2	Verwerking meetgegevens	8
3.3	**Visualisatie meetgegevens**	**9**
4.	**Analyse**	**10**
4.1	**Randvoorwaarden**	**10**
4.2	**Analyse met betrekking tot de reststerkte**	**10**
4.2.1	FMT kade, voorzijde kade tot diepte NAP-6,00m	10
4.2.1.1	Buispaal Ø1016-15,4mm, voorzijde	11
4.2.2	FMT kade, voorzijde kade vanaf diepte NAP-6,00m	11
4.2.2.1	Buispaal Ø1016-12,5mm, voorzijde	11
4.2.3	FMT kade, achterzijde kade	12
4.2.3.1	Buispaal Ø1016-15,4mm, achterzijde	12
4.3	**Analyse met betrekking tot de gronddichtheid**	**13**
4.3.1	Corrosiesnelheid aangehouden als bij de sterkte analyse (1)	13
4.3.1.1	Analyse gronddichtheid FMT kade, voorzijde tot diepte NAP-6,00m, PU20	13
4.3.1.2	Analyse gronddichtheid FMT kade, voorzijde vanaf diepte NAP-6,00m, PU20	13
4.3.2	Alternatief gebaseerd op ervaringsgetallen (2)	13
4.3.2.1	Alternatief ervaringsgetallen FMT kade, voorzijde tot diepte NAP-6,00m, PU20	14
4.3.2.2	Alternatief ervaringsgetallen FMT kade, voorzijde vanaf diepte NAP-6,00m, PU20	14
5.	**Conclusies**	**15**
5.1	**Constructieve veiligheid**	**15**
5.1.1	Beschouwing constructieve veiligheid FMT kade	15
5.2	**Beschouwing gronddichtheid**	**15**
5.2.1	Gronddichtheid (locale condities)	15
5.2.1.1	FMT kade	15
5.2.2	Gronddichtheid (gemiddelde waarde)	15

5.2.2.1 FMT kade 15

5.3 Imperfecties 16

6. Beheeradvies 17

6.1 Voor iedere beheerfase gelden de volgende beheeradviezen: 17

6.2 Gebruiksfasen vanaf 2010 m.b.t. sterkte 17

6.3 Gebruiksfasen vanaf 2010 m.b.t. gronddichtheid 18

6.4 Gebruiksfasen vanaf 2010 m.b.t. imperfecties 18

6.5 Eindadvies 18

7. Magnetische verkenning 19

7.1 Algemeen 19

7.2 Samenvatting rapportage 19

Bijlage 1 Tekening HH-2486-T-001 21

Bijlage 2 Meetresultaten & grafieken FMT kade, voorzijde tot NAP-6,00m 22

Bijlage 3 Meetresultaten & grafieken FMT kade, voorzijde vanaf NAP-6,00m 23

Bijlage 4 Meetresultaten & grafieken FMT kade, achterzijde 24

Bijlage 5 Grafiek beheersadvies 25

Bijlage 6 Rapportage Magnetische verkenning 26

1. Samenvatting

Kademuur **FMT-kade** bestaat uit een combiwand met stalen buispalen en damwandlanken.
De buispalen zijn bepalend voor de **sterkte** en de damwandplanken voor de **gronddichtheid**.

Om de huidige constructieve status in beeld te brengen zijn in 2011 onderwater inspecties uitgevoerd met een Ultrasone wanddikte meter en een pittingdieptemeter. Daarnaast zijn inspecties uitgevoerd naar eventuele **imperfecties** aan het damwandoppervlak.

*Toetsing op **sterkte**:*
Voor de toetsing van de **reststerkte** is uitgegaan van een ontwerpveiligheidsfactor van 1,5[1].
De factor 1,5 is een gebruikelijke ontwerpveiligheid van 50% marge op de gebruikssituatie.
Om te komen tot een beheeradvies is een onderverdeling gemaakt tussen de factoren 1,5; 1,3; 1,2 en 1,0 waarbij 1,0 aangeeft dat bij die factor geen veiligheid marge op de sterkte meer aanwezig is. De ruimtes tussen de genoemde factoren zijn onderverdeeld in beheerfase 1 t/m 3.
Aan de hand van de corrosiegegevens is berekend in welke mate de sterkte van de buispalen is gedegradeerd en in welke huidige beheerfase de constructie zich bevindt.
Voor deze kaden gelden de volgende condities:

Zie tabellen in bijlage 2:
- Het bouwjaar is 2002 met een veiligheidsfactor **1,5** excl. corrosietoeslag en **1,775** incl. corrosietoeslag;
- Het inspectiejaar is 2011 met een af te lezen (rest)veiligheidsfactor van **1,50**;
- De (rest)veiligheid ligt net in de ruimte van **beheersfase 1**;
- Het betreffende beheeradvies behorend bij beheerfase 1 is omschreven in par**. 6.1.**

*Toetsing op **gronddichtheid**:*
Voor de toetsing op gronddichtheid is gerekend met de gemiddelde wanddiktemetingen en de maximale pitting. Op basis van de daaruit berekende corrosiesnelheid is door extrapolatie vanaf heden naar toekomst bepaald dat de gronddichtheid **nog 8 jaar** (tot 2019) gewaarborgd is.
Omdat rekening is gehouden met een locale en maximale pitting zal gatvorming te verwachten zijn over 8 jaar.
Daarnaast is op statistische wijze bepaald dat over 0,1% van het damwandoppervlak zich gaten kunnen vormen. Dit is naar verwachting over **17 jaar** (in 2028).

Opmerking:
Bovenstaande bevindingen zijn gebaseerd op de analyse van locale inspectie gebieden. In tegenstelling tot de wanddiktemetingen betreft het hier een zeer geringe steekproef grootte in relatie tot het gehele damwandoppervlak. Dit houdt in dat de kans relatief groot is dat plaatselijk corrosiegaten of slotopeningen aanwezig kunnen zijn.

[1] De veiligheidsfactor van 1,5 is excl. de corrosietoeslag zoals aangenomen in de ontwerpberekening. Deze is wel meegenomen in de berekening van de reststerkte.

Imperfecties

Op deze kade zijn bij visuele inspectie geen imperfecties in de vorm van slotopeningen of mechanische schades aangetroffen. Wel is op een locatie tussen bolder 2 en 3, ter hoogte van ca. NAP-14,00m/NAP-16,00m, een lekkende reparatieplaat geconstateerd. De lekkage is inmiddels gerepareerd.
Door visuele inspectie is geconstateerd dat de remmingwerk elementen niet meer aanwezig of zwaar beschadigd zijn. Tevens zijn de ladders enigszins tot zwaar beschadigd.

Magnetometingen

Naast duikinspecties zijn eveneens magnetometingen uitgevoerd aan de achterzijde van de wand om de inheidiepte van buispalen en tussenplanken te controleren. De rapportage is bijgevoegd in bijlage 6.
Resultaat van de metingen geeft aan dat het gemeten inheiniveau van de tussenplanken en de buispalen ter plaatse van 6 van de 7 meetpunten overeen komt met het ontwerp. Bij 1 meetpunt, tussen bolder 2 en 3, kon de onderkant van de tussenplank , en daarmee het inheiniveau, niet worden geconstateerd. Mogelijk was a.g.v. het boren door een 10 meter dikke groutstabilisatielaag de afstand tot de stalen wand te groot om deze nog waar te nemen met de magnetometer.

Ontgronding

De ontgronding die onder en achter de kade heeft plaatsgevonden is zeer waarschijnlijk het gevolg van de lekkend reparatieplaat. Andere gaten waaruit de grond weggespoeld zou kunnen zijn zijn niet geconstateerd. De ontgronding heeft de ankercapaciteit van de horizontale verankering met ankerwand sterk aangetast over het deel van de uitspoeling.
Geadviseerd wordt de kade stabiliteit te controleren middels berekeningen en indien nodig de constructie aan te passen of de toegestane belastingen te heroverwegen. Tevens wordt geadviseerd om een onderloopsheidscherm achter het steigerdek aan te brengen.

2. Inleiding

Door Zeeland Seaports is de opdracht gegeven voor het uitvoeren van corrosieinspectie-werkzaamheden aan de kademuur in de Quarleshaven (FMT-kade) te Vlissingen. De inspectie-werkzaamheden bestaan uit het uitvoeren van wanddiktemetingen en inspecties aan de stalen combiwand (buispaal Ø1016 mm met tussenplank PU20).

De resultaten van deze metingen zijn voor analyse aangeboden aan het Ingenieursbureau van Gemeentewerken Rotterdam. Deze metingen zijn uitgevoerd door Smit Subsea Europe B.V. te Rotterdam.

Per object worden de onderstaande onderdelen beschouwd:

- analyse van de wanddiktemetingen;
- bepaling van de reststerkte;
- beschouwing van de gronddichtheid;
- bepaling van de restlevensduur.

De beschouwing van de hiervoor genoemde onderdelen vindt plaats volgens het wanddiktemetingenprotocol en de daaraan gerelateerde herbeschouwing van de reststerkte.

Dit rapport geeft een beschouwing van de uitgevoerde werkzaamheden, de reststerkte en de consequenties voor de restlevensduur van de beschouwde constructies.

Deze rapportage behoort bij één bestekstekeningen. Deze bestekstekening is in bijlage 1 van dit rapport opgenomen.

Situatie FMT-kade



3. Overzicht inspectieresultaten

3.1 Uitgangspunten

De analyse van de meetresultaten zijn gebaseerd op Ultrasone wanddiktemetingen op de gedefinieerde meetpunten zoals aangegeven in het schema van meetraaien en meetniveau's (meetmatrix) op de bijbehorende tekening. Binnen dit schema zijn ook inspectiegebieden aangegeven die na het schoonspuiten onderworpen zijn aan het meten van pittingdieptes en gradaties.
De metingen die zijn uitgevoerd binnen de meetmatrix zijn bedoeld om op statische wijze een beeld te krijgen van de restdiktes van de constructie elementen. De metingen die zijn uitgevoerd binnen de inspectiegebieden worden representatief geacht voor de bepaling van de equivalente wanddiktes waarbij de invloed van de pittingdiepte is meegenomen.
Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen een beschouwing met betrekking tot de sterkte eisen en de gronddichtheid van de damwand.
De hoofdelementen van de combiwand zijn bepalend voor de reststerkte en de tussenplanken voor de gronddichtheid.
Bij de beschouwing van de reststerkte wordt uitgegaan van de gemiddelde waarden van de wanddiktemetingen vermindert met een waarde uit de pitting of locale verzwakking: de equivalente wanddikte.
Bij de beschouwing van de gronddichtheid wordt uitgegaan van de gemiddelde waarde van de wanddiktemetingen verminderd met de maximale pittingdiepte.

3.2 Kademuur FMT-kade

3.2.1 Aangetroffen imperfecties

- *Slotopeningen*:
  Op het moment van de inspectie zijn geen slotopeningen geconstateerd.
- *Reparatieplaat tussen bolder 2 en 3:*
  Tussen bolder 2 en 3 is op een hoogte van NAP-13,80m tot NAP-16,30m een lekkende reparatieplaat aangetroffen.
  Voor de bestaande plaat is een nieuwe reparatieplaat aangebracht. Tussen de bestaande en nieuwe reparatie is aangevuld met grind (van NAP-16,70m tot NAP-17,20m) en geïnjecteerd met groutmortel (van NAP-13,80m en NAP-16,70m).
- *Betonschade en/of corrosievorming bij de aansluiting van de betonnen vloer en de stalen combiwand:*
  Aansluiting van de betonnen vloer op de kadewand is over de gehele lengte goed.

3.2.2 Verwerking meetgegevens

In bijlage 2 en 3 zijn de meetgegevens per meetpunt verwerkt.

Het betreft hierbij de resultaten uit alle raaien en niveaus onderverdeeld in de positie ten opzichte van het profiel.

3.3 Visualisatie meetgegevens

In bijlage 2 t/m 4 zijn de meetgegevens van de buispalen Ø1016mm en de tussenplanken PU20 nader gevisualiseerd met de volgende onderdelen:

- een overzicht van de metingen per meetpunt, met de bijbehorende gemiddelde wanddikte;
- een overzicht van de gemeten pitting per damwand, bij elk meetpunt aangegeven;
- een histogram met op de horizontale as de gemeten wanddikten en op de verticale as de frequentie van gemeten wanddikten met een bandbreedte van 0,5 mm;
- een grafiek met op de horizontale as de gemeten gemiddelde wandikten en op de verticale as de diepten ten opzichte van NAP. Alle gemiddelde waarden zijn bepaald van de meetresultaten over 9 raaien.

4. Analyse

4.1 Randvoorwaarden

De meetresultaten worden vergeleken met de oorspronkelijke wanddikten van de buispalen en damwandprofielen. Op basis van de afname van de wanddikte kan een uitspraak worden gedaan over de huidige en de toekomstige status van de kade.
Hiermee is een globale beoordeling te geven zonder dat de kade geheel doorgerekend hoeft te worden. Aangetoond kan worden dat de afname van de staaldikten aan de buitenzijde van het profiel evenredig verloopt met de afname van de constructieve veiligheid.

Bij deze globale beoordeling zijn de gegevens uit de notitie van Adviesbureau Ir. A.M. Gresnigt c.i., d.d. 26 november 2000, behorende bij het rapport “Kademuur Vervat, Quarleshaven Vlissingen, Hoofdberekening combiwand en kadevloer, d.d. 8 december 2000”.
De gebruikte gegevens zijn:

- NAP+4,00m tot NAP - 6,00m : buispaal Ø1016x15,4mm, X60, splashzone: Corrosietoeslag = 0,20 mm per jaar, bij 40 jaar geeft dit 8 mm
- NAP -6,00m tot NAP-18,00m : buispaal Ø1016x15,4mm, X60, onderwaterdeel Corrosietoeslag = 0,05 mm per jaar, bij 40 jaar geeft dit 2 mm
- Veiligheidsfactor : γ = 1,5

Bovenstaande gegevens geven aan dat de toegepaste totaal veiligheid bij het ontwerp zijn:

- NAP+4,00m tot NAP - 6,00m , buispaal Ø1016x15,4mm : γ = 3,05
- NAP -6,00m tot NAP-18,00m , buispaal Ø1016x15,4mm : γ = 1,775

4.2 Analyse met betrekking tot de reststerkte

Volgens de “Richtlijn voor het herberekenen van kademuren aan de hand van corrosie meetgegevens”, Rapport Cor-PG-2007-02 d.d. december 2006, geldt voor de bepaling van de reststerkte:

$t_{equ} = t_{gem} – \Delta t_{pit}$ waarin $\Delta t_{pit} = C * t_{pit}$ (C is de vormfactor voor de pit en is 0.66).

t_{equ} = equivalente wanddikte voor bepaling reststerkte

t_{gem} = gemiddelde wanddikte

t_{pit} = de maximale waarde van de gewogen pitting

4.2.1 FMT kade, voorzijde kade tot diepte NAP-6,00m

Het bouwjaar van de constructie is 2002
Opnamejaar van de inspectie is 2011
Leeftijd van de constructie is 9 jaar.

Voor dit type damwand, welke is uitgevoerd als combiwand, geldt dat de sterkte ontleend wordt uit de buispaal Ø1016 mm.

4.2.1.1 Buispaal Ø1016-15,4mm, voorzijde

Toegepast op de gemeten waarden voor de buispaal Ø1016mm (meetpunt 1) volgt:
Oorspronkelijke wanddikte = 15,4 mm
t_{equ} = 14,74 – 0.66 * 1,79 = 13,56 mm waaruit volgt dat in 9 jaar 15,4 -13,56 = 1,84 mm van het profiel is “afgeroest”. Dit betekent een corrosiesnelheid van 1,84/ 9 = 0,20 mm/ jaar.
Op basis van deze bevindingen is de huidige veiligheidsfactor gelijk aan
3,05 * 13,56/ 15,4 = 2,68.
De wanddikte behorende bij een veiligheid 1,0 bedraagt 15,4/3,05 =5,0 mm.
Met de berekende corrosiesnelheid wordt vervolgens het aantal jaren berekend waarna de veiligheid van de constructie kleiner wordt dan 1,0.

Aantal jaren (γ=1,0 veiligheid constructie) = (15,4-5,0)/0,20 = 50 jaar vanaf bouw constructie

In het jaar 2052 zal de veiligheid gereduceerd zijn tot γ=1,0

4.2.2 FMT kade, voorzijde kade vanaf diepte NAP-6,00m

Het bouwjaar van de constructie is 2002
Opnamejaar van de inspectie is 2011
Leeftijd van de constructie is 9 jaar.

Voor dit type damwand, welke is uitgevoerd als combiwand, geldt dat de sterkte ontleend wordt uit de buispaal Ø1016 mm.

4.2.2.1 Buispaal Ø1016-12,5mm, voorzijde

Toegepast op de gemeten waarden voor de buispaal Ø1016mm (meetpunt 1) volgt:
Oorspronkelijke wanddikte = 12,5 mm
t_{equ} = 11,72 – 0.66 * 1,79 = 10,54 mm waaruit volgt dat in 9 jaar 12,5 -10,54 = 1,96 mm van het profiel is “afgeroest”. Dit betekent een corrosiesnelheid van 1,96/ 9 = 0,22 mm/ jaar.
Op basis van deze bevindingen is de huidige veiligheidsfactor gelijk aan
1,775 * 10,54/ 12,5 = 1,50 (maatgevend).
De wanddikte behorende bij een veiligheid 1,0 bedraagt 12,5/1,775 =7,0 mm.
Met de berekende corrosiesnelheid wordt vervolgens het aantal jaren berekend waarna de veiligheid van de constructie kleiner wordt dan 1,0.

Aantal jaren (γ=1,0 veiligheid constructie) = (12,5-7,0)/0,22 = 25 jaar vanaf bouw constructie

In het jaar 2027 zal de veiligheid gereduceerd zijn tot γ=1,0

4.2.3 FMT kade, achterzijde kade

Het bouwjaar van de constructie is 2002
Opnamejaar van de inspectie is 2011
Leeftijd van de constructie is 9 jaar.

Voor dit type damwand, welke is uitgevoerd als combiwand, geldt dat de sterkte ontleend wordt uit de buispaal Ø1016 mm.

4.2.3.1 Buispaal Ø1016-15,4mm, achterzijde

Toegepast op de gemeten waarden voor de buispaal Ø1016mm (meetpunt 5 en 6) volgt:
Oorspronkelijke wanddikte = 15,4 mm
t_{equ} = 15,0 – 0.66 * 1,00 = 14,3 mm waaruit volgt dat in 9 jaar 15,4 -14,3 = 1,10 mm van het profiel is “afgeroest”. Dit betekent een corrosiesnelheid van 1,10/ 9 = 0,12 mm/ jaar.
Op basis van deze bevindingen is de huidige veiligheidsfactor gelijk aan
3,05 * 14,3/ 15,4 = 2,83.
De wanddikte behorende bij een veiligheid 1,0 bedraagt 15,4/3,05 =5,0 mm.
Met de berekende corrosiesnelheid wordt vervolgens het aantal jaren berekend waarna de veiligheid van de constructie kleiner wordt dan 1,0.

Aantal jaren (γ=1,0 veiligheid constructie) = (15,4-5,0)/0,12 = 84 jaar vanaf bouw constructie

In het jaar 2086 zal de veiligheid gereduceerd zijn tot γ=1,0

4.3 Analyse met betrekking tot de gronddichtheid

4.3.1 Corrosiesnelheid aangehouden als bij de sterkte analyse (1)

Voor de bepaling van de gronddichtheid is uit gegaan van een minimale plaatselijke wanddikte die bepaald is uit t_{gem} – de aangetroffen pittingdiepte of de minimale wanddikte.
Hiermee kan worden bepaald wanneer de eerste gaten te verwachten zijn door extrapolatie van de corrosiesnelheid tot t=0 (t is de wanddikte).

4.3.1.1 Analyse gronddichtheid FMT kade, voorzijde tot diepte NAP-6,00m, PU20

Bouwjaar= 2002
Maximale pitting is 4,0 mm.
Gemiddelde huidige wanddikte (laagste waarde van de tussenplank) = 8,9 mm met een oorspronkelijke waarde van 10,0 mm (meetpunt 3).
Corrosie met pitting: (10,0 -8,9) + 4,0 = 5,1 mm.
De corrosiesnelheid is: 5,1/ 9 = 0,567 mm/ jaar (maatgevend).
De gemiddelde dikte minus maximale pitting is: 4,9 mm.
Extrapolatie van deze waarde levert een gronddichtheid op tot 8 jaar, dat wil zeggen: de eerste gaten zijn in 2019 te verwachten.

4.3.1.2 Analyse gronddichtheid FMT kade, voorzijde vanaf diepte NAP-6,00m, PU20

Bouwjaar= 2002
Maximale pitting is 4,0 mm.
Gemiddelde huidige wanddikte (laagste waarde van de tussenplank) = 9,3 mm met een oorspronkelijke waarde van 10,0 mm (meetpunt 3).
Corrosie met pitting: (10,0 -9,3) + 4,0 = 4,7 mm.
De corrosiesnelheid is: 4,7/ 9 = 0,522 mm/ jaar.
De gemiddelde dikte minus maximale pitting is: 5,3 mm.
Extrapolatie van deze waarde levert een gronddichtheid op tot 10 jaar, dat wil zeggen: de eerste gaten zijn in 2021 te verwachten.

4.3.2 Alternatief gebaseerd op ervaringsgetallen (2)

(rekening houdend met de standaard afwijking)
Een andere methode om de gronddichtheid tot een bepaald jaartal te garanderen is gebaseerd op ervaringsgetallen ontleend aan gegevens uit de Rotterdamse havens.
Hierbij wordt de zo genaamde 0,1% overschrijdingswaarde gehanteerd.
De overschrijdingswaarde is op basis van steekproefgrootheden uit de meetpopulatie uitgedrukt in: $\boldsymbol{d_{0,1\%} = m - 3{,}08s}$ waarin:

d = de wanddikte is op grond van de overschrijdingswaarde van 0,1%;
m de gemiddelde wanddikte;
s = de standaardafwijking ;
3,08 is de kanswaarde die behoort bij het aantal waarnemingen bij een overschrijdingswaarde van 0,1%.

Hierbij is het gegarandeerde jaartal voor de gronddichtheid gebaseerd op het tijdstip waarbij over 0,1% van het gehele staaloppervlak gaten aanwezig kunnen zijn.

De eerste gaten in de damwand zijn derhalve ver voor dit tijdstip te verwachten.
Opgemerkt dient te worden dat deze methode betrouwbaarder wordt met een geringe standaardafwijking.
De beide methoden zijn bedoeld om een zekere ondergrens aan te geven.

4.3.2.1 Alternatief ervaringsgetallen FMT kade, voorzijde tot diepte NAP-6,00m, PU20

Bouwjaar = 2002
m = 8,9 mm (meetpunt 3)
s = 0,800 mm
$d_{0,1\%}$ = 8,9 – (3,08 * 0,800) = 6,5 mm
Afroesting tot heden = 10 – 6,5 = 3,5 mm
Corrosiesnelheid = 3,5/9 = 0,39 mm per jaar (maatgevend).
Extrapolatie van deze waarde levert dat over 17 jaar over 0,1% van het damwand oppervlak gatvorming is te verwachten.

4.3.2.2 Alternatief ervaringsgetallen FMT kade, voorzijde vanaf diepte NAP-6,00m, PU20

Bouwjaar = 2002
m = 9,3 mm (meetpunt 3)
s = 0,270 mm
$d_{0,1\%}$ = 9,3 – (3,08 * 0,270) = 8,4 mm
Afroesting tot heden = 10,0 – 8,4 = 1,6 mm
Corrosiesnelheid = 1,6/9 = 0,17 mm per jaar.
Extrapolatie van deze waarde levert dat over 49 jaar over 0,1% van het damwand oppervlak gatvorming is te verwachten.

5. Conclusies

5.1 Constructieve veiligheid

De constructieveiligheid wordt bepaald door de toestand van de buispalen. Aangehouden is dat tot een veiligheid van 1,3 de veiligheid voldoende is. Wordt de veiligheid kleiner dan zijn controleberekeningen noodzakelijk om de veiligheid nauwkeuriger in beeld te brengen.

5.1.1 Beschouwing constructieve veiligheid FMT kade

De flens van het Peiner PSP 400L profiel heeft een theoretische wanddikte van 13,5 mm.
De constructieve veiligheid volgens de ontwerpberekening is 1,5. Er is tijdens het ontwerp een corrosietoeslag van 0,05 mm/jaar meegenomen waardoor de constructieve veiligheid 1,775 is.
Deze berekende corrosiesnelheid van 0,22 mm per jaar op basis van gewogen pittingdiepte en de gemiddelde wanddikte levert nu een restveiligheid van 1,50 die in Beheersfase 1 ligt.
De afroesting houdt in dat over 25 jaar de veiligheid op de sterkte 1,0 is.
De veiligheidsfactor 1,0 geldt hierbij als kritieke ondergrens.
Hieruit blijkt dat de corrosiesnelheid aanzienlijk hoger ligt dan tijdens het ontwerp aangehouden.

5.2 Beschouwing gronddichtheid

5.2.1 Gronddichtheid (locale condities)

Op basis van de beschouwing met betrekking tot de gronddichtheid zijn de gemeten gemiddelde dikten en de maximale pittingdieptes van belang.

5.2.1.1 FMT kade

Uit deze beschouwing volgt dat in de tussenplanken de eerste gatvorming na 8 jaar mogelijk ontstaat en over 17 jaar mogelijk 0,1% van het totale damwandoppervlakte is doorgeroest.
Binnen die tussengelegen periode moet de inspectiefrequentie daarop worden aangepast.
Geadviseerd wordt om bij een inspectie over 5 jaar dit opnieuw in de beschouwing op te nemen tenzij de kade is voorzien of binnenkort zal worden voorzien van een kathodische bescherming.
In dat geval zal het inspectieprotocol hierop aangepast moeten worden.

5.2.2 Gronddichtheid (gemiddelde waarde)

5.2.2.1 FMT kade

De tussenplanken PU20 met een theoretische wanddikte van 12,4 mm zijn in de afgelopen 9 jaar met 1,9 mm gecorrodeerd (gemiddeld 0,22 mm per jaar).
Alleen de locale condities zijn maatgevend voor de gronddichtheid.
Naast wanddiktemetingen zijn ook inspecties uitgevoerd op eventuele slotopeningen of mechanische schades. Volgens de veldrapportage zijn geen slotopeningen of mechanische beschadigingen geconstateerd.

5.3 Imperfecties

Op deze kade zijn geen imperfecties in de vorm van slotopeningen of mechanische schades aangetroffen.
Tijden de duikinspectie is een lekkende reparatieplaat geconstateerd. Deze lekkage heeft waarschijnlijk de ontgronding onder en achter de steiger veroorzaakt. Deze lekkage is verholpen.

6. Beheeradvies

6.1 Voor iedere beheerfase gelden de volgende beheeradviezen:

- **Beheerfase 1 (nog acceptabel):** Met een minimale reservecapaciteit op de sterkte van de kade van 30% (belastingfactor 1,3) bevindt deze kade zich nog in een acceptabele veiligheidsfase. Geadviseerd wordt om een vervolginspectie uit te voeren op het tijdstip waarbij diagonaal de horizontale lijn met een veiligheidsfactor van 1,3 snijdt doch met een maximum van 5 jaar.

- **Beheerfase 2 (risico):** Met een minimale reservecapaciteit van 20% bevindt deze kade zich in een fase waarvoor het volgende beheer advies wordt voorgesteld:
  - Inspectie om de 3 jaar.
  - Aan de hand van de 1e inspectieresultaten in deze fase een volledige constructieve herbeschouwing opnemen waarbij de huidige en toekomstge functionaliteit moet worden herzien, zoals b.v. terreinbelasting. De herbeschouwing bestaat uit het maken van een nieuwe constructieberekening van de damwand op basis van “gecorrodeerde profielen” en een eventuele aanpassing van de terreinbelasting. In de herberekening dient ook rekening gehouden te worden de pitting aan het staaloppervlak. De extra reductie van de staaldikten t.g.v. pitting moet dan gerelateerd worden aan de berekende spanningsverdeling in de damwand.
  - De resultaten te gebruiken voor aanpassing van het beheerplan;
  - In deze fase kan ook overwogen worden om een kathodische bescherming toe te passen in het geval de kade volgens de grafiek ongewenst te vroeg beheerfase 3 bereikt.

- **Beheerfase 3 (onveilig):** In deze fase is het nodig om constructieve maatregelen te treffen zoals het versterken van de damwand door middel van op te lassen lamellen op de buiken en de kassen van het damwand profiel. Ook is het mogelijk om middels een herziene constructieberekening (zie beheerfase 2) aantoonbaar te maken dat b.v. een reductie van de terreinbelasting voldoende is.

6.2 Gebruiksfasen vanaf 2010 m.b.t. sterkte

Zie tabel in bijlage 5:

- Het bouwjaar is 2002 met een veiligheidsfactor **1,775**;
- Het inspectiejaar is 2011 met een af te lezen (rest)veiligheidsfactor van **1,50;**
- De (rest)veiligheidsfactor van **1,50** ligt in **beheerfase 1;**
- Het betreffende beheeradvies behorend bij beheerfase 2/3 is omschreven in par**. 6.1.**

6.3 Gebruiksfasen vanaf 2010 m.b.t. gronddichtheid

Rekening houdend met de gronddichtheid adviseren wij de damwand over 5 jaar te controleren op gaten, zodat ongewenst zandverlies verzakkingen van de verhardingsconstructie voorkomen kan worden. Indien voor die tijd kathodische bescherming wordt aangebracht kan deze controle achterblijven.

6.4 Gebruiksfasen vanaf 2010 m.b.t. imperfecties

Geen directe preventieve of correctievieve maatregelen nodig.

6.5 Eindadvies

De FMT kade bevindt zich in beheerfase 1. In deze fase zijn geen constructieve maatregelen nodig zoals het versterken van de damwand.
Tijdens het ontwerp is een corrosiesnelheid aangenomen van 0,02 mm/jaar. Deze blijkt echter veel hoger te liggen (0,22 mm/jaar). Bij deze corrosiesnelheid zal de beoogde ontwerplevensduur van de kade niet worden behaald.
Indien een kathodische bescherming wordt aangebracht kan de ontwerplevensduur wel worden behaald.

7. Magnetische verkenning

7.1 Algemeen

Bij de FMT kademuur in de Quarleshaven te Vlissingen is aan de achterzijde een gat gevallen in het talud waardoor ook
schade aan het achterliggende maaiveld is ontstaan. In de huidige situatie een deel van de dekvloer weggehakt zodat de schade aan het talud zichtbaar is geworden. Naast de zichtbare schade is ons verzocht een inschatting te maken over de staat van de combiwand met behulp van sondering net voor dan wel achter de combiwand. Deze sonderingen voorzien in de mogelijkheid tot een magnetische verkenning naast de standaard geotechnische parameters als puntdruk en kleef.

7.2 Samenvatting rapportage

Voor de rapportage wordt verwezen naar bijlage 6

Het onderzoek is uitgevoerd in februari 2011. Uiteindelijk zijn er 7 sonderingen uitgevoerd. De sonderingen zijn uitgevoerd met de ballastwagen en conus p-15 000665 Geopoint. Vooraf is een gat gekernd in de dekvloer van ca 50 cm, vervolgens is met behulp van de boorrups een boorbuis geplaatst tot de onderkant van het stortsteen. De verkregen informatie over de metingen van de onderkant stortsteen, de plank en buis diepte.
Opmerkingen:

- Puntdruk
- Storsteenprofiel
- Constructie aanpassing
- Positie van de schade

Puntdruk

Bij de metingen is opgevallen dat de puntdruk sterk wisselend is tussen de verschillende meetpunten, dit heeft ertoe geleidt dat niet in alle gevallen de onderkant buispaal te meten is geweest.

Stortsteenprofiel

Opmerkelijk is ook het stortsteen profiel. Dit is sterk wisselend. Bij een schouw van de schade is de deklaag tussen een halve en hele meter stortsteen. Bij de boring van de casingbuis zijn laagdikten tot 6 meter aangetroffen en lijken in relatie te staan tot het gevallen gat. Het feit dat het stortsteen ook op een diepere laag wordt aangetroffen wijst erop dat er materiaal onder de wand is uitgespoeld. Dit heeft ertoe geleid dat het geotextiel is afgeschuurd onder druk van het bovenliggende stortsteen.

Constructie aanpassing

In de eerste palen rij is op 1 locatie net naast de schade is een overkluizing gemaakt van een paal met stalen buispalen.

Positie van de schade

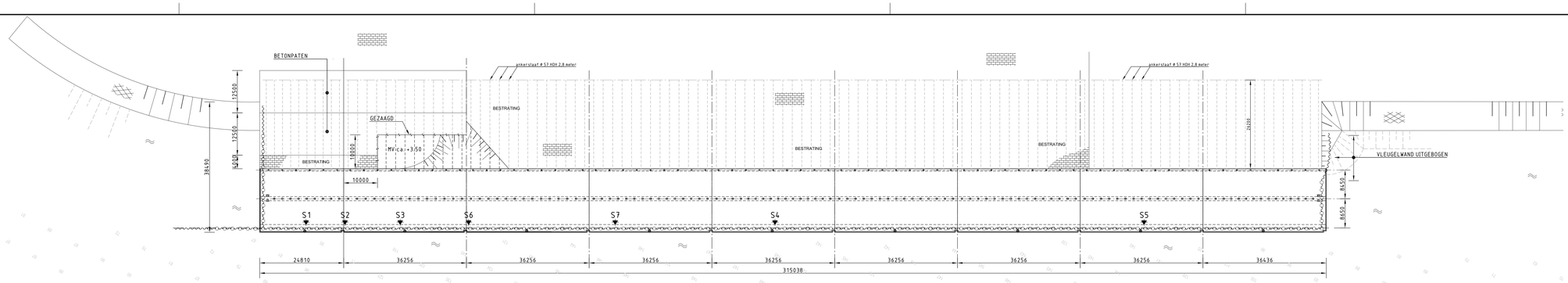
De positie van de schade lijkt overeen te komen met de plaats van afmeer positie van de boegschroef van de schepen.

Op meetpunt 6 is vertoond het magnetische profiel een grote afwijking met de andere meetpunten. Er ontbreekt een duidelijke overgang van de buispaal naar de tussenplank. De positie ligt vrijwel in het midden van de zichtbare schade. Het valt aan te bevelen om aan de buitenzijde van de kade een visuele inspectie door duikers te laten uitvoeren naast een verkenning van het lokale waterbodemprofiel.

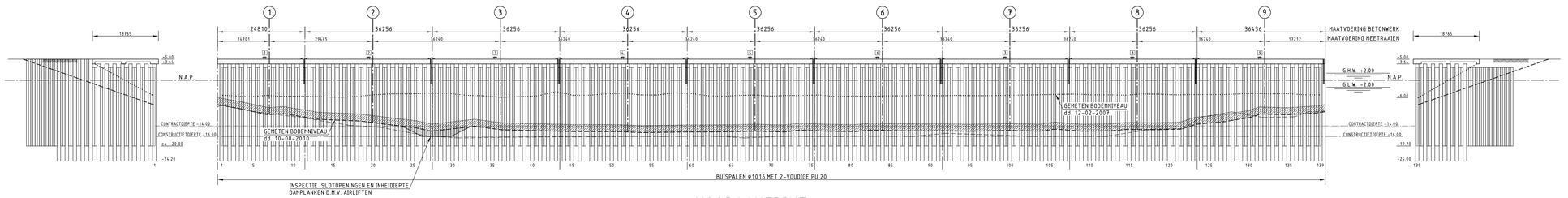
Na visuele duikinspectie aan de voorzijde van de wand is gebleken dat de wand wel aanwezig was tot het niveau van het ontwerp.

Verklaring voor de afwijkende meting kan zijn dat door het intensieve boorwerk door de dikke groutlaag een afwijking is ontstaan in de helling van de sondering waardoor de meetconus dusdanig ver van de wand is uitgekomen dat de overgang ter plaatse van de onderkant van de tussenplanken niet meer waarneembaar was door verstoring door de buispalen.

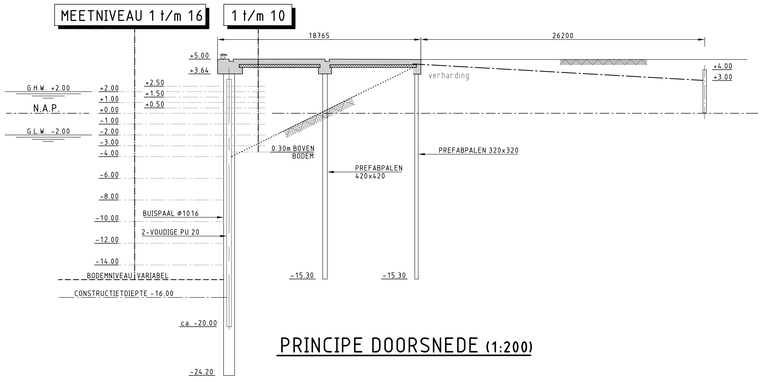
Bijlage 1 Tekening HH-2486-T-001



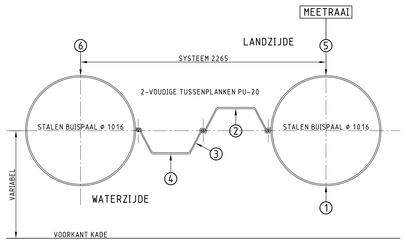
BOVENAANZICHT (1:500)



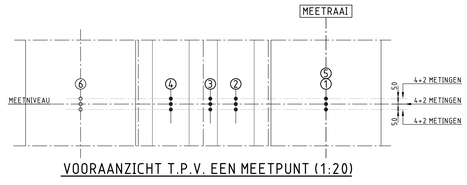
VOORAANZICHT (1:500)



PRINCIPE DOORSNEDE (1:200)



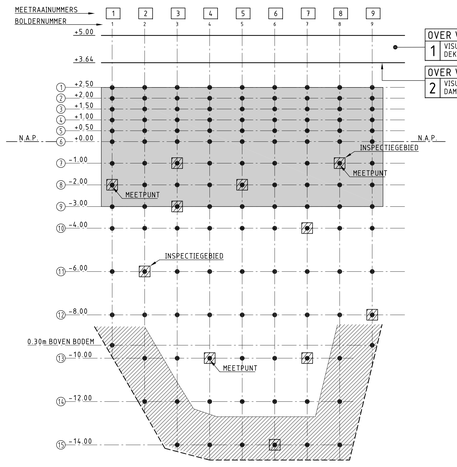
DOORSNEDE T.P.V. EEN MEETPUNT (1:20)



VOORAANZICHT T.P.V. EEN MEETPUNT (1:20)

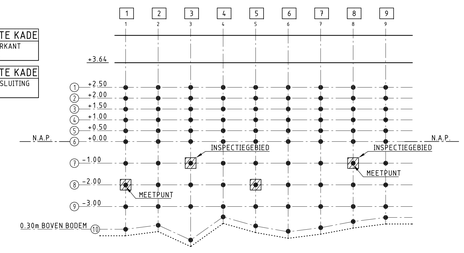
DETAIL MEETPUNT VAN WANDDIKTE-CONTROLE METING (1:20)

(PER MEETPUNT 3 METINGEN UITVOEREN)



MEETPUNTEN (1 t/m 4) VOORZIJDE

AANTAL MEETPUNTEN = 130
AANTAL METINGEN 130x12 = 1560



MEETPUNTEN (5 en 6) ACHTERZIJDE

AANTAL MEETPUNTEN = 90
AANTAL METINGEN 90x6 = 540

SCHEMA MEETPUNTEN ALGEMENE DIKTEMETING (1:100)

- GEDETAILLEERDE INSPECTIEGEBIEDEN OVER 5.00 m² SCHRONSPUITEN MET HOGE DRUK (MIN. 300 Bar) EN INSPECTEREN OP PITTINGGRADATIES
- 100% VISUEELE INSPECTIE OP GATVORMING (TUSSENPLANKEN) VAN +2.50 TOT -3.00
- 100% VISUEELE INSPECTIE OP SLOTOPENINGEN TOT 2m BOVEN BOVENNIVEAU

SITUATIE

- ALLE MATEN IN MILLIMETERS, TENZIJ ANDERS VERMELD
- HOOGTE MATEN IN METERS T.O.V. N.A.P.

▼S1 – SONDERINGEN
– – – – – – BODEMNIVEAU BUITENZIJDE VOLGENS PEILING MAART 2003
– – – – – BODEMNIVEAU BUITENZIJDE VOLGENS PEILING 10-08-2010
····· BODEMNIVEAU BINNENZIJDE VOLGENS PEILING 12-02-2007

VERSIE

f			
e			
d			
c	VOORLOPIG 28-03-2011		
b	TWEEDE UITGAVE	P. VERDOORN	28-03-2011
a	EERSTE UITGAVE	P. VERDOORN	02-02-2011
Versie	Omschrijving	Tekenaar	Datum
Bestandsnaam : T0018.DWG		Projectcode :	Verwijzing :

Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken
Ingenieursbureau

Galvanistraat 15
Postbus 6633
3002 AP ROTTERDAM
Telefoon : 010 489 ___
Telefax : 010 489 ___

CORROSIE INSPECTIE ZEELAND SEAPORTS

HET UITVOEREN VAN US-METINGEN MET INSPECTIES

VLISSINGEN FMT-KADE

VOORAANZICHT MET DOORSNEDEN EN DETAILS

Getekend:	Gecontroleerd:	Gevisumeerd:
02-02-2011	02-02-2011	02-02-2011
P. VERDOORN Paraaf	P. JONGBLOED Paraaf/Datum	H. PACEJKA Paraaf/Datum

Bidcom nr.: Nummer: WERKOMSCHRIJVING
Geografische code :
Formaat : Blad van
Schaal : Meten

Tekeningnr. : HH2486 - T - 001 b
Wbi/projectcode ___ Soort ___ Volgnr. Ver.

M:\WORK\THWENT\WATERBOUW\HH2486 INSPECTIE KADE FMT\2_UITVOERING\2_PROJECTRESULTATEN\TEKENINGEN\HH

Bijlage 2 Meetresultaten & grafieken FMT kade, voorzijde tot NAP-6,00m

Samenvatting

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

BOUWJAAR :	**2002**
LEEFTIJD TOT HEDEN	**9**

Bodemdiepte in meters t.o.v. NAP :	**-14,00**

OVERZICHT VAN ALLE ANALYSES

Korte toelichting :	

STERKTE	**meetpunt 1**	**meetpunt 2**	**meetpunt 3**	**meetpunt 4**	**meetpunt 5**	**meetpunt 6**	**meetpunt 7**
$t_{oorspr.}$ in mm	15,4	12,4	10,0	12,4			
$t_{gem.}$ in mm	14,7	11,6	8,9	11,8			
t_{equi} in mm	13,6	10,5	8,9	10,6			
$v1_{corr}$ in mm/jaar	0,20	0,22	0,12	0,20			
	EINDE BEHEERSFASE WORDT BEREIKT IN HET JAAR						
HUIDIGE VEILIGHEID :	2,68	1,26	1,34	1,28			
BEHEERFASE 1 :	2045	2009	2013	2010			
BEHEERFASE 2 :	2048	2013	2019	2014			
BEHEERFASE 3 :	2052	2021	2030	2022			
GRONDDICHTHEID	**EERSTE GATVORMING IN HET JAAR**						
$t_{grond.}$ in mm	10,7	7,6	4,9	7,8			
$v2_{corr}$ in mm/jaar	0,52	0,53	0,56	0,51			
eerste gatvorming in :	2031	2025	2019	2026			

t_{oorspr} = oorspronkelijke wanddikte

t_{gem} = overall gemiddelde wanddikte

t_{equi} = de gecorrigeerde wanddikte

$v1_{corr}$ = gemiddelde corrosiesnelheid voor de bepaling van de sterkte.

BEHEERFASE 1 : de veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar 1,3
BEHEERFASE 2 : de veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar 1,2
BEHEERFASE 3 : de veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar 1,0

$t_{grond} = t_{gem}$ - max. weegfactor bij de grootste gemeten pittingdiepte

gem. corrosie snelheid $v2_{corr} = (t_{oorspr} - t_{grond})$ / expositietijd

GRONDDICHTHEID	**0,1% van wandoppervlak volledig weg gecorrodeerd (geldt alleen voor damwand)**						
	Buispaal 1016 mm bu	Buik PU20	Flens PU20	Kas PU20			
$t_{gem.}$ in mm	14,7	11,6	8,9	11,8			
standaard afwijking	0,816	0,753	0,800	0,711			
wanddikte bij 0,1 % kans	12,22	9,32	6,48	9,58			
Afroesting in mm	3,2	3,1	3,5	2,8			
$v3_{corr\ 0,1\%}$ in mm/jaar	0,353	0,342	0,391	0,313			
wanddikte=0 na X jaar	35	27	17	31			
Verwachting eerste gat in het jaar	2046	2038	2028	2042			

0,1 % kans = $t_{gem.}$ - 3,08*standaardafwijking

$t_{oorsp.}$ - wanddikte bij 0,1% kans

$v3_{corr\ 0,1\%}$ = afroesting / leeftijd tot heden

wanddikte bij 0,1% kans / $v3_{corr\ 0,1\%}$

Jaartal = Leeftijd bij inspectiedatum + (wanddikte=0 na X jaar)

ANALYSE MP1

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

Histogram

BOUWJAAR :	2002
LEEFTIJD TOT HEDEN	9

Bodemdiepte in meters t.o.v. NAP :	-14,00	Profiel MP :	Buispaal 1016 mm bu
Oorspronkelijke wanddikte in mm :	15,4	Type wand :	Combi

US WANDDIKTEMETINGEN met een nauwkeurigheid van 0,1 mm

Niveau t.o.v. N.A.P.	meetraai 1 MP 1	meetraai 2 MP 1	meetraai 3 MP 1	meetraai 4 MP 1	meetraai 5 MP 1	meetraai 6 MP 1	meetraai 7 MP 1	meetraai 8 MP 1	meetraai 9 MP 1	meetraai 10 MP 1	meetraai 11 MP 1	Gemid. per niveau	max min
2,55	15,3	15,2	14,5	14,4	15,0	15,1	15,4	15,4	15,0				15,6
2,50	15,4	15,3	14,6	14,2	14,9	15,2	15,4	15,6	15,2			15,1	
2,45	15,3	15,3	14,5	14,4	14,9	15,2	15,4	15,6	15,2				14,2
2,05	15,5	15,3	15,0	14,4	14,8	15,1	15,4	15,4	15,2				15,5
2,00	15,4	15,1	15,1	14,5	14,9	15,2	15,4	15,5	15,4			15,1	
1,95	15,4	15,2	15,0	14,4	14,8	15,1	15,4	15,4	15,5				14,4
1,55	15,4	15,2	15,1	14,4	14,8	15,2	15,4	15,5	15,5				15,5
1,50	15,3	15,3	15,1	14,4	15,0	15,3	15,4	15,4	15,4			15,2	
1,45	15,4	15,2	15,0	14,4	15,0	15,2	15,4	15,5	15,4				14,4
1,05	15,2	15,3	15,2	14,2	14,9	15,2	15,4	15,5	15,4				15,8
1,00	15,3	15,4	15,0	14,3	14,8	15,2	15,3	15,4	15,2			15,2	
0,95	15,3	15,2	15,0	14,2	15,8	15,3	15,3	15,6	15,3				14,2
0,55	15,0	15,0	15,0	14,3	14,9	15,2	15,4	15,3	15,2				15,5
0,50	15,3	15,1	15,1	14,3	14,7	15,2	15,4	15,2	15,0			15,1	
0,45	15,3	15,0	15,2	14,3	15,0	15,2	15,5	15,3	15,1				14,3
0,05	15,2	15,0	15,2	14,3	14,7	15,2	15,3	15,0	15,3				16,1
0,00	15,1	16,1	15,2	14,2	14,6	15,0	15,1	15,0	15,4			15,1	
-0,05	15,2	14,9	15,1	14,2	14,8	15,4	15,3	15,1	15,5				14,2
-0,95	15,2	14,8	14,5	14,0	14,5	14,4	15,0	15,4	15,3				15,9
-1,00	15,2	15,0	14,6	14,0	14,2	15,0	14,7	15,4	14,0			14,8	
-1,05	15,0	14,9	14,5	13,8	14,5	15,1	15,1	15,4	15,9				13,8
-1,95	14,8	14,5	14,4	13,6	13,6	12,4	14,9	12,7	13,9				15,0
-2,00	14,8	14,4	14,6	13,8	13,6	12,4	14,3	12,6	12,6			13,7	
-2,05	14,3	15,0	14,1	13,9	13,7	11,9	14,9	12,1	13,0				11,9
-2,95	14,9	14,3	11,4	13,9	13,4	11,7	14,7	14,3	15,1				15,1
-3,00	15,0	14,6	12,9	10,5	13,5	11,6	14,9	14,9	14,6			13,6	
-3,05	14,6	14,6	11,9	13,8	13,5	11,2	14,9	12,6	15,0				10,5
-3,95	14,5	15,0	13,7	14,0	14,2	14,6	15,1	14,6	15,0				15,1
-4,00	15,1	14,6	14,9	13,8	13,7	14,8	14,8	14,7	15,0			14,5	
-4,05	14,8	14,8	14,8	13,2	13,9	14,4	14,9	14,4	14,8				13,2
-5,95	14,8	14,7	15,1	14,2	14,0	14,8	15,0	14,8	15,2				15,2
-6,00	15,1	15,2	15,1	13,4	14,2	15,0	14,7	14,6	15,2			14,8	
-6,05	15,0	15,1	15,0	14,0	14,5	15,0	15,0	14,8	14,8				13,4
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													

Totaal:	Overall gemiddelde wanddikte	MAX	16,1
			14,7
		MIN	10,5
Oorspronkelijke wanddikte			15,4 mm
	gemiddeld afgeroest over 9,0 jaar		0,7 mm
Gemiddelde corrosie per jaar in mm			0,07 mm/jaar

PITTING	WEGING
< 2 mm	1,0
2 t/m 3	2,5
> 3 mm	4,0

	meetraai 1	meetraai 2	meetraai 3	meetraai 4	meetraai 5	meetraai 6	meetraai 7	meetraai 8	meetraai 9	meetraai 10	meetraai 11	
Niveau N.A.P. :	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Weging	Oppervlakte intensiteit in %											max. weging
1,0	68	58	25	30	40	25	83	40	28	0	0	4
2,5	13	8	8	14	13	5	15	3	8	0	0	
4,0	20	6	18	2	5	13	3	0	3	0	0	

Gewogen pittingdiepte in mm										
1,79	1,01	1,14	0,72	0,91	0,88	1,30	0,46	0,56		

Gewogen max. pittingdiepte t_{pit} :	1,79	mm	Gewogen min. pittingdiepte t_{pit} :	0,46	mm

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

MEETPUNT	1

Oorspronkelijke wanddikte t_{oorspr} :	15,4	mm in	2002
Overall gemiddelde wanddikte t_{gem} :	14,74	mm in	2011
expositietijd	9	jaar	

Berekening equivalente wanddikte in mm :	$t_{equi} = t_{gem} - C * t_{pit}$		
C = vormfactor =	0,66		
Gewogen maximale pittingdiepte in mm t_{pit} :	1,79		
De gecorrigeerde wanddikte t_{equi} =	13,56	mm in	**2011**

STERKTE CRITERIUM

gem. corrosie snelheid v1 $_{corr}$ = (t_{oorspr} - t_{equi}) / expositietijd	mm/jaar
Veiligheid in het jaar van de bouw	$\gamma_{T=0}$
Veiligheidsfactor behorende bij de beschouwde beheersfase	$\gamma_{T=t}$
Levensduurverwachting T1 $_{jaar}$ = t_{oorsp} * ($\gamma_{T=0}$ - $\gamma_{T=t}$) / ($\gamma_{T=0}$ * v1 $_{corr}$)	

gem. corrosiesnelh. v1 $_{corr}$:	**0,205**	mm/jaar over	9	jaar expositie	

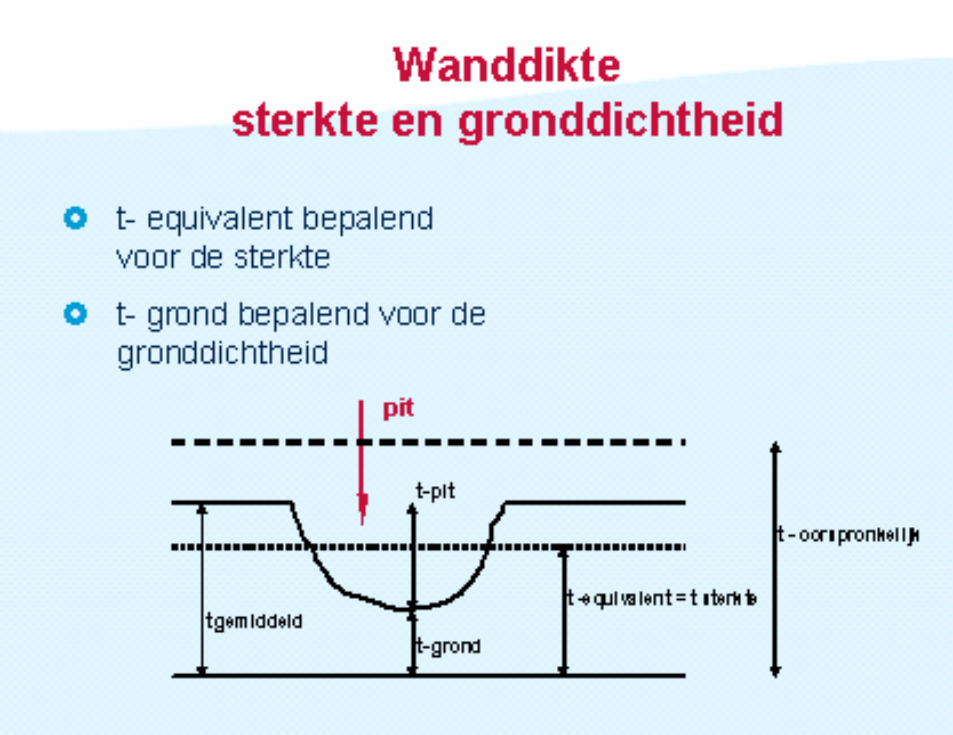
		Veiligheid niveau $\gamma_{T=t}$	Aantal jaren	Jaartal
BEHEERSFASE 1 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,3**	43	2045
BEHEERSFASE 2 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,2**	46	2048
BEHEERSFASE 3 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,0**	50	2052

GRONDDICHTHEID CRITERIUM

t_{grond} = t_{gem} - max. weegfactor bij de grootste gemeten pittingdiepte
gem. corrosie snelheid v2 $_{corr}$ = (t_{oorspr} - t_{grond}) / expositietijd
Levensduurverwachting T2 $_{jaar}$ = (t_{grond} / v2 $_{corr}$)

max. weegfactor :	4,0	mm				
t_{grond} :	10,7	mm				
gem. corrosiesnelh. v2 corr :	**0,52**	mm/jaar	na	9	jaar expositie	
eerste gatvorming na :	**20,00**	jaar vanaf heden is in		2031		

Overzicht meetpunt		0
$t_{oorspr.}$	15,4	mm
$t_{gem.}$	14,7	mm
t_{equi}	13,6	mm
t_{grond}	10,7	mm
Veiligheid = 1,0 in	2052	jaar
Eerste gat in	2031	jaar



De grafieken moeten als volgt geïnterpreteerd worden:

Beheerfase 1 : Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.5 en 1.3 ligt (een terugloop in de marge van de constructieve veiligheid van 50% naar 30%);

Beheerfase 2: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.3 en 1.2 ligt;

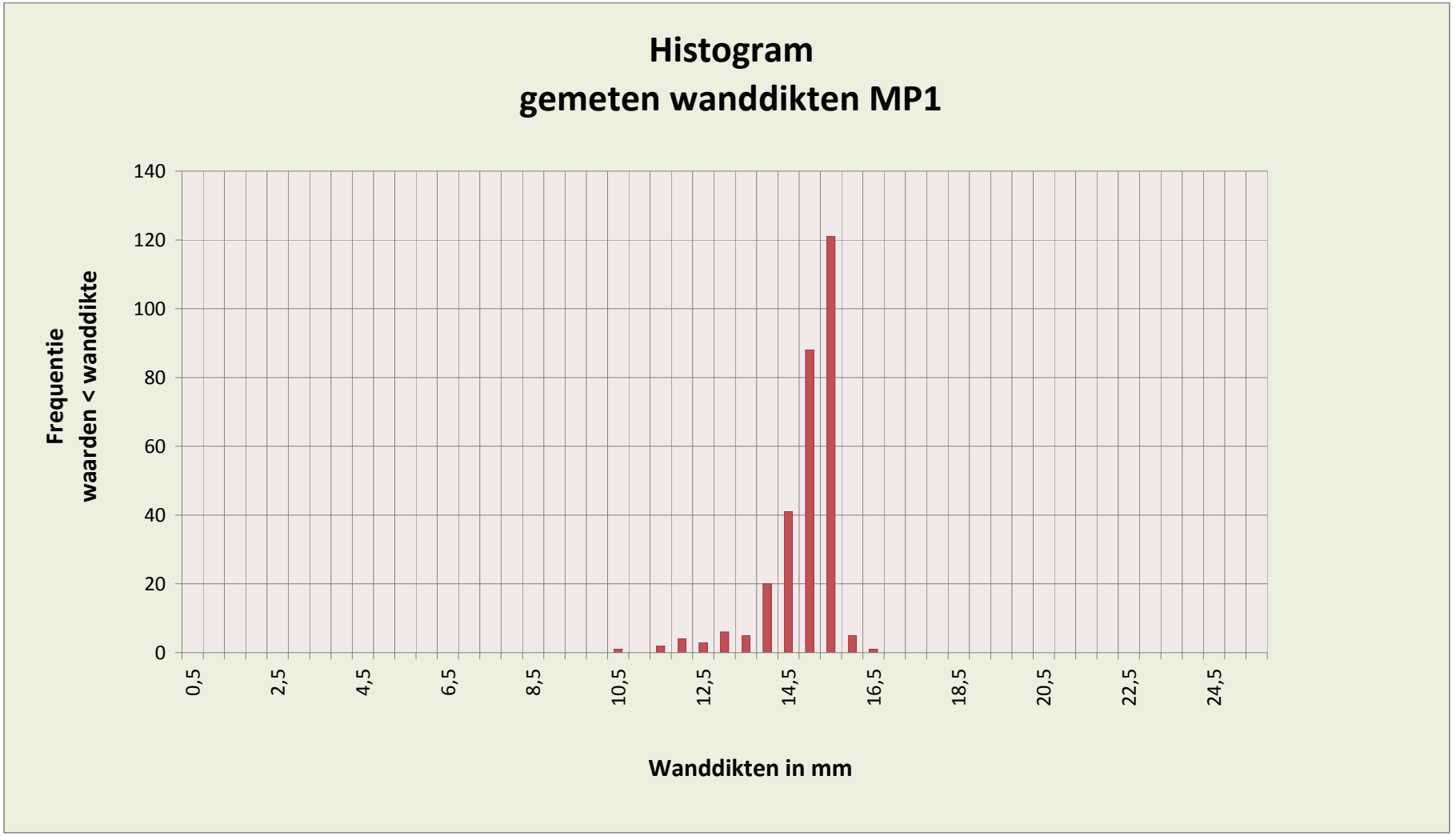
Beheerfase 3: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.2 en 1.0 ligt.

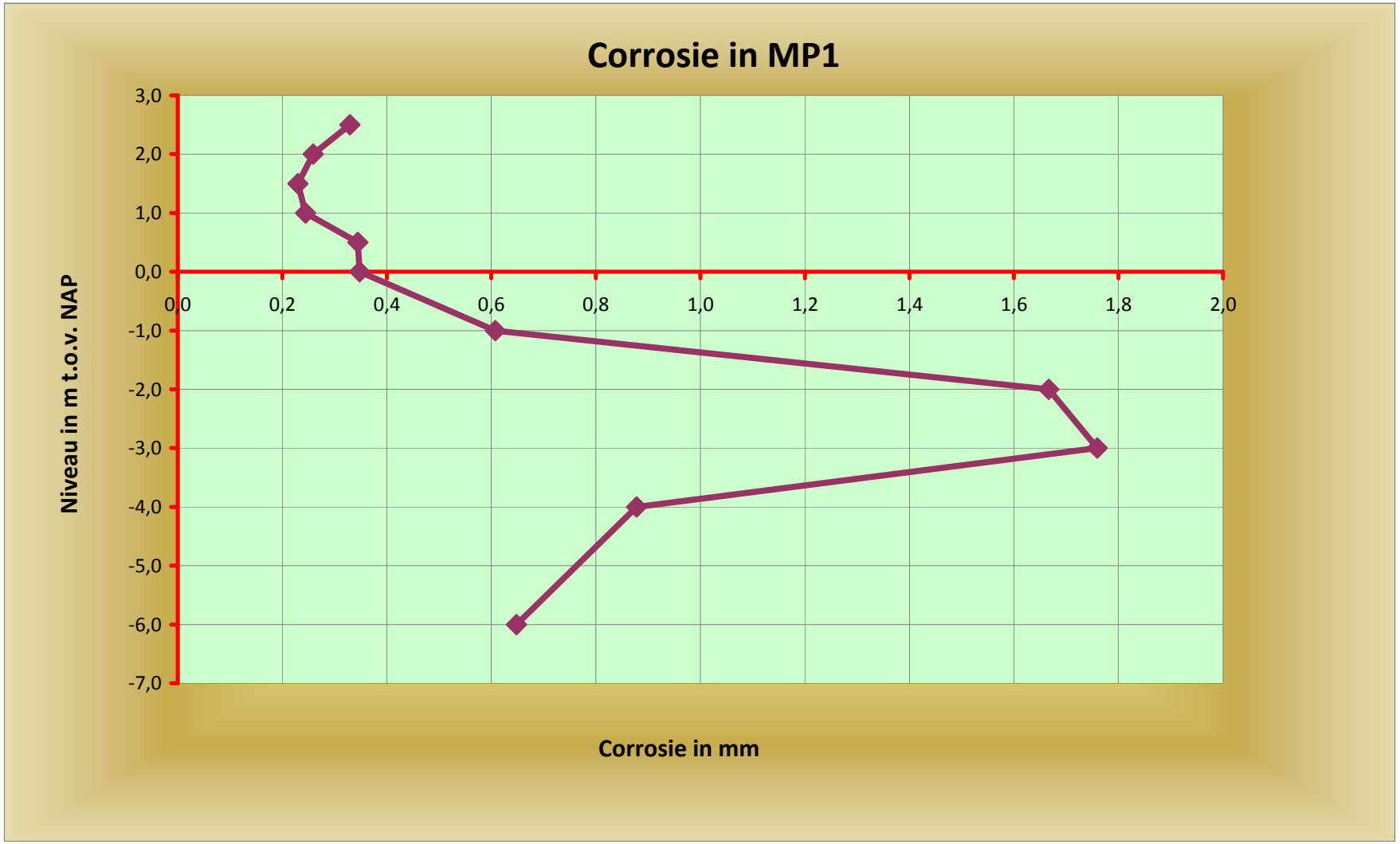
Standlijn bouwjaar: Dit Dit is de verticale lijn die het bouwjaar van de kade aangeeft waarbij een veiligheidsfactor van 1.5 geldt;

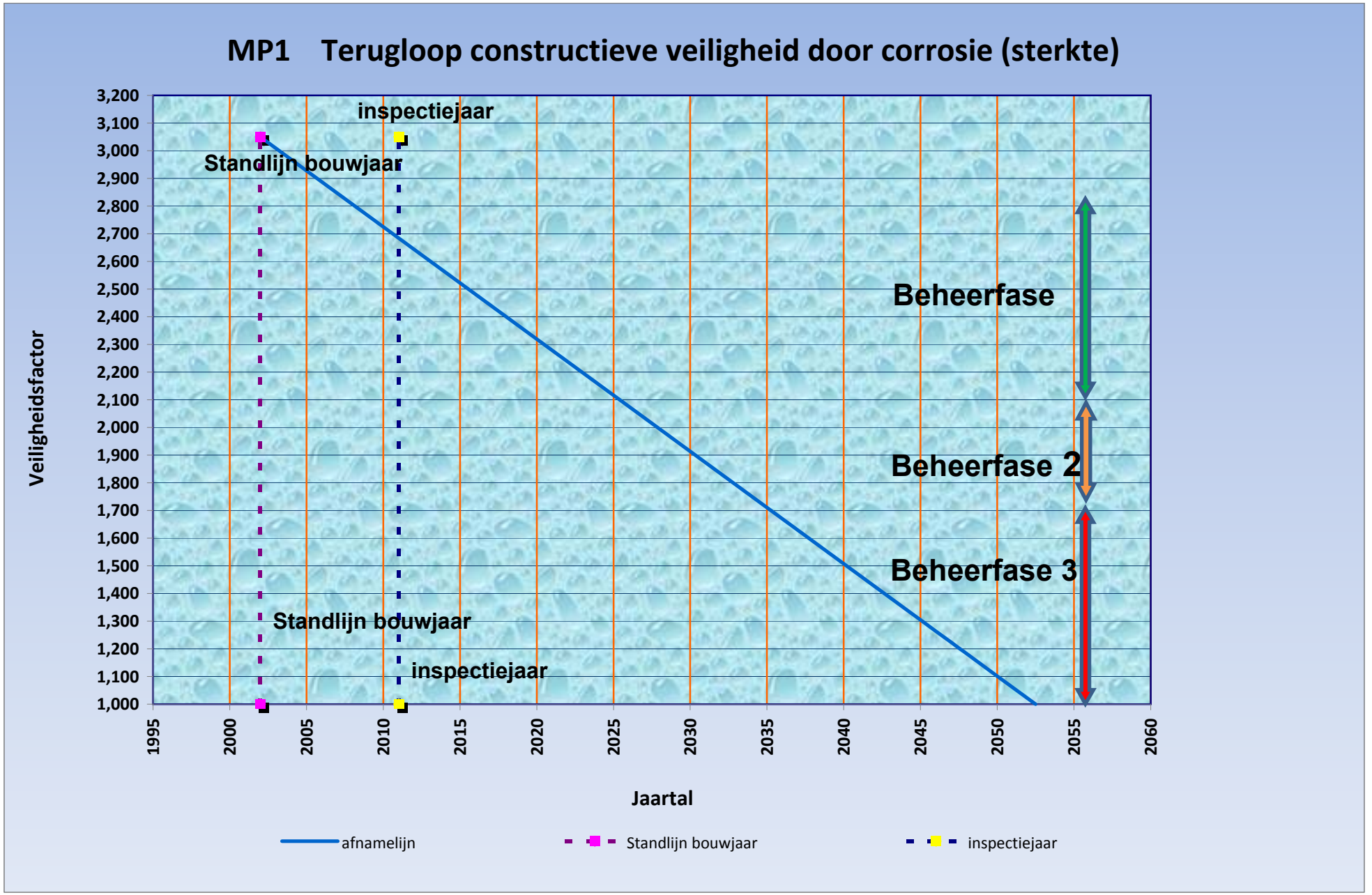
Standlijn inspectiejaar Dit is de verticale lijn die het jaartal van de inspectie aangeeft;

Afnamelijn : Dit is lijn die de afname van de constructieve veiligheid aangeeft als relatie van de veiligheid en de tijdsduur.

Het snijpunt van de afnamelijn en standlijn inspectiejaar geeft de huidige beheerfase aan.


Histogram
gemeten wanddikten MP1
Frequentie
waarden < wanddikte
140
120
100
80
60
40
20
0
0,5
2,5
4,5
6,5
8,5
10,5
12,5
14,5
16,5
18,5
20,5
22,5
24,5
Wanddikten in mm


Corrosie in MP1
Niveau in m t.o.v. NAP
3,0
2,0
1,0
0,0
-1,0
-2,0
-3,0
-4,0
-5,0
-6,0
-7,0
0,0
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
1,2
1,4
1,6
1,8
2,0
Corrosie in mm


MP1 Terugloop constructieve veiligheid door corrosie (sterkte)
Veiligheidsfactor
3,200
3,100
3,000
2,900
2,800
2,700
2,600
2,500
2,400
2,300
2,200
2,100
2,000
1,900
1,800
1,700
1,600
1,500
1,400
1,300
1,200
1,100
1,000
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
2055
2060
Jaartal
inspectiejaar
Standlijn bouwjaar
Beheerfase
Beheerfase 2
Beheerfase 3
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
afnamelijn
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar

ANALYSE MP2

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

BOUWJAAR :	2002
LEEFTIJD TOT HEDEN	9

Bodemdiepte in meters t.o.v. NAP :	-14,00	Profiel MP :	Buik PU20
Oorspronkelijke wanddikte in mm :	12,4	Type wand :	Combi

US WANDDIKTEMETINGEN met een nauwkeurigheid van 0,1 mm

Niveau t.o.v. N.A.P.	meetraai 1 MP 2	meetraai 2 MP 2	meetraai 3 MP 2	meetraai 4 MP 2	meetraai 5 MP 2	meetraai 6 MP 2	meetraai 7 MP 2	meetraai 8 MP 2	meetraai 9 MP 2	meetraai 10 MP 2	meetraai 11 MP 2	Gemid. per niveau	max min
2,55	10,1		10,6	9,4	10,0	10,5	9,9						10,7
2,50	10,2		10,6	10,0	10,1	10,6	9,9					10,1	
2,45			10,6	9,6	10,0	10,7	9,8	9,8					9,4
2,05	9,9	10,6	9,6	10,7		10,5	10,6						11,6
2,00	10,0	9,8	9,1	11,6	10,1	10,4	10,0					10,2	
1,95	10,0		9,7		10,2	10,5	10,2		9,4				9,1
1,55	11,9	11,3	12,0	11,5	11,8	12,6	9,8		12,0				12,6
1,50	11,9		11,7	11,9	12,2	12,6			12,2			11,9	
1,45	12,0		11,6	12,0	12,3	12,6		11,6					9,8
1,05	12,0	11,2	12,2	11,6	9,8	12,4	11,3	11,9	11,7				14,7
1,00	12,2	11,0	12,5	11,9	12,2	12,2	11,6	11,8	14,7			12,0	
0,95	12,2	12,8	12,4	11,5	12,3	12,2	11,5	12,0	12,0				9,8
0,55	12,0	11,7	12,4	11,7	12,0	12,2	11,6	11,8	11,8				12,4
0,50	12,2	11,6	12,2	11,4	12,2	12,0	11,9	11,1	12,0			11,9	
0,45	12,0	11,8	12,2	11,2	12,0	12,2	11,8	11,7	12,0				11,1
0,05	12,0	12,0	12,0	12,0	12,4	12,2	12,1	11,9	12,0				12,4
0,00	11,8	11,8	11,8	11,6	12,0	12,3	12,0	12,0	11,8			12,0	
-0,05	12,0	12,0	12,2	12,0	12,1	12,3	11,9	12,2	12,0				11,6
-0,95	11,8	12,1	12,1	11,9	11,8	12,0	12,1	12,0	12,1				12,3
-1,00	11,8	11,9	12,3	11,8	11,9	12,2	12,0	11,8	11,9			11,9	
-1,05	11,5	12,3	12,3	12,0	11,8	11,7	11,7	12,0	11,2				11,2
-1,95	11,3	11,5	11,8	11,8	11,7	12,2	11,6	11,9	12,6				12,6
-2,00	11,7	11,6	11,9	11,8	12,3	12,6	12,1	12,0	12,4			11,9	
-2,05	11,2	12,0	11,8	11,4	12,4	12,4	11,7	12,0	12,4				11,2
-2,95	11,6	12,3	11,8	12,2	12,2	12,6	12,0	12,2	12,3				12,6
-3,00	11,9	12,0	12,0	12,0	12,0	11,8	12,4	12,2	12,1			12,0	
-3,05	11,7	12,1	12,0	11,4	11,8	12,5	12,0	12,0	12,2				11,4
-3,95	11,6	12,1	12,3	11,6	12,2	11,4	11,3	12,0	12,5				12,6
-4,00	11,4	12,2	11,9	11,8	12,3	11,5	12,2	12,6	12,1			12,0	
-4,05	11,6	12,0	12,1	12,1	12,2	12,0	12,2	12,1	12,5				11,3
-5,95	12,1	12,0	12,3	12,0	12,2	12,0	12,5	12,1	12,1				12,5
-6,00	11,9	12,0	12,2	11,6	12,0	12,0	12,3	11,8	12,2			12,1	
-6,05	12,0	12,1	12,2	12,2	12,3	11,9	12,3	11,9	12,3				11,6
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													

Totaal:	**Overall gemiddelde wanddikte**	MAX	14,7
		11,6	
		MIN	9,1
oorspronkelijke wanddikte			12,4 mm
	gemiddeld afgeroest over	9,0 jaar	0,8 mm
Gemiddelde corrosie per jaar in mm			0,08 mm/jaar

PITTING	WEGING
< 2 mm	1,0
2 t/m 3	2,5
> 3 mm	4,0

	meetraai 1	meetraai 2	meetraai 3	meetraai 4	meetraai 5	meetraai 6	meetraai 7	meetraai 8	meetraai 9	meetraai 10	meetraai 11	
Niveau t.o.v. N.A.P.:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Weging				**Oppervlakte intensiteit in %**								max. weging
1,0	68	58	25	30	40	25	83	40	28	0	0	
2,5	13	8	8	14	13	5	15	3	8	0	0	4
4,0	20	6	18	2	5	13	3	0	3	0	0	

Gewogen pittingdiepte in mm										
1,79	1,01	1,14	0,72	0,91	0,88	1,30	0,46	0,56		

Gewogen max. pittingdiepte t_{pit} :	1,79	mm	**Gewogen min. pittingdiepte t_{pit} :**	0,46	mm

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

MEETPUNT	**2**

Oorspronkelijke wanddikte t_{oorspr} :	12,4	mm in	2002
Overall gemiddelde wanddikte t_{gem} :	11,6	mm in	2011
expositietijd	9	jaar	

Berekening equivalente wanddikte in mm :	$t_{equi} = t_{gem} - C * t_{pit}$		
C = vormfactor =	0,66		
Gewogen maximale pittingdiepte in mm t_{pit} :	1,79		
De gecorrigeerde wanddikte t_{equi} =	10,5	mm in	**2011**

STERKTE CRITERIUM

gem. corrosie snelheid $v1_{corr} = (t_{oorspr} - t_{equi})$ / expositietijd
Veiligheid in het jaar van de bouw
Veiligheidsfactor behorende bij de beschouwde beheersfase
Levensduurverwachting $T1_{jaar} = t_{oorsp} * (\gamma_{T=0} - \gamma_{T=t}) / (\gamma_{T=0} * v1_{corr})$

gem. corrosiesnelh. $v1_{corr}$:	**0,216**	mm/jaar over	9	jaar expositie	

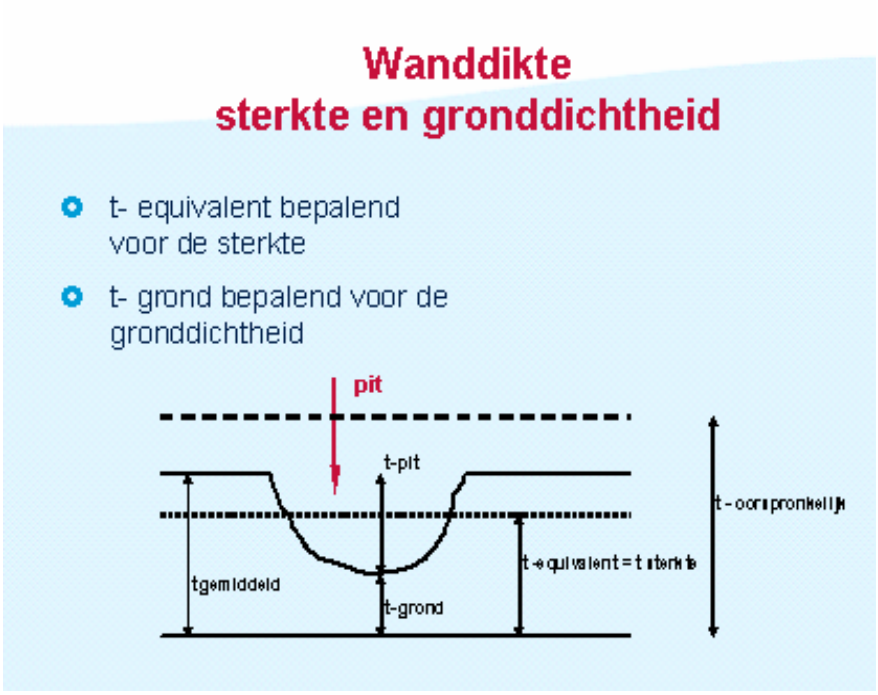
		Veiligheid niveau $\gamma_{T=t}$	**Aantal jaren**	**Jaartal**
BEHEERSFASE 1 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,3**	7	2009
BEHEERSFASE 2 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,2**	11	2013
BEHEERSFASE 3 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,0**	19	2021

GRONDDICHTHEID CRITERIUM

$t_{grond} = t_{gem}$ - max. weegfactor bij de grootste gemeten pittingdiepte
gem. corrosie snelheid $v2_{corr} = (t_{oorspr} - t_{grond})$ / expositietijd
Levensduurverwachting $T2_{jaar} = (t_{grond} / v2_{corr})$

max. weegfactor :	4,0	mm				
t_{grond} :	7,6	mm				
gem. corrosiesnelh. v2 corr :	**0,53**	mm/jaar	na	9	jaar expositie	
eerste gatvorming na :	**14**	jaar vanaf heden is in		2025		

Overzicht meetpunt		**0**
$t_{oorspr.}$	12,4	mm
$t_{gem.}$	11,6	mm
t_{equi}	10,5	mm
t_{grond}	7,6	mm
Veiligheid = 1,0 in	2021	jaar
Eerste gat in	2025	jaar



De grafieken moeten als volgt geïnterpreteerd worden:

Beheerfase 1 : Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.5 en 1.3 ligt (een terugloop in de marge van de constructieve veiligheid van 50% naar 30%);

Beheerfase 2: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.3 en 1.2 ligt;

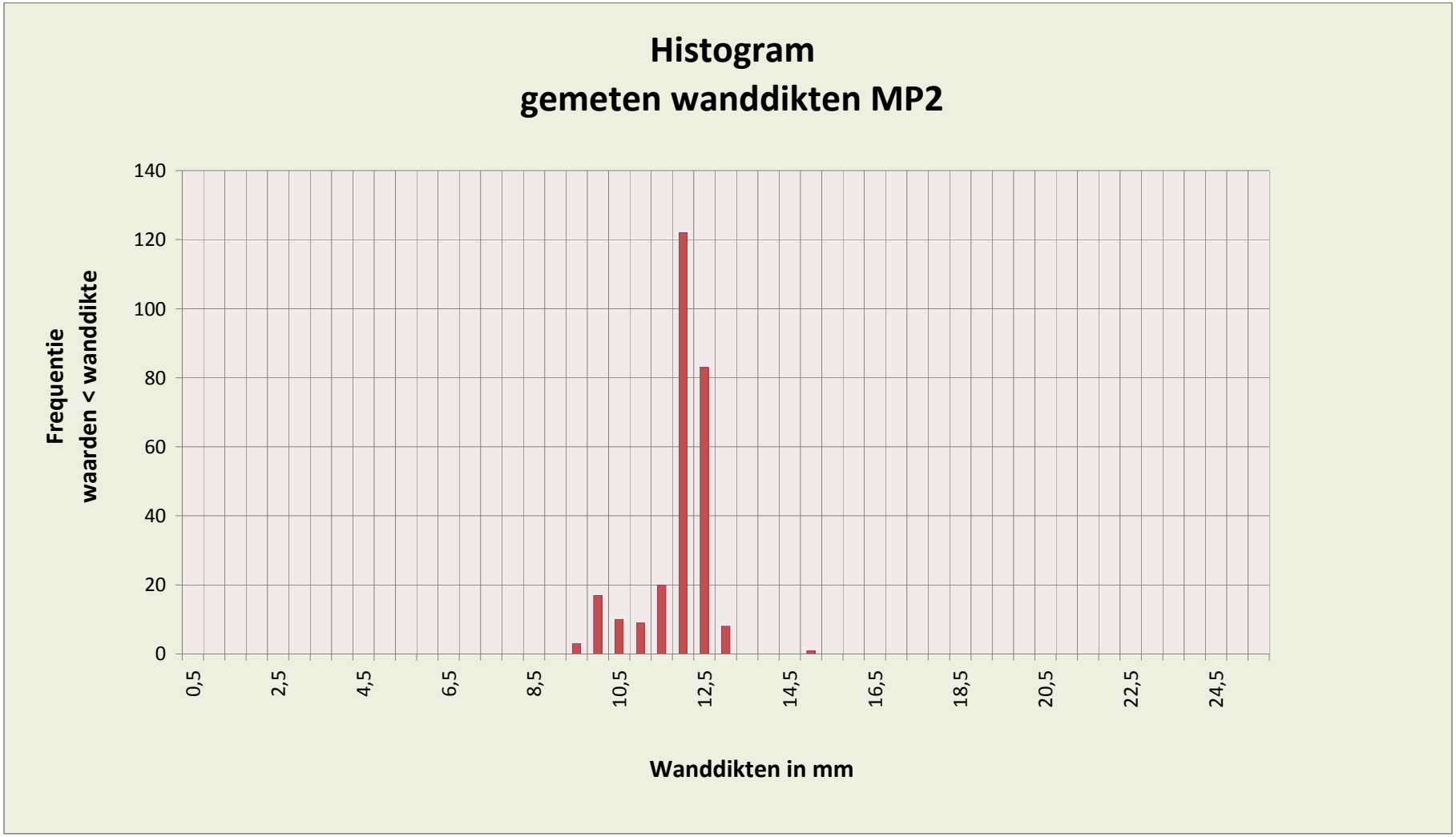
Beheerfase 3: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.2 en 1.0 ligt.

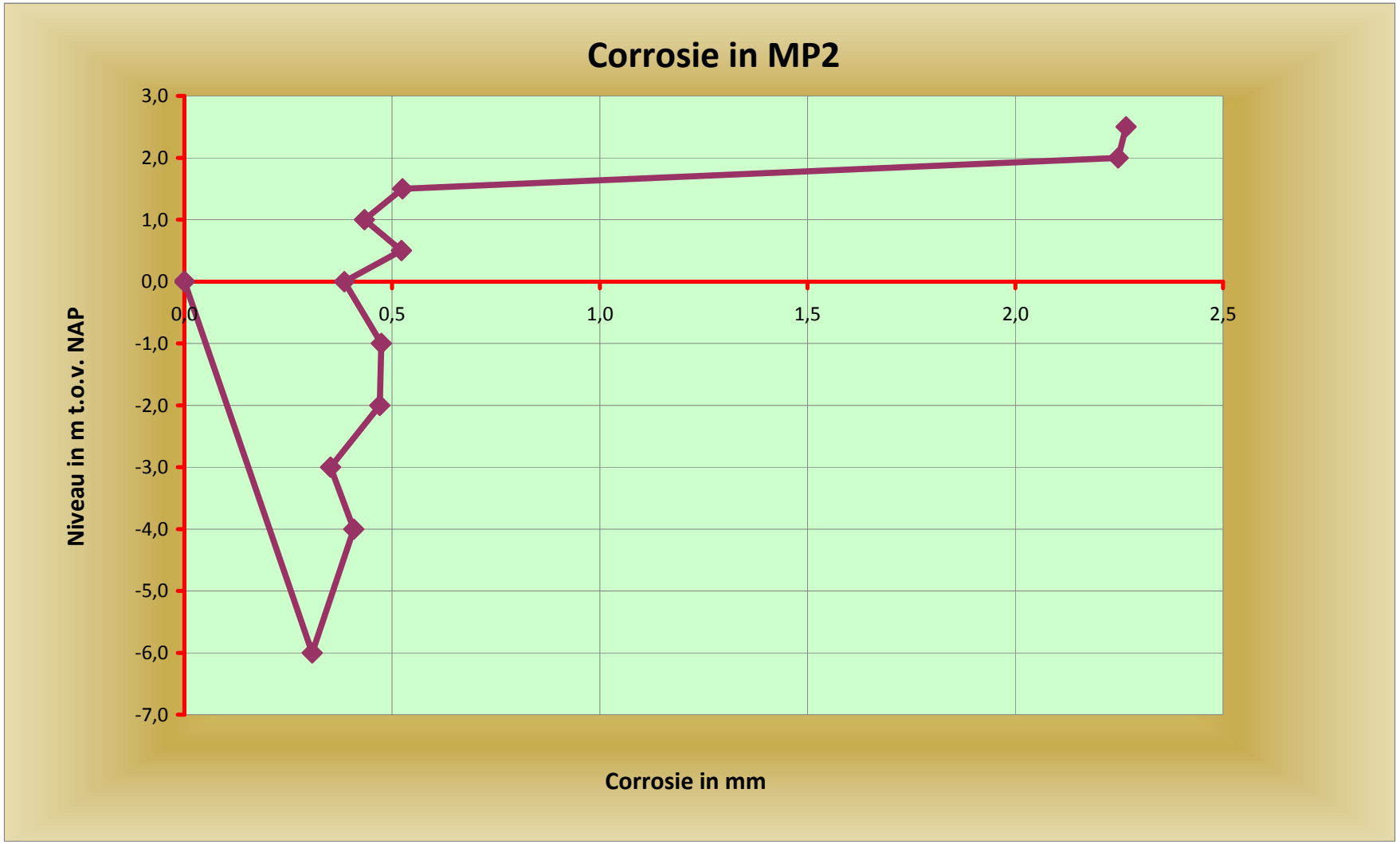
Standlijn bouwjaar: Di Dit is de verticale lijn die het bouwjaar van de kade aangeeft waarbij een veiligheidsfactor van 1.5 gold;

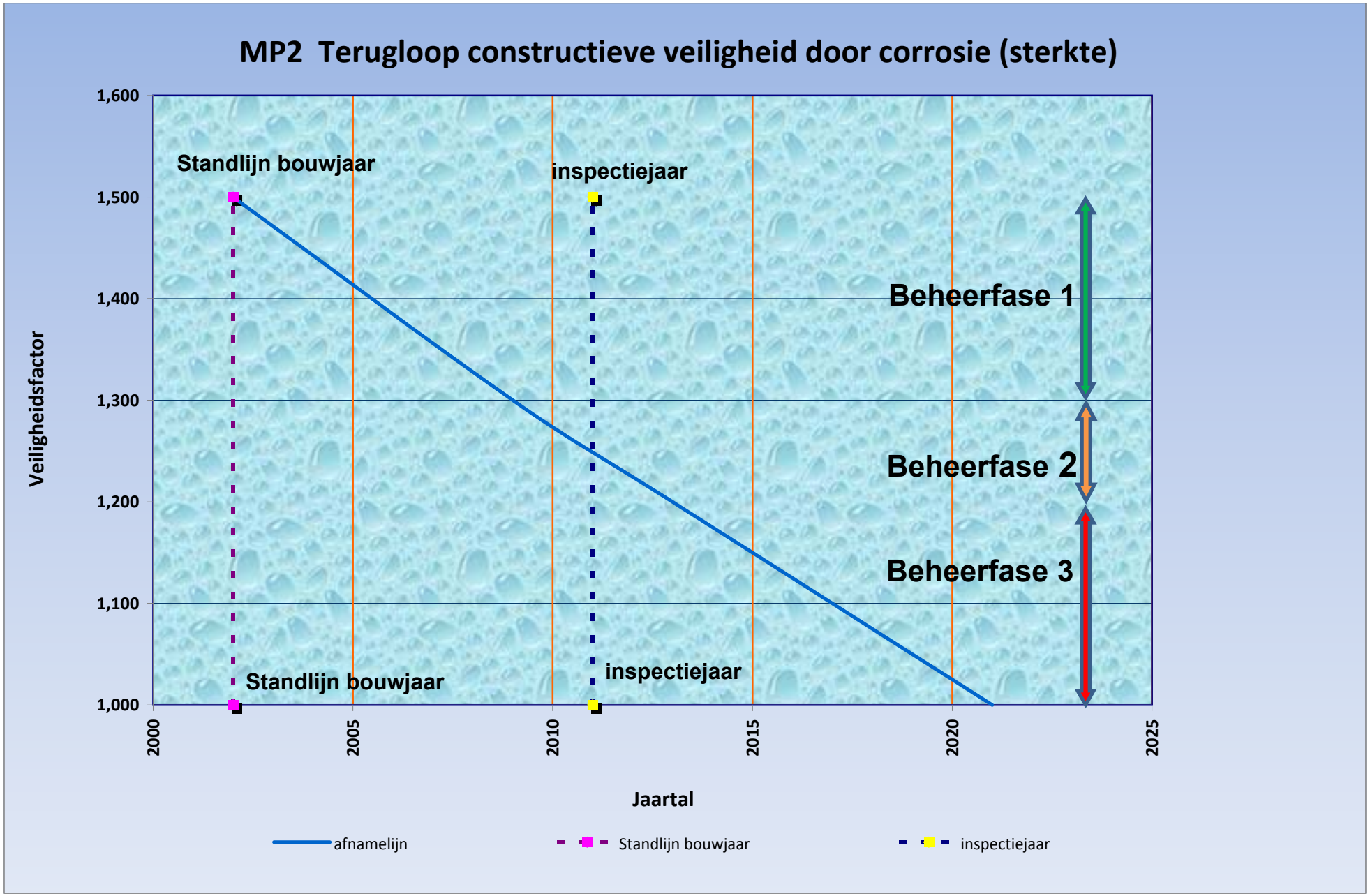
Standlijn inspectiejaa Dit is de verticale lijn die het jaartal van inspecties aangeeft;

Afnamelijn : Dit is lijn die de afname van de constructieve veiligheid aangeeft in relatie met de veiligheid en de tijdsduur.

Het snijpunt van de afnamelijn en standlijn inspectiejaar geeft de huidige beheerfase aan.


Histogram
gemeten wanddikten MP2
Frequentie
waarden < wanddikte
140
120
100
80
60
40
20
0
0,5
2,5
4,5
6,5
8,5
10,5
12,5
14,5
16,5
18,5
20,5
22,5
24,5
Wanddikten in mm


Corrosie in MP2
3,0
2,0
1,0
0,0
-1,0
-2,0
-3,0
-4,0
-5,0
-6,0
-7,0
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
Niveau in m t.o.v. NAP
Corrosie in mm


MP2 Terugloop constructieve veiligheid door corrosie (sterkte)
Veiligheidsfactor
1,600
1,500
1,400
1,300
1,200
1,100
1,000
2000
2005
2010
2015
2020
2025
Jaartal
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
Beheerfase 1
Beheerfase 2
Beheerfase 3
afnamelijn
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar

ANALYSE MP3

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

BOUWJAAR :	**2002**
LEEFTIJD TOT HEDEN	**9**

Bodemdiepte in meters t.o.v. NAP :	**-14,00**	Profiel MP :	**Flens PU20**
Oorspronkelijke wanddikte in mm :	**10,0**	Type wand :	**Combi**

US WANDDIKTEMETINGEN met een nauwkeurigheid van 0,1 mm

Niveau t.o.v. N.A.P.	meetraai 1 MP 3	meetraai 2 MP 3	meetraai 3 MP 3	meetraai 4 MP 3	meetraai 5 MP 3	meetraai 6 MP 3	meetraai 7 MP 3	meetraai 8 MP 3	meetraai 9 MP 3	meetraai 10 MP 3	meetraai 11 MP 3	Gemid. per niveau	max min
2,55	8,4		6,7		7,2	7,9	9,8						9,9
2,50	8,6	7,4	6,6		7,2	8,1	7,0					7,3	
2,45	0,0		6,7		6,8	8,0	9,9						
2,05	8,3		7,2		8,8	8,5	8,9	9,2					10,1
2,00	8,2		8,0		8,7	10,1	9,0		6,3			8,5	
1,95	8,7		8,1		8,5	9,1	9,1		8,4				6,3
1,55	9,6		9,3	8,9	9,1	9,9	9,6	8,4	9,9				10,0
1,50	9,6		9,5	8,7	8,8	10,0	9,7	7,3	9,8			9,3	
1,45	9,6		9,4	9,2	9,0	9,8	9,5	8,5	8,9				7,3
1,05	9,6	9,0	8,8	9,1	9,2	9,6	9,2	9,3	9,2				10,0
1,00	9,5	9,3	8,8	9,1	9,2	9,7	9,2	9,2	9,5			9,3	
0,95	9,9	9,2	8,9	9,0	9,2	9,7	9,1	9,3	10,0				8,8
0,55	8,9	9,3	9,0	8,9	8,6	9,2	9,1	9,2	9,4				9,6
0,50	8,6	9,1	8,9	9,4	9,1	9,4	9,2	9,1	9,4			9,1	
0,45	8,8	9,2	8,8	9,0	8,7	9,2	9,4	9,1	9,6				8,6
0,05	9,5	9,3	10,2	9,0	9,0	8,8	9,4	9,0	9,0				10,2
0,00	9,5	9,4	8,8	9,1	9,2	9,2	9,2	9,5	9,3			9,2	
-0,05	9,4	9,2	9,1	9,0	8,7	9,2	8,9	9,2	9,3				8,7
-0,95	9,4	9,3	8,8	8,3	8,9	8,1	8,7	9,2	9,4				9,6
-1,00	9,1	9,5	8,7	9,2	8,8	9,3	8,8	9,0	9,2			9,0	
-1,05	8,9	9,6	8,8	9,0	8,3	9,3	8,9	9,1	9,4				8,1
-1,95	9,0	9,2	9,2	8,7	9,0	8,9	9,2	9,0	9,1				9,3
-2,00	9,0	9,3	9,3	8,4	8,9	8,8	8,9	8,9	9,2			9,0	
-2,05	8,8	9,0	9,2	8,9	9,2	9,3	8,6	9,0	9,0				8,4
-2,95	8,6	9,2	9,4	8,4	9,0	9,2	9,0	9,2	9,3				9,9
-3,00	8,4	9,3	9,8	9,3	8,6	9,0	9,0	9,2	9,1			9,1	
-3,05	9,0	9,5	9,7	9,1	9,1	9,2	9,9	9,1	9,3				8,4
-3,95	9,0	9,6	9,8	9,2	9,3	9,5	9,4	9,3	9,5				9,8
-4,00	8,8	8,4	9,6	9,1	9,1	9,2	9,3	9,2	9,3			9,2	
-4,05	8,8	9,6	9,5	9,2	9,2	8,8	9,0	9,3	9,2				8,4
-5,95	9,0	9,9	9,5	9,5	9,4	9,3	9,1	9,3	9,5				9,9
-6,00	9,7	9,8	9,7	9,2	9,5	9,4	9,2	9,3	9,3			9,4	
-6,05	9,3	9,8	9,6	9,3	9,4	9,6	9,2	9,4	9,4				9,0
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													

Totaal:	**Overall gemiddelde wanddikte**	MAX	10,2
			8,9
		MIN	6,3
oorspronkelijke wanddikte			10,0 mm
gemiddeld afgeroest over	9,0 jaar		1,1 mm
Gemiddelde corrosie per jaar in mm			0,12 mm/jaar

PITTING	WEGING
< 2 mm	1,0
2 t/m 3	2,5
> 3 mm	4,0

	meetraai 1	meetraai 2	meetraai 3	meetraai 4	meetraai 5	meetraai 6	meetraai 7	meetraai 8	meetraai 9	meetraai 10	meetraai 11	
Niveau t.o.v. N.A.P.:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Weging				**Oppervlakte intensiteit in %**								max. weging
1,0	68	58	25	30	40	25	83	40	28	0	0	4
2,5	13	8	8	14	13	5	15	3	8	0	0	
4,0	20	6	18	2	5	13	3	0	3	0	0	

Gewogen pittingdiepte in mm											
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Gewogen max. pittingdiepte t_{pit} :	**0,00**	mm

Gewogen min. pittingdiepte t_{pit} :	**0,00**	mm

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

MEETPUNT	**3**

Oorspronkelijke wanddikte t_{oorspr} :	10,0	mm in	2002
Overall gemiddelde wanddikte t_{gem} :	8,9	mm in	2011
expositietijd	9	jaar	

Berekening equivalente wanddikte in mm :	$t_{equi} = t_{gem} - C * t_{pit}$		
C = vormfactor =	0,66		
Gewogen maximale pittingdiepte in mm t_{pit} :	0,00		
De gecorrigeerde wanddikte t_{equi} =	8,9	mm in	**2011**

STERKTE CRITERIUM

gem. corrosie snelheid $v1_{corr} = (t_{oorspr} - t_{equi})$ / expositietijd	mm/jaar
Veiligheid in het jaar van de bouw	$\gamma_{T=0}$
Veiligheidsfactor behorende bij de beschouwde beheersfase	$\gamma_{T=t}$
Levensduurverwachting $T1_{jaar} = t_{oorsp} * (\gamma_{T=0} - \gamma_{T=t}) / (\gamma_{T=0} * v1_{corr})$	

gem. corrosiesnelh. $v1_{corr}$:	**0,117**	mm/jaar over	9	jaar expositie	

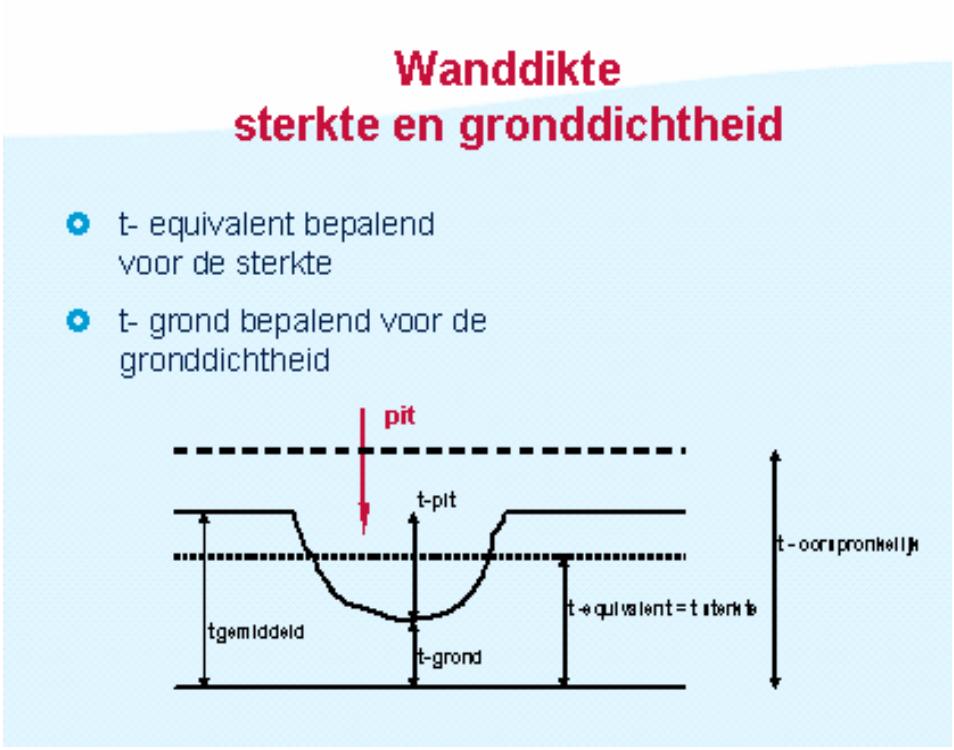
		Veiligheid niveau $\gamma_{T=t}$	Aantal jaren	Jaartal
BEHEERSFASE 1 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,3**	11	2013
BEHEERSFASE 2 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,2**	17	2019
BEHEERSFASE 3 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,0**	28	2030

GRONDDICHTHEID CRITERIUM

$t_{grond} = t_{gem}$ - max. weegfactor bij de grootste gemeten pittingdiepte
gem. corrosie snelheid $v2_{corr} = (t_{oorspr} - t_{grond})$ / expositietijd
Levensduurverwachting $T2_{jaar} = (t_{grond} / v2_{corr})$

max. weegfactor :	4,0	mm				
t_{grond} :	4,9	mm				
gem. corrosiesnelh. v2 corr :	**0,56**	mm/jaar	na	9	jaar expositie	
eerste gatvorming na :	**8**	jaar vanaf heden is in		2019		

Overzicht meetpunt		**0**
$t_{oorspr.}$	10,0	mm
$t_{gem.}$	8,9	mm
t_{equi}	8,9	mm
t_{grond}	4,9	mm
Veiligheid = 1,0 in	2030	jaar
Eerste gat in	2019	jaar



De grafieken moeten als volgt geïnterpreteerd worden:

Beheerfase 1 : Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.5 en 1.3 ligt (een terugloop in de marge van de constructieve veiligheid van 50% naar 30%);

Beheerfase 2: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.3 en 1.2 ligt;

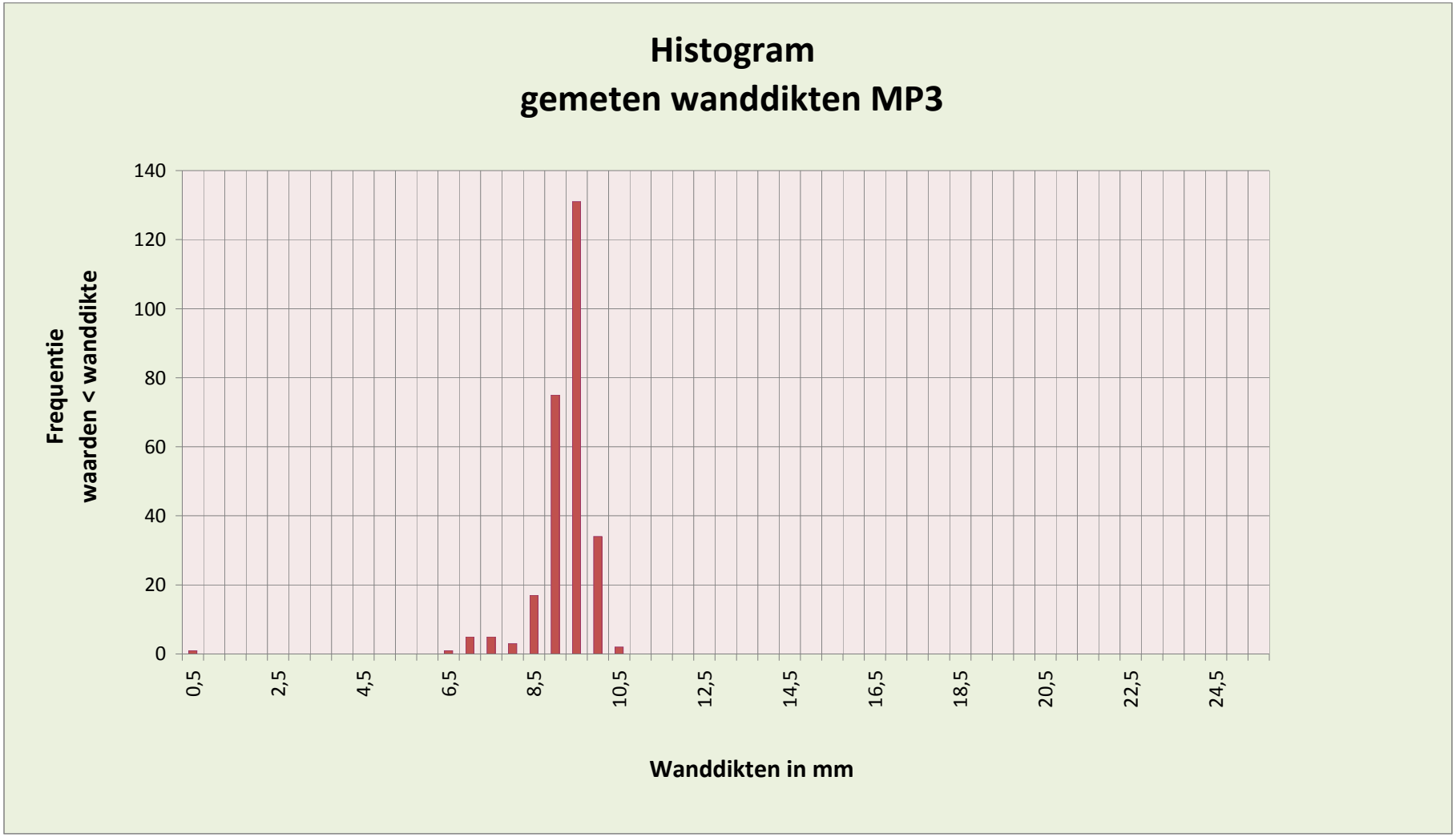
Beheerfase 3: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.2 en 1.0 ligt.

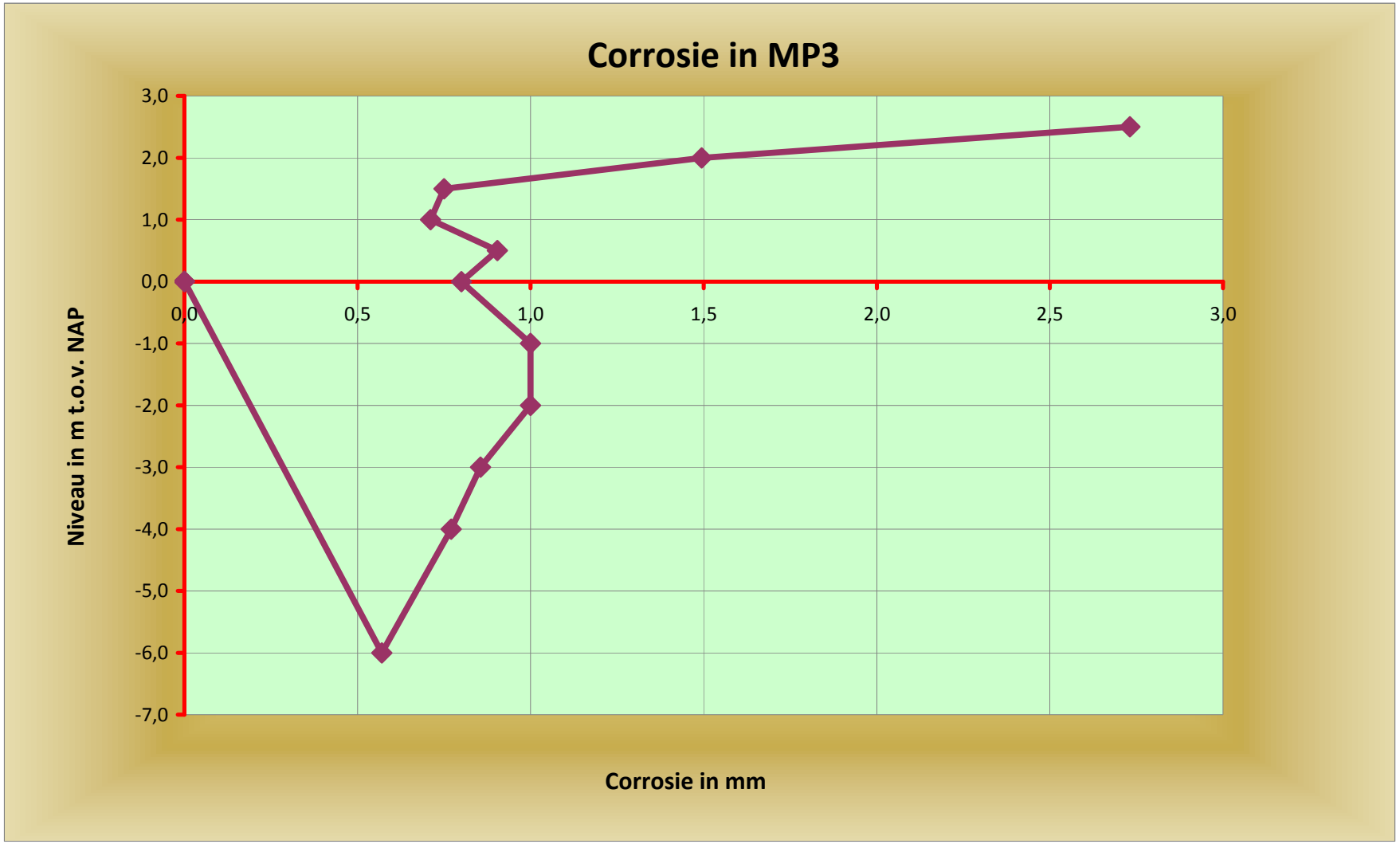
Standlijn bouwjaar: Di Dit is de verticale lijn die het bouwjaar van de kade aangeeft waarbij een veiligheidsfactor van 1.5 gold;

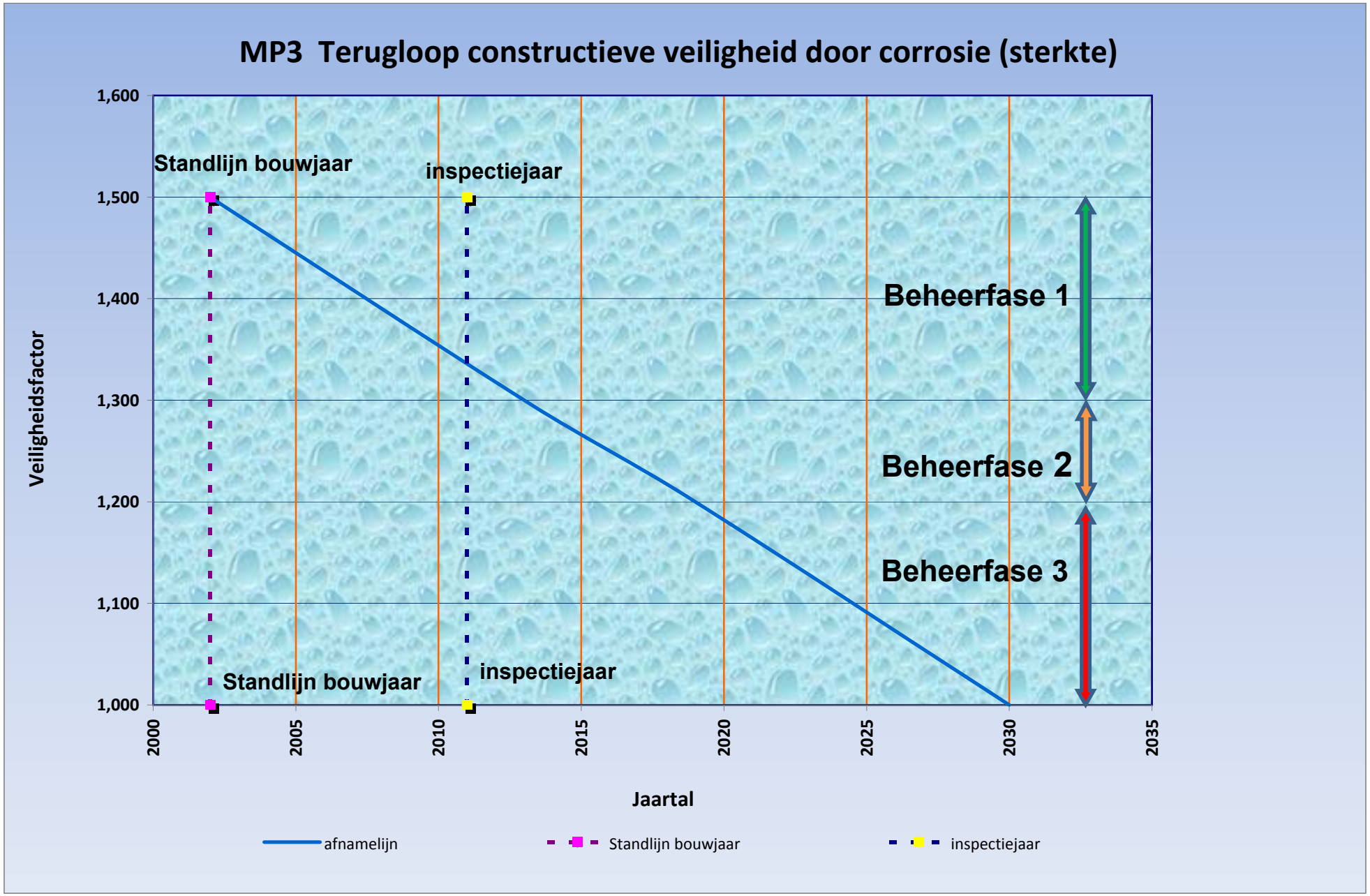
Standlijn inspectiejaa Dit is de verticale lijn die het jaartal van inspecties aangeeft;

Afnamelijn : Dit is lijn die de afname van de constructieve veiligheid aangeeft in relatie met de veiligheid en de tijdsduur.

Het snijpunt van de afnamelijn en standlijn inspectiejaar geeft de huidige beheerfase aan.


Histogram
gemeten wanddikten MP3
Frequentie
waarden < wanddikte
140
120
100
80
60
40
20
0
0,5
2,5
4,5
6,5
8,5
10,5
12,5
14,5
16,5
18,5
20,5
22,5
24,5
Wanddikten in mm


Corrosie in MP3
Niveau in m t.o.v. NAP
3,0
2,0
1,0
0,0
-1,0
-2,0
-3,0
-4,0
-5,0
-6,0
-7,0
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0
Corrosie in mm


MP3 Terugloop constructieve veiligheid door corrosie (sterkte)
Veiligheidsfactor
1,600
1,500
1,400
1,300
1,200
1,100
1,000
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
Jaartal
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
Beheerfase 1
Beheerfase 2
Beheerfase 3
afnamelijn
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar

ANALYSE MP4

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

BOUWJAAR :	**2002**
LEEFTIJD TOT HEDEN	**9**

Bodemdiepte in meters t.o.v. NAP :	**-14,00**	Profiel MP :	**Kas PU20**
Oorspronkelijke wanddikte in mm :	**12,4**	Type wand :	**Combi**

US WANDDIKTEMETINGEN met een nauwkeurigheid van 0,1 mm

Niveau t.o.v. N.A.P.	meetraai 1 MP 4	meetraai 2 MP 4	meetraai 3 MP 4	meetraai 4 MP 4	meetraai 5 MP 4	meetraai 6 MP 4	meetraai 7 MP 4	meetraai 8 MP 4	meetraai 9 MP 4	meetraai 10 MP 4	meetraai 11 MP 4	Gemid. per niveau	max min
2,55			9,9	9,5	9,4	9,7	10,4	10,0					10,8
2,50			9,9	9,6	9,7	9,5	10,6	10,2				9,9	
2,45			10,1	9,4	9,6	9,7	10,8						9,4
2,05	10,5		10,2		11,5	10,9	11,2		11,7				12,1
2,00	11,2	11,7	10,4		11,1	9,4	11,3		12,1			11,0	
1,95	11,6		10,5		11,6	9,5	11,1		11,9				9,4
1,55	12,2	12,2	11,3	12,2	11,7	11,6	12,3	11,3	11,8				12,4
1,50	12,3	12,2	11,1	11,9	11,9	11,8	11,6	11,9	12,0			11,8	
1,45	12,3	12,2	11,0	11,4	11,9	11,9	11,7	11,8	12,4				11,0
1,05	11,8	11,9	11,4	11,3	12,2	12,4	12,1	12,1	12,6				12,6
1,00	12,0	11,8	11,4	11,3	12,3	12,4	12,1	11,6	12,3			11,9	
0,95	12,0	12,0	11,6	11,9	12,0	12,4	11,8	11,5	12,4				11,3
0,55	12,0	12,1	11,3	11,4	11,7	12,6	12,0	11,9	12,7				12,7
0,50	12,0	12,2	11,5	11,6	12,2	12,1	11,7	11,8	12,6			12,0	
0,45	11,8	12,3	11,7	11,9	12,2	12,2	12,0	11,7	12,2				11,3
0,05	12,0	12,2	12,2	12,2	11,8	12,3	12,3	12,0	12,0				12,8
0,00	12,1	12,6	12,2	12,8	12,0	12,4	12,2	12,0	12,2			12,2	
-0,05	11,8	12,4	12,5	11,7	12,1	12,3	12,2	12,0	12,4				11,7
-0,95	11,8	12,6	12,2	11,8	11,9	12,2	12,0	12,0	12,4				12,6
-1,00	12,0	12,4	12,2	12,2	11,6	12,3	12,1	11,9	12,5			12,1	
-1,05	12,0	12,5	12,1	11,6	11,5	12,0	12,2	11,8	12,3				11,5
-1,95	11,6	12,3	12,4	11,8	10,5	12,2	11,6	12,2	12,2				12,6
-2,00	12,0	12,5	12,3	12,1	10,6	12,2	11,7	12,2	12,4			11,9	
-2,05	12,3	12,6	12,5	11,2	11,7	11,2	11,7	12,2	11,9				10,5
-2,95	11,8	12,4	12,4	11,6	11,9	12,0	12,3	12,3	12,2				12,6
-3,00	12,0	12,2	12,6	11,8	12,0	11,8	11,8	12,3	12,4			12,1	
-3,05	11,8	12,3	12,4	11,9	12,2	11,9	12,0	12,0	12,3				11,6
-3,95	12,0	12,8	12,4	11,6	11,9	12,0	11,9	12,2	14,4				14,4
-4,00	11,8	12,8	12,5	12,1	12,0	12,1	12,3	12,0	12,2			12,3	
-4,05	12,4	12,7	12,7	11,8	12,0	11,8	11,9	12,1	12,4				11,6
-5,95	11,7	12,5	12,6	11,8	12,2	12,5	12,2	12,2	12,3				12,8
-6,00	12,0	12,7	12,6	12,1	12,3	12,3	12,1	11,9	12,4			12,2	
-6,05	12,0	12,8	12,5	11,8	12,1	12,2	12,1	12,2	12,6				11,7
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													

Totaal:	**Overall gemiddelde wanddikte**	MAX	14,4
		11,8	
		MIN	9,4
oorspronkelijke wanddikte			12,4 mm
gemiddeld afgeroest over	9,0 jaar		0,6 mm
Gemiddelde corrosie per jaar in mm			0,07 mm/jaar

PITTING	WEGING
< 2 mm	1,0
2 t/m 3	2,5
> 3 mm	4,0

	meetraai 1	meetraai 2	meetraai 3	meetraai 4	meetraai 5	meetraai 6	meetraai 7	meetraai 8	meetraai 9	meetraai 10	meetraai 11	
Niveau t.o.v. N.A.P.:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Weging				**Oppervlakte intensiteit in %**								max. weging
1,0	68	58	25	30	40	25	83	40	28	0	0	4
2,5	13	8	8	14	13	5	15	3	8	0	0	
4,0	20	6	18	2	5	13	3	0	3	0	0	

Gewogen pittingdiepte in mm										
1,79	1,01	1,14	0,72	0,91	0,88	1,30	0,46	0,56		

Gewogen max. pittingdiepte t_{pit} :	**1,79**	mm	**Gewogen min. pittingdiepte t_{pit} :**	**0,46**	mm

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

MEETPUNT	**4**

Oorspronkelijke wanddikte t_{oorspr} :	12,4	mm in	2002
Overall gemiddelde wanddikte t_{gem} :	11,8	mm in	2011
expositietijd	9	jaar	

Berekening equivalente wanddikte in mm :	$t_{equi} = t_{gem} - C * t_{pit}$		
C = vormfactor =	0,66		
Gewogen maximale pittingdiepte in mm t_{pit} :	1,79		
De gecorrigeerde wanddikte t_{equi} =	10,6	mm in	**2011**

STERKTE CRITERIUM

gem. corrosie snelheid v1 $_{corr}$ = (t_{oorspr} - t_{equi}) / expositietijd	mm/jaar
Veiligheid in het jaar van de bouw	$\gamma_{T=0}$
Veiligheidsfactor behorende bij de beschouwde beheersfase	$\gamma_{T=t}$
Levensduurverwachting T1 $_{jaar}$ = t_{oorsp} * ($\gamma_{T=0}$ - $\gamma_{T=t}$) / ($\gamma_{T=0}$ * v1 $_{corr}$)	

gem. corrosiesnelh. v1 $_{corr}$:	**0,201**	mm/jaar over	9	jaar expositie	

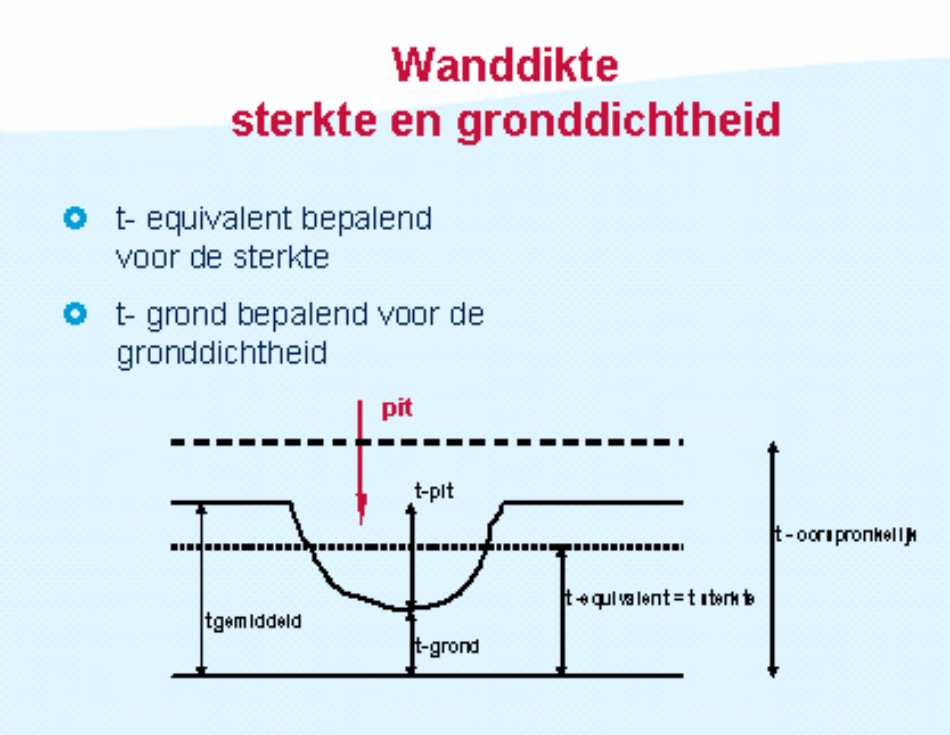
		Veiligheid niveau $\gamma_{T=t}$	Aantal jaren	Jaartal
BEHEERSFASE 1 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,3**	8	2010
BEHEERSFASE 2 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,2**	12	2014
BEHEERSFASE 3 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,0**	20	2022

GRONDDICHTHEID CRITERIUM

t_{grond} = t_{gem} - max. weegfactor bij de grootste gemeten pittingdiepte
gem. corrosie snelheid v2 $_{corr}$ = (t_{oorspr} - t_{grond}) / expositietijd
Levensduurverwachting T2 $_{jaar}$ = (t_{grond} / v2 $_{corr}$)

max. weegfactor :	4,0	mm				
t_{grond} :	7,8	mm				
gem. corrosiesnelh. v2 corr :	**0,51**	mm/jaar	na	9	jaar expositie	
eerste gatvorming na :	**15**	jaar vanaf heden is in		2026		

Overzicht meetpunt		**0**
$t_{oorspr.}$	12,4	mm
$t_{gem.}$	11,8	mm
t_{equi}	10,6	mm
t_{grond}	7,8	mm
Veiligheid = 1,0 in	2022	jaar
Eerste gat in	2026	jaar



De grafieken moeten als volgt geïnterpreteerd worden:

Beheerfase 1 : Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.5 en 1.3 ligt (een terugloop in de marge van de constructieve veiligheid van 50% naar 30%);

Beheerfase 2: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.3 en 1.2 ligt;

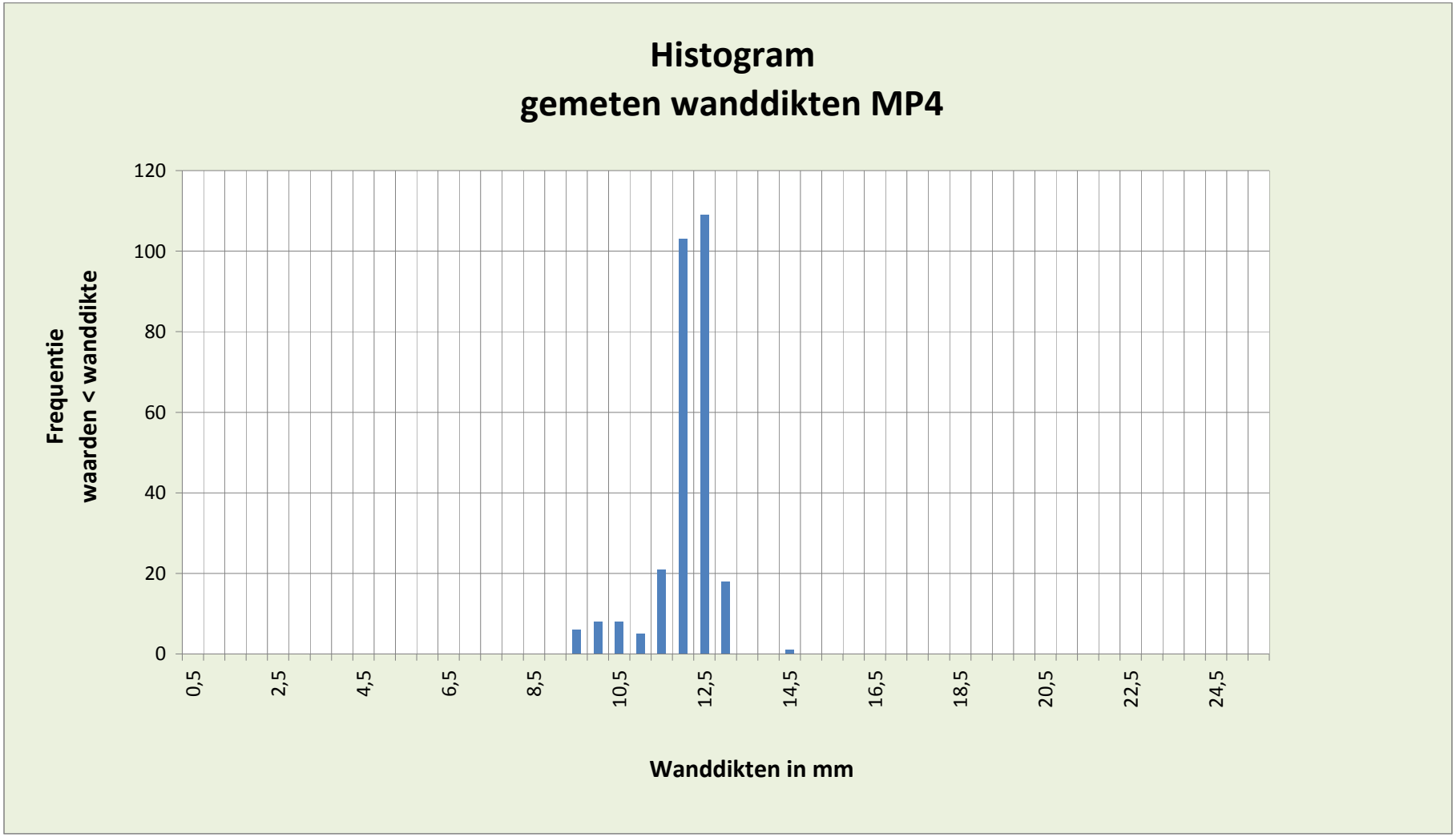
Beheerfase 3: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.2 en 1.0 ligt.

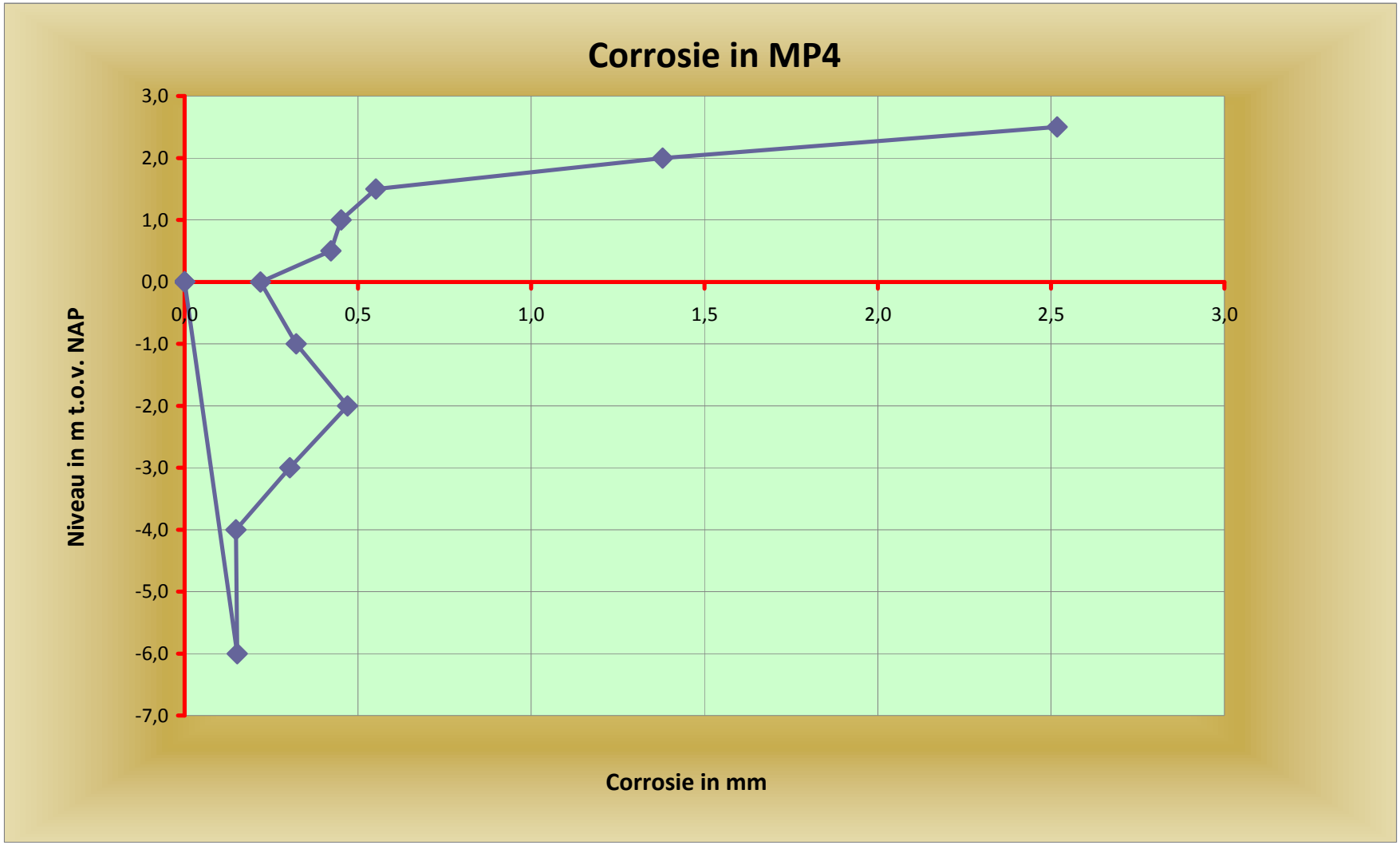
Standlijn bouwjaar: Dit Dit is de verticale lijn die het bouwjaar van de kade aangeeft waarbij een veiligheidsfactor van 1.5 gold;

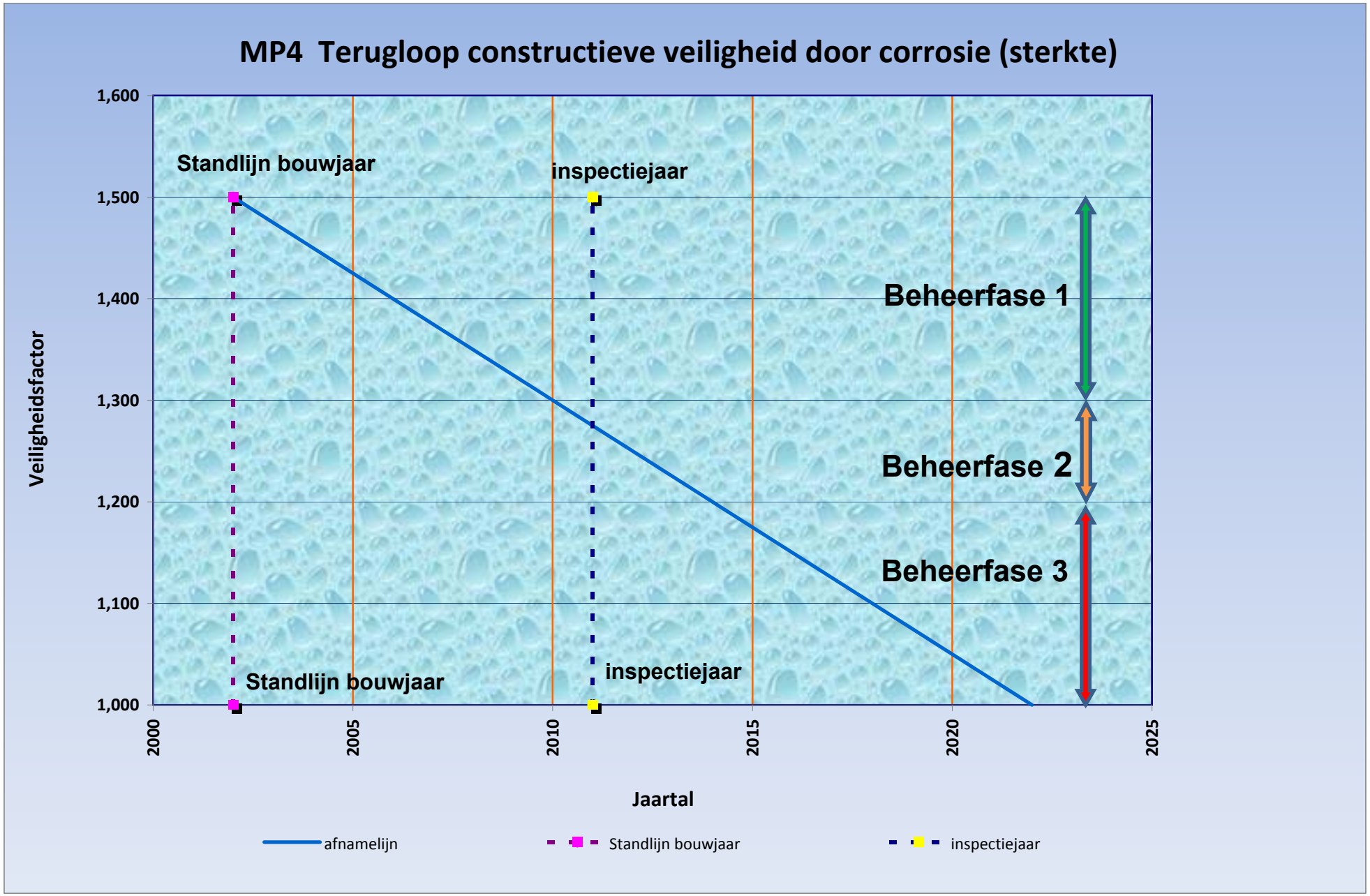
Standlijn inspectiejaar Dit is de verticale lijn die het jaartal van inspecties aangeeft;

Afnamelijn : Dit is lijn die de afname van de constructieve veiligheid aangeeft in relatie met de veiligheid en de tijdsduur.

Het snijpunt van de afnamelijn en standlijn inspectiejaar geeft de huidige beheerfase aan.


Histogram
gemeten wanddikten MP4
Frequentie
waarden < wanddikte
120
100
80
60
40
20
0
0,5
2,5
4,5
6,5
8,5
10,5
12,5
14,5
16,5
18,5
20,5
22,5
24,5
Wanddikten in mm


Corrosie in MP4
Niveau in m t.o.v. NAP
3,0
2,0
1,0
0,0
-1,0
-2,0
-3,0
-4,0
-5,0
-6,0
-7,0
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0
Corrosie in mm


MP4 Terugloop constructieve veiligheid door corrosie (sterkte)
1,600
1,500
1,400
1,300
1,200
1,100
1,000
Veiligheidsfactor
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
Beheerfase 1
Beheerfase 2
Beheerfase 3
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
2000
2005
2010
2015
2020
2025
Jaartal
afnamelijn
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar

Bijlage 3 Meetresultaten & grafieken FMT kade, voorzijde vanaf NAP-6,00m

Samenvatting

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

BOUWJAAR :	**2002**
LEEFTIJD TOT HEDEN	**9**

Bodemdiepte in meters t.o.v. NAP :	**-14,00**

OVERZICHT VAN ALLE ANALYSES

Korte toelichting :	

STERKTE	**meetpunt 1**	**meetpunt 2**	**meetpunt 3**	**meetpunt 4**	**meetpunt 5**	**meetpunt 6**	**meetpunt 7**
$t_{oorspr.}$ in mm	12,5	12,4	10,0	12,4			
$t_{gem.}$ in mm	11,7	12,0	9,3	12,1			
t_{equi} in mm	10,5	10,8	9,3	10,9			
$v1_{corr}$ in mm/jaar	0,22	0,18	0,08	0,17			
	EINDE BEHEERSFASE WORDT BEREIKT IN HET JAAR						
HUIDIGE VEILIGHEID :	1,50	1,30	1,39	1,31			
BEHEERFASE 1 :	2017	2011	2018	2011			
BEHEERFASE 2 :	2021	2016	2026	2016			
BEHEERFASE 3 :	2027	2025	2043	2026			
GRONDDICHTHEID	**EERSTE GATVORMING IN HET JAAR**						
$t_{grond.}$ in mm	7,7	8,0	5,3	8,1			
$v2_{corr}$ in mm/jaar	0,53	0,49	0,53	0,48			
eerste gatvorming in :	2025	2027	2021	2027			

t_{oorspr} = oorspronkelijke wanddikte

t_{gem} = overall gemiddelde wanddikte

t_{equi} = de gecorrigeerde wanddikte

$v1_{corr}$ = gemiddelde corrosiesnelheid voor de bepaling van de sterkte.

BEHEERFASE 1 : de veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar 1,3
BEHEERFASE 2 : de veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar 1,2
BEHEERFASE 3 : de veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar 1,0

$t_{grond} = t_{gem}$ - max. weegfactor bij de grootste gemeten pittingdiepte

gem. corrosie snelheid $v2_{corr} = (t_{oorspr} - t_{grond})$ / expositietijd

GRONDDICHTHEID	**0,1% van wandoppervlak volledig weg gecorrodeerd (geldt alleen voor damwand)**						
	Buispaal 1016 mm bu	Buik PU20	Flens PU20	Kas PU20			
$t_{gem.}$ in mm	11,7	12,0	9,3	12,1			
standaard afwijking	0,346	0,292	0,270	0,352			
wanddikte bij 0,1 % kans	10,65	11,09	8,44	10,97			
Afroesting in mm	1,8	1,3	1,6	1,4			
$v3_{corr\ 0,1\%}$ in mm/jaar	0,205	0,146	0,173	0,159			
wanddikte=0 na X jaar	52	76	49	69			
Verwachting eerste gat in het jaar	2063	2087	2060	2080			

0,1 % kans = $t_{gem.}$ - 3,08*standaardafwijking

$t_{oorsp.}$ - wanddikte bij 0,1% kans

$v3_{corr\ 0,1\%}$ = afroesting / leeftijd tot heden

wanddikte bij 0,1% kans / $v3_{corr\ 0,1\%}$

Jaartal = Leeftijd bij inspectiedatum + (wanddikte=0 na X jaar)

ANALYSE MP1

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

Histogram

BOUWJAAR :	2002
LEEFTIJD TOT HEDEN	9

Bodemdiepte in meters t.o.v. NAP :	-14,00	Profiel MP :	Buispaal 1016 mm bu
Oorspronkelijke wanddikte in mm :	12,5	Type wand :	Combi

US WANDDIKTEMETINGEN met een nauwkeurigheid van 0,1 mm

Niveau t.o.v. N.A.P.	meetraai 1 MP 1	meetraai 2 MP 1	meetraai 3 MP 1	meetraai 4 MP 1	meetraai 5 MP 1	meetraai 6 MP 1	meetraai 7 MP 1	meetraai 8 MP 1	meetraai 9 MP 1	meetraai 10 MP 1	meetraai 11 MP 1	Gemid. per niveau	max min
-7,95	12,3	10,2	11,6	11,8	12,0	11,8	11,6	12,0					12,3
-8,00	12,3	11,6	11,9	11,8	11,9	12,0	11,7	12,0				11,8	
-8,05	12,3	11,9	11,7	12,0	12,1	11,4	11,7	11,9					10,2
-9,95		12,0	11,9	11,8	11,8	12,0	11,9	11,8					12,0
-10,00		11,8	11,9	11,4	11,9	12,0	11,6	11,8				11,8	
-10,05		11,8	11,9	11,6	11,7	11,9	11,9	11,8					11,4
-11,95		12,0	11,4	11,8	11,4	11,8	11,6	11,7					12,0
-12,00		11,9	11,5	11,6	11,6	11,9	11,8	11,8				11,7	
-12,05		11,9	11,4	11,4	11,9	11,4	11,6	11,9					11,4
-13,65				11,6	12,0	11,8	11,7	11,4					12,0
-13,70				11,4	11,9	12,0	11,5	11,6				11,6	
-13,75				9,9	12,0	11,6	11,5	11,4					9,9
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
Totaal:							**Overall gemiddelde wanddikte**				MAX		12,3
											MIN	11,7	9,9
Oorspronkelijke wanddikte												12,5	mm
gemiddeld afgeroest over							9,0	jaar				0,8	mm
Gemiddelde corrosie per jaar in mm												0,09	mm/jaar

PITTING	WEGING
< 2 mm	1,0
2 t/m 3	2,5
> 3 mm	4,0

	meetraai 1	meetraai 2	meetraai 3	meetraai 4	meetraai 5	meetraai 6	meetraai 7	meetraai 8	meetraai 9	meetraai 10	meetraai 11	
Niveau N.A.P. :	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Weging				**Oppervlakte intensiteit in %**								max. weging
1,0	68	58	25	30	40	25	83	40	28	0	0	4
2,5	13	8	8	14	13	5	15	25	8	0	0	
4,0	20	6	18	2	5	13	3	0	3	0	0	

Gewogen pittingdiepte in mm										
1,79	1,01	1,14	0,72	0,91	0,88	1,30	1,03	0,56		

Gewogen max. pittingdiepte t_{pit} :	1,79	mm	**Gewogen min. pittingdiepte t_{pit} :**	0,56	mm

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

MEETPUNT	1

Oorspronkelijke wanddikte t_{oorspr} :		12,5	mm in	2002
	Overall gemiddelde wanddikte t_{gem} :	11,72	mm in	2011
expositietijd		9	jaar	

Berekening equivalente wanddikte in mm :		$t_{equi} = t_{gem} - C * t_{pit}$		
C = vormfactor =		0,66		
	Gewogen maximale pittingdiepte in mm t_{pit} :	1,79		
De gecorrigeerde wanddikte t_{equi} =		10,54	mm in	**2011**

STERKTE CRITERIUM

gem. corrosie snelheid $v1_{corr} = (t_{oorspr} - t_{equi}) /$ expositietijd
Veiligheid in het jaar van de bouw
Veiligheidsfactor behorende bij de beschouwde beheersfase
Levensduurverwachting $T1_{jaar} = t_{oorsp} * (\gamma_{T=0} - \gamma_{T=t}) / (\gamma_{T=0} * v1_{corr})$

gem. corrosiesnelh. $v1_{corr}$:	**0,218**	mm/jaar over	9	jaar expositie		

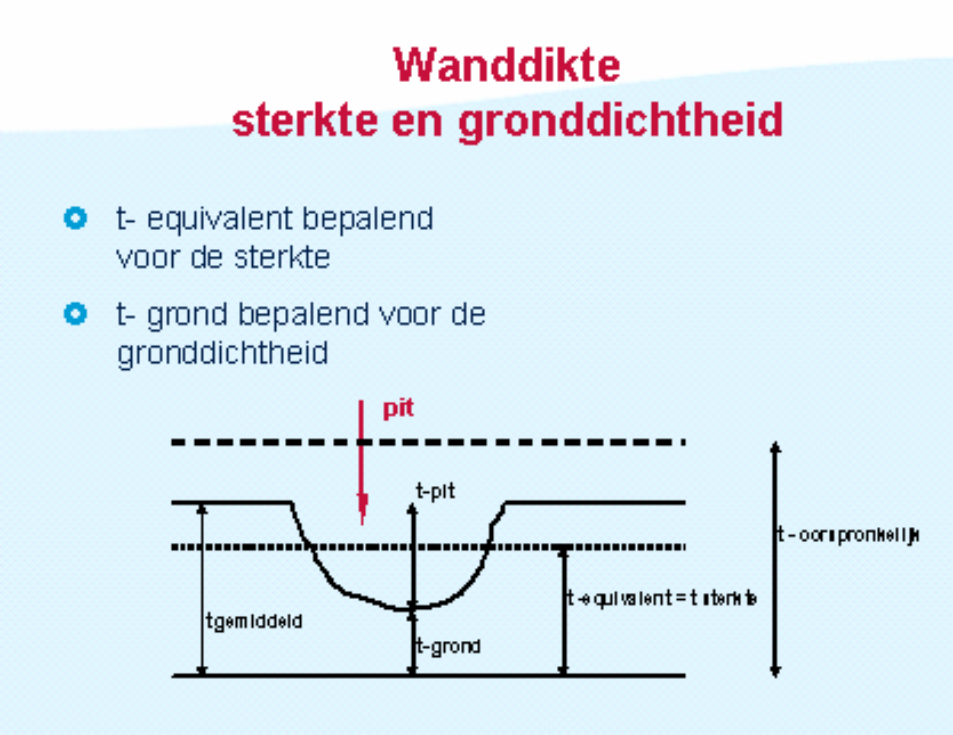
		Veiligheid niveau $\gamma_{T=t}$	Aantal jaren	Jaartal
BEHEERSFASE 1 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,3**	15	2017
BEHEERSFASE 2 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,2**	19	2021
BEHEERSFASE 3 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,0**	25	2027

GRONDDICHTHEID CRITERIUM

$t_{grond} = t_{gem}$ - max. weegfactor bij de grootste gemeten pittingdiepte
gem. corrosie snelheid $v2_{corr} = (t_{oorspr} - t_{grond}) /$ expositietijd
Levensduurverwachting $T2_{jaar} = (t_{grond} / v2_{corr})$

max. weegfactor :	4,0	mm				
t_{grond} :	7,7	mm				
gem. corrosiesnelh. v2 corr :	**0,53**	mm/jaar	na	9	jaar expositie	
eerste gatvorming na :	**14,00**	jaar vanaf heden is in		2025		

Overzicht meetpunt		0
$t_{oorspr.}$	12,5	mm
$t_{gem.}$	11,7	mm
t_{equi}	10,5	mm
t_{grond}	7,7	mm
Veiligheid = 1,0 in	2027	jaar
Eerste gat in	2025	jaar



De grafieken moeten als volgt geïnterpreteerd worden:

Beheerfase 1 : Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.5 en 1.3 ligt (een terugloop in de marge van de constructieve veiligheid van 50% naar 30%);

Beheerfase 2: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.3 en 1.2 ligt;

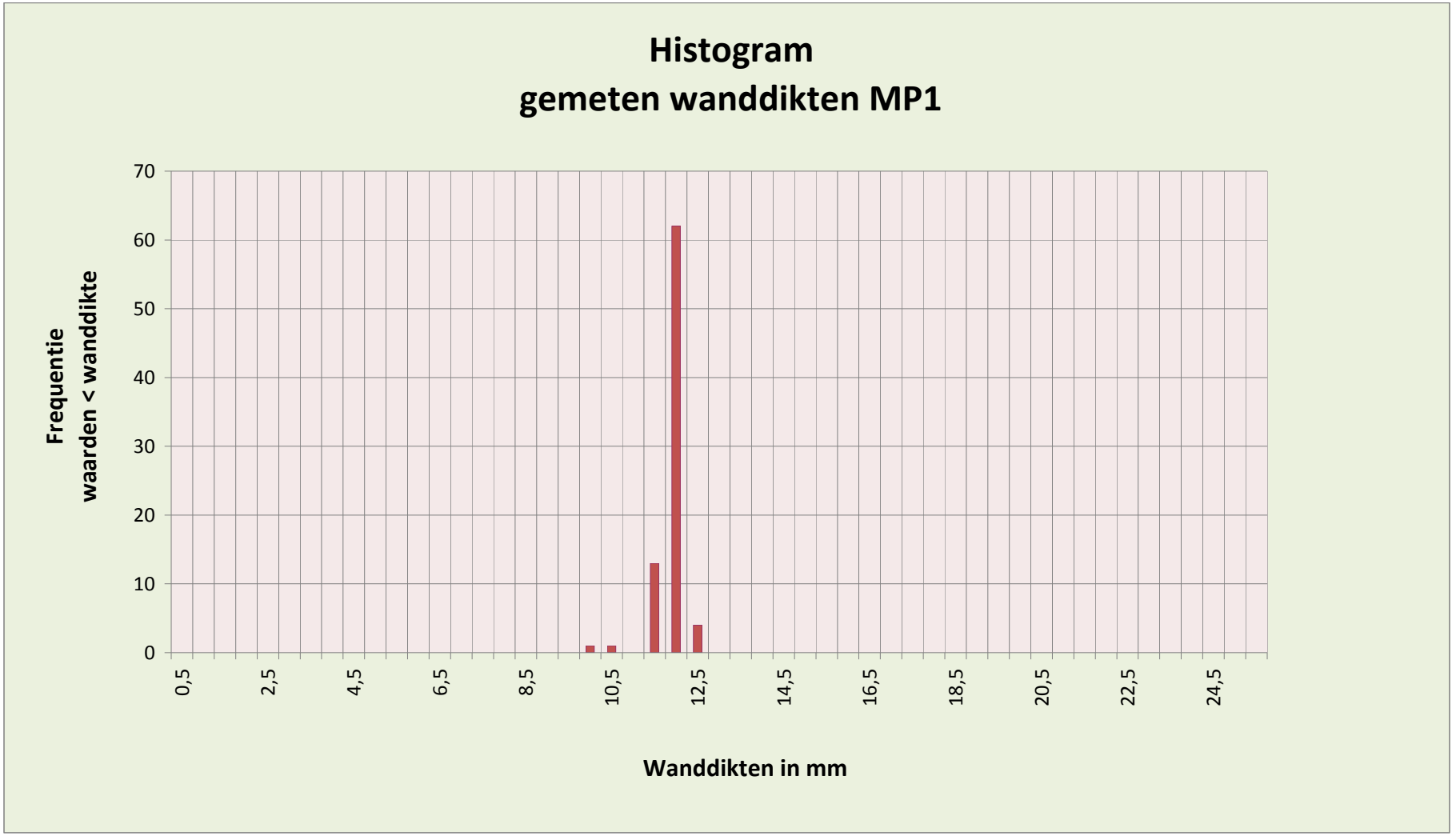
Beheerfase 3: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.2 en 1.0 ligt.

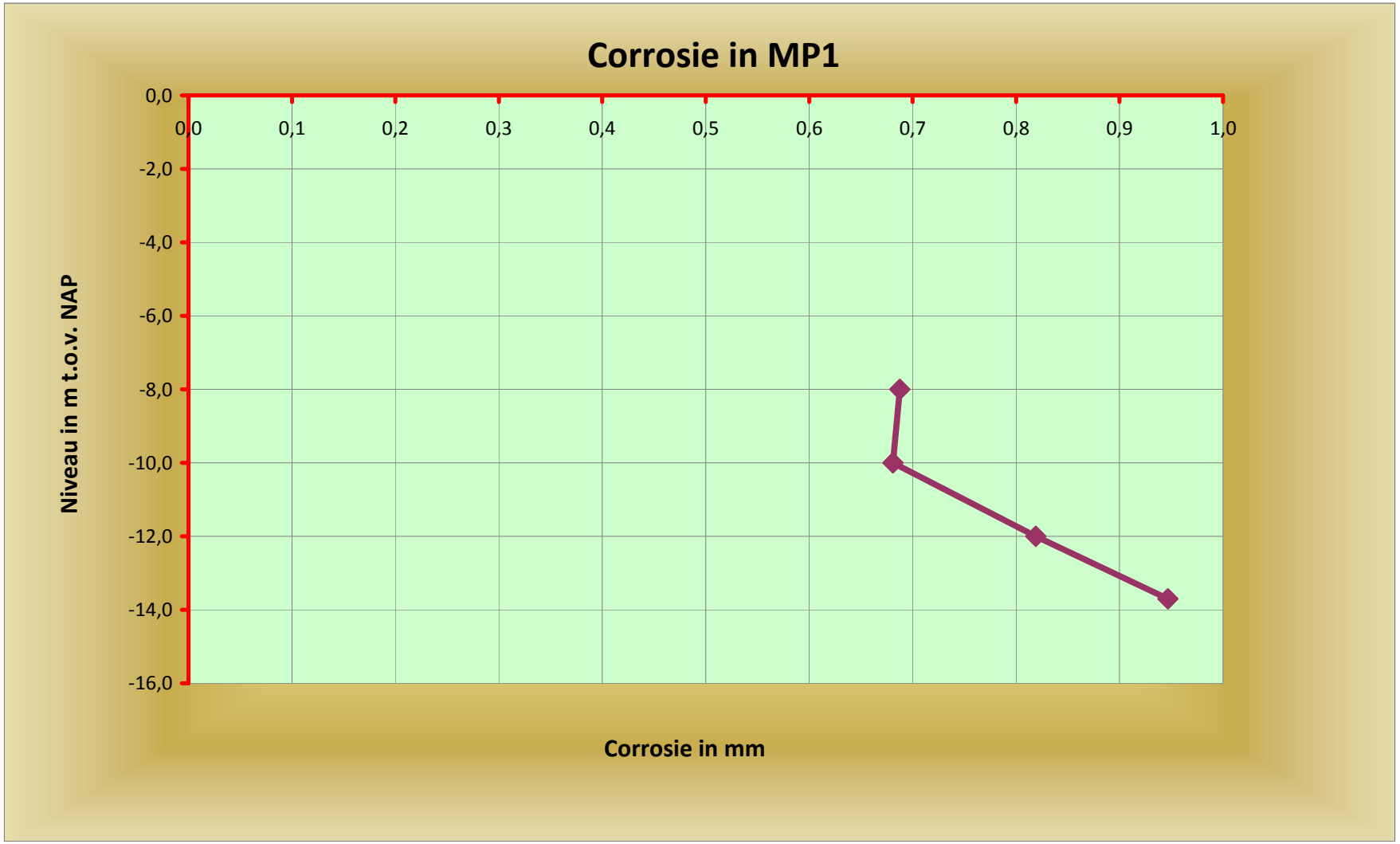
Standlijn bouwjaar: Dit Dit is de verticale lijn die het bouwjaar van de kade aangeeft waarbij een veiligheidsfactor van 1.5 geldt;

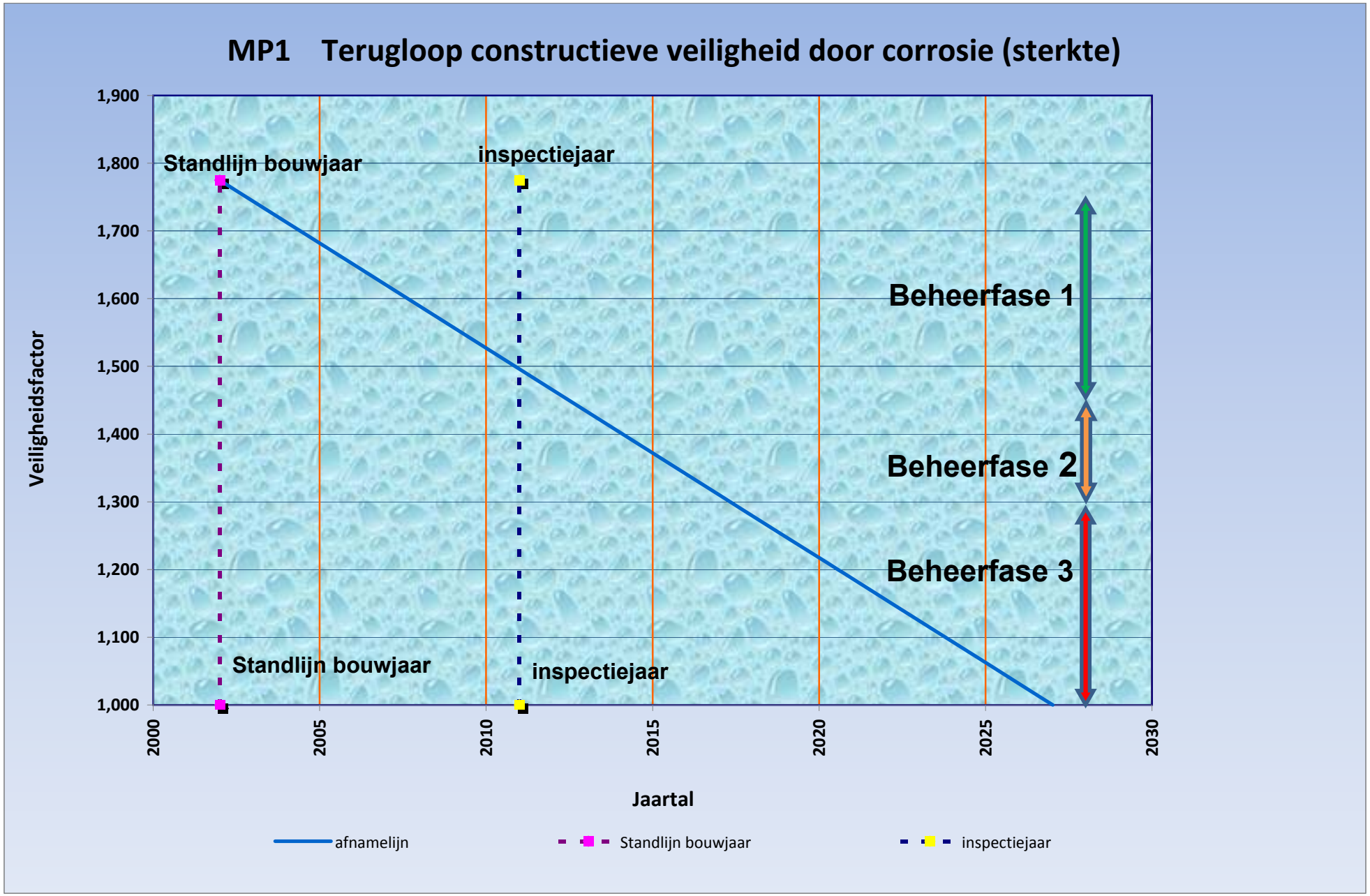
Standlijn inspectiejaar Dit is de verticale lijn die het jaartal van de inspectie aangeeft;

Afnamelijn : Dit is lijn die de afname van de constructieve veiligheid aangeeft als relatie van de veiligheid en de tijdsduur.

Het snijpunt van de afnamelijn en standlijn inspectiejaar geeft de huidige beheerfase aan.


Histogram
gemeten wanddikten MP1
Frequentie
waarden < wanddikte
70
60
50
40
30
20
10
0
0,5
2,5
4,5
6,5
8,5
10,5
12,5
14,5
16,5
18,5
20,5
22,5
24,5
Wanddikten in mm


Corrosie in MP1
0,0
-2,0
-4,0
-6,0
-8,0
-10,0
-12,0
-14,0
-16,0
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1,0
Niveau in m t.o.v. NAP
Corrosie in mm


MP1 Terugloop constructieve veiligheid door corrosie (sterkte)
Veiligheidsfactor
1,900
1,800
1,700
1,600
1,500
1,400
1,300
1,200
1,100
1,000
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
Jaartal
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
Beheerfase 1
Beheerfase 2
Beheerfase 3
afnamelijn
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar

ANALYSE MP2

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

BOUWJAAR :	2002
LEEFTIJD TOT HEDEN	9

Bodemdiepte in meters t.o.v. NAP :	-14,00	Profiel MP :	Buik PU20
Oorspronkelijke wanddikte in mm :	12,4	Type wand :	Combi

US WANDDIKTEMETINGEN met een nauwkeurigheid van 0,1 mm

Niveau t.o.v. N.A.P.	meetraai 1 MP 2	meetraai 2 MP 2	meetraai 3 MP 2	meetraai 4 MP 2	meetraai 5 MP 2	meetraai 6 MP 2	meetraai 7 MP 2	meetraai 8 MP 2	meetraai 9 MP 2	meetraai 10 MP 2	meetraai 11 MP 2	Gemid. per niveau	max min
-7,95	12,1	13,3	11,9	11,7	12,2	11,9	12,0	11,6					13,3
-8,00	11,9	12,0	12,0	12,0	12,4	11,8	12,1	11,7				12,0	
-8,05	12,0	11,9	12,0	11,8	12,2	12,0	12,1	11,8					11,6
-9,95		12,2	12,0	11,6	12,4	12,4	12,1	11,5					12,5
-10,00		11,8	12,2	11,9	12,2	12,2	11,9	11,8				12,0	
-10,05		11,6	12,2	11,8	12,5	12,4	11,9	11,7					11,5
-11,95		11,9	12,0	12,0	12,2	12,4	12,0	11,5					12,6
-12,00		12,0	12,0	11,4	12,6	12,2	12,0	11,8				12,0	
-12,05		11,8	12,2	11,9	12,0	12,2	11,8	11,7					11,4
-13,65				11,6	12,1	12,3	12,2	11,6					12,4
-13,70				11,5	12,0	12,4	12,0	11,6				11,9	
-13,75				12,0	12,1	12,0	12,0	11,6					11,5
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
												MAX	13,3
Totaal:						**Overall gemiddelde wanddikte**						12,0	
												MIN	11,4
oorspronkelijke wanddikte												12,4	mm
gemiddeld afgeroest over							9,0	jaar				0,4	mm
Gemiddelde corrosie per jaar in mm												0,05	mm/jaar

PITTING	WEGING
< 2 mm	1,0
2 t/m 3	2,5
> 3 mm	4,0

	meetraai 1	meetraai 2	meetraai 3	meetraai 4	meetraai 5	meetraai 6	meetraai 7	meetraai 8	meetraai 9	meetraai 10	meetraai 11	
Niveau t.o.v. N.A.P.:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Weging				**Oppervlakte intensiteit in %**								max. weging
1,0	68	58	25	30	40	25	83	40	28	0	0	
2,5	13	8	8	14	13	5	15	25	8	0	0	4
4,0	20	6	18	2	5	13	3	0	3	0	0	

Gewogen pittingdiepte in mm										
1,79	1,01	1,14	0,72	0,91	0,88	1,30	1,03	0,56		

Gewogen max. pittingdiepte t_{pit} :	1,79	mm	**Gewogen min. pittingdiepte t_{pit} :**	0,56	mm

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

MEETPUNT	**2**

Oorspronkelijke wanddikte t_{oorspr} :		12,4	mm in	2002
	Overall gemiddelde wanddikte t_{gem} :	12,0	mm in	2011
	expositietijd	9	jaar	

Berekening equivalente wanddikte in mm :		**$t_{equi} = t_{gem} - C * t_{pit}$**		
	C = vormfactor =	0,66		
	Gewogen maximale pittingdiepte in mm t_{pit} :	1,79		
De gecorrigeerde wanddikte t_{equi} =		10,8	mm in	**2011**

STERKTE CRITERIUM

gem. corrosie snelheid $v1_{corr} = (t_{oorspr} - t_{equi})$ / expositietijd	mm/jaar
Veiligheid in het jaar van de bouw	**$\gamma_{T=0}$**
Veiligheidsfactor behorende bij de beschouwde beheersfase	**$\gamma_{T=t}$**
Levensduurverwachting $T1_{jaar} = t_{oorsp} * (\gamma_{T=0} - \gamma_{T=t}) / (\gamma_{T=0} * v1_{corr})$	

gem. corrosiesnelh. $v1_{corr}$:	**0,177**	mm/jaar over	9	jaar expositie		

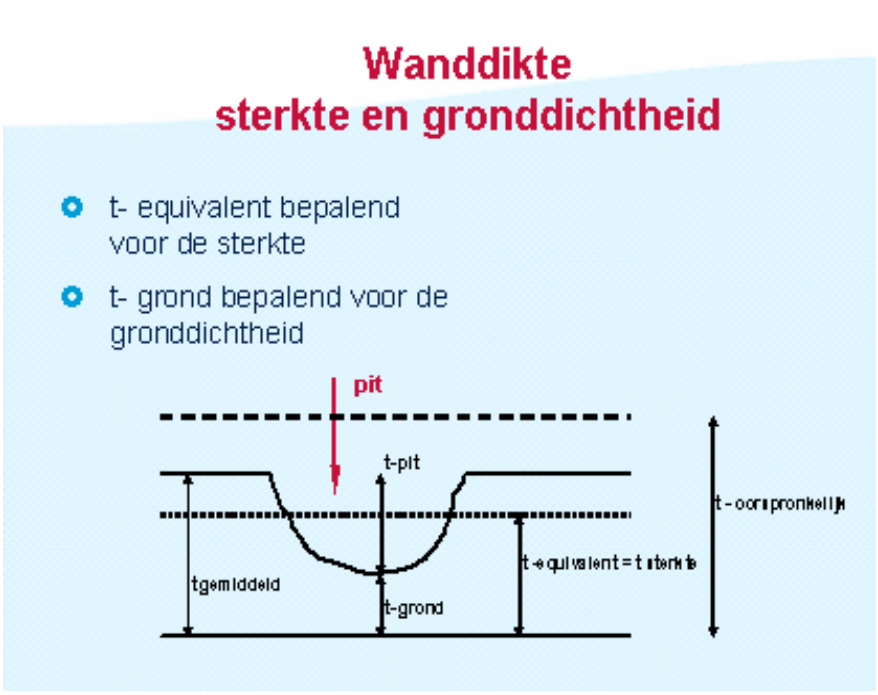
		Veiligheid niveau $\gamma_{T=t}$	**Aantal jaren**	**Jaartal**
BEHEERSFASE 1 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,3**	9	2011
BEHEERSFASE 2 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,2**	14	2016
BEHEERSFASE 3 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,0**	23	2025

GRONDDICHTHEID CRITERIUM

$t_{grond} = t_{gem}$ - max. weegfactor bij de grootste gemeten pittingdiepte
gem. corrosie snelheid $v2_{corr} = (t_{oorspr} - t_{grond})$ / expositietijd
Levensduurverwachting $T2_{jaar} = (t_{grond} / v2_{corr})$

max. weegfactor :		4,0	mm			
	t_{grond} :	8,0	mm			
gem. corrosiesnelh. v2 corr :		**0,49**	mm/jaar	na	9	jaar expositie
eerste gatvorming na :		**16**	jaar vanaf heden is in		2027	

Overzicht meetpunt		**0**
$t_{oorspr.}$	12,4	mm
$t_{gem.}$	12,0	mm
t_{equi}	10,8	mm
t_{grond}	8,0	mm
Veiligheid = 1,0 in	2025	jaar
Eerste gat in	2027	jaar



De grafieken moeten als volgt geïnterpreteerd worden:

Beheerfase 1 : Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.5 en 1.3 ligt (een terugloop in de marge van de constructieve veiligheid van 50% naar 30%);

Beheerfase 2: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.3 en 1.2 ligt;

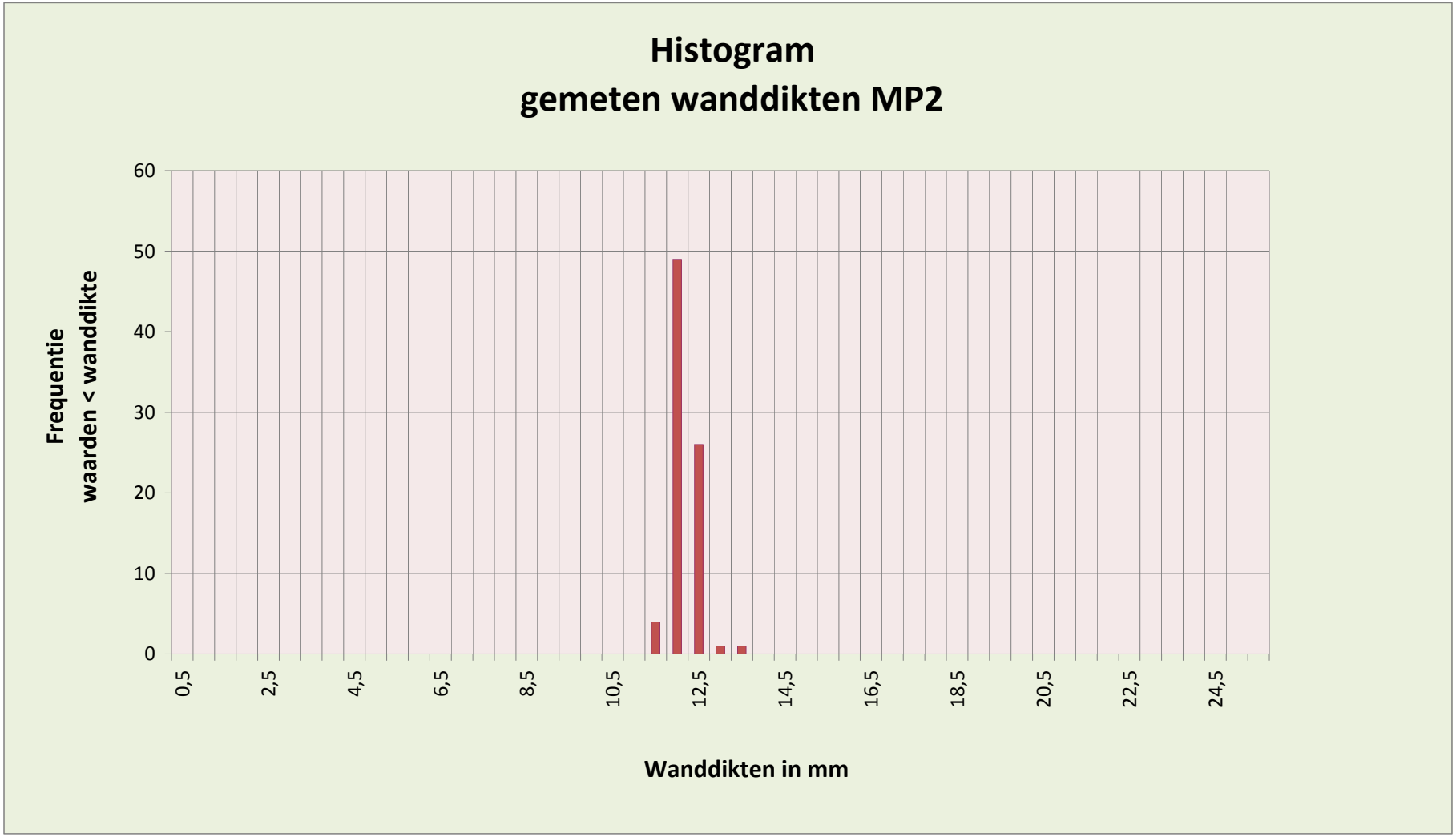
Beheerfase 3: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.2 en 1.0 ligt.

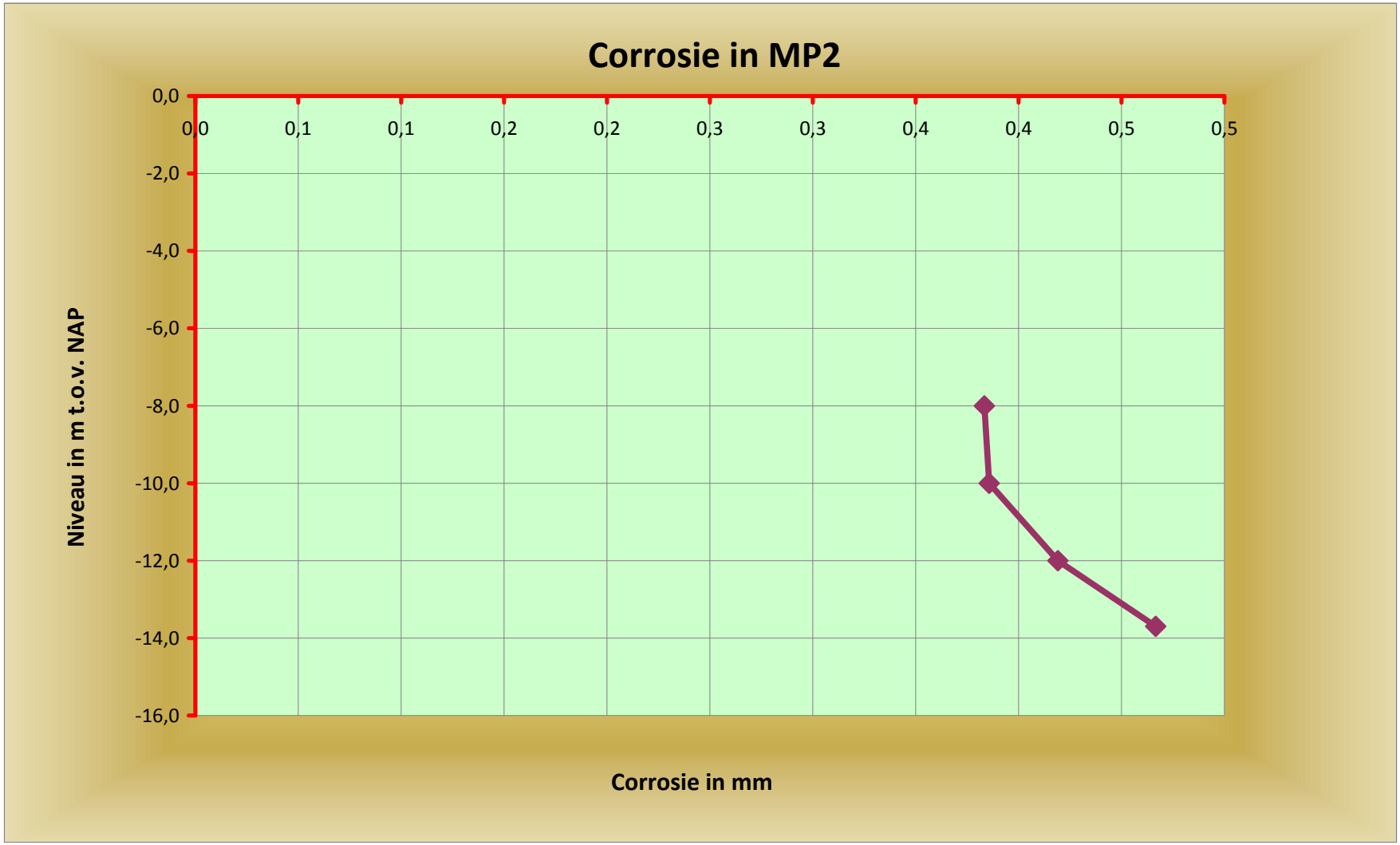
Standlijn bouwjaar: Di Dit is de verticale lijn die het bouwjaar van de kade aangeeft waarbij een veiligheidsfactor van 1.5 gold;

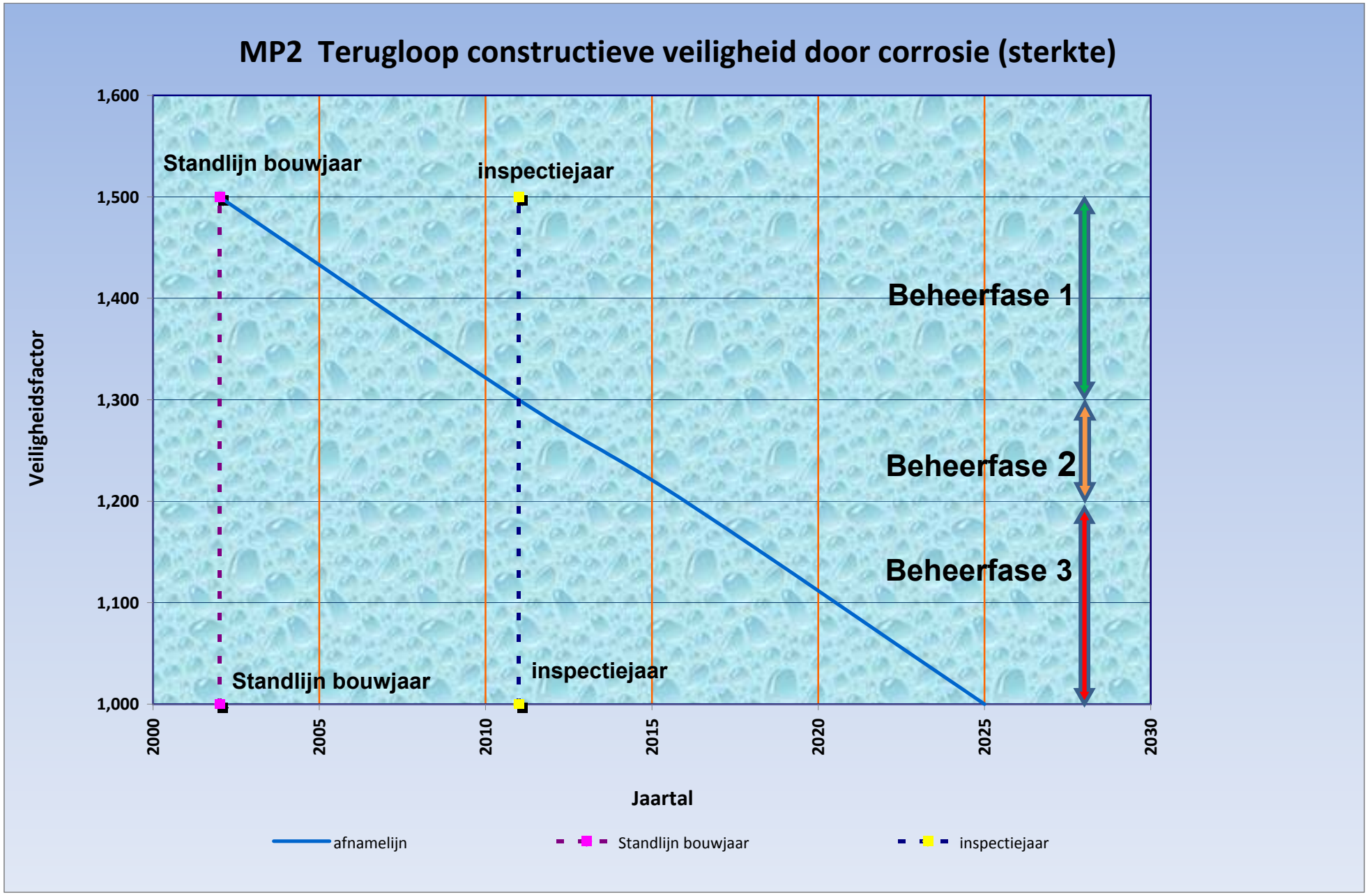
Standlijn inspectiejaa Dit is de verticale lijn die het jaartal van inspecties aangeeft;

Afnamelijn : Dit is lijn die de afname van de constructieve veiligheid aangeeft in relatie met de veiligheid en de tijdsduur.

Het snijpunt van de afnamelijn en standlijn inspectiejaar geeft de huidige beheerfase aan.


Histogram
gemeten wanddikten MP2
Frequentie
waarden < wanddikte
60
50
40
30
20
10
0
0,5
2,5
4,5
6,5
8,5
10,5
12,5
14,5
16,5
18,5
20,5
22,5
24,5
Wanddikten in mm


Corrosie in MP2
0,0
-2,0
-4,0
-6,0
-8,0
-10,0
-12,0
-14,0
-16,0
0,0
0,1
0,1
0,2
0,2
0,3
0,3
0,4
0,4
0,5
0,5
Niveau in m t.o.v. NAP
Corrosie in mm


MP2 Terugloop constructieve veiligheid door corrosie (sterkte)
Veiligheidsfactor
1,600
1,500
1,400
1,300
1,200
1,100
1,000
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
Jaartal
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
Beheerfase 1
Beheerfase 2
Beheerfase 3
afnamelijn
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar

ANALYSE MP3

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

BOUWJAAR :	2002	Bodemdiepte in meters t.o.v. NAP :	-14,00	Profiel MP :	Flens PU20
LEEFTIJD TOT HEDEN	9	Oorspronkelijke wanddikte in mm :	10,0	Type wand :	Combi

US WANDDIKTEMETINGEN met een nauwkeurigheid van 0,1 mm

Niveau t.o.v. N.A.P.	meetraai 1 MP 3	meetraai 2 MP 3	meetraai 3 MP 3	meetraai 4 MP 3	meetraai 5 MP 3	meetraai 6 MP 3	meetraai 7 MP 3	meetraai 8 MP 3	meetraai 9 MP 3	meetraai 10 MP 3	meetraai 11 MP 3	Gemid. per niveau	max min
-7,95	9,5	9,4	9,8	8,9	9,5	9,4	9,2	9,4					9,8
-8,00	9,4	9,3	9,8	9,2	9,4	8,4	9,2	9,3				9,3	
-8,05	9,2	9,4	9,8	9,4	9,2	8,4	9,2	9,4					8,4
-9,95		9,6	9,6	9,2	9,6	9,2	9,1	9,4					9,7
-10,00		9,4	9,7	9,3	9,4	9,6	9,2	9,4				9,4	
-10,05		9,6	9,4	9,3	9,0	9,5	9,3	9,4					9,0
-11,95		9,2	9,4	8,8	9,4	9,2	9,0	9,4					9,6
-12,00		9,1	9,2	8,7	8,8	9,4	8,9	9,4				9,2	
-12,05		9,6	9,1	8,8	9,4	9,2	9,1	9,4					8,7
-13,65				9,0	9,3	9,1	9,3	9,5					9,5
-13,70				9,1	9,4	9,3	9,2	9,4				9,2	
-13,75				8,8	9,0	9,5	9,2	9,4					8,8
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													

Totaal:	**Overall gemiddelde wanddikte**	MAX	9,8
		9,3	
		MIN	8,4
oorspronkelijke wanddikte			10,0 mm
gemiddeld afgeroest over	9,0 jaar		0,7 mm
Gemiddelde corrosie per jaar in mm			0,08 mm/jaar

PITTING	WEGING
< 2 mm	1,0
2 t/m 3	2,5
> 3 mm	4,0

	meetraai 1	meetraai 2	meetraai 3	meetraai 4	meetraai 5	meetraai 6	meetraai 7	meetraai 8	meetraai 9	meetraai 10	meetraai 11	
Niveau t.o.v. N.A.P.:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Weging				**Oppervlakte intensiteit in %**								max. weging
1,0	68	58	25	30	40	25	83	40	28	0	0	4
2,5	13	8	8	14	13	5	15	25	8	0	0	
4,0	20	6	18	2	5	13	3	0	3	0	0	

Gewogen pittingdiepte in mm											
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			

Gewogen max. pittingdiepte t_{pit} :	0,00	mm	**Gewogen min. pittingdiepte t_{pit} :**	0,00	mm

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

MEETPUNT	**3**

Oorspronkelijke wanddikte t_{oorspr} :		10,0	mm in	2002
	Overall gemiddelde wanddikte t_{gem} :	9,3	mm in	2011
expositietijd		9	jaar	

Berekening equivalente wanddikte in mm :		**$t_{equi} = t_{gem} - C * t_{pit}$**		
C = vormfactor =		0,66		
	Gewogen maximale pittingdiepte in mm t_{pit} :	0,00		
De gecorrigeerde wanddikte t_{equi} =		9,3	mm in	**2011**

STERKTE CRITERIUM

gem. corrosie snelheid $v1_{corr} = (t_{oorspr} - t_{equi})$ / expositietijd	mm/jaar
Veiligheid in het jaar van de bouw	**$\gamma_{T=0}$**
Veiligheidsfactor behorende bij de beschouwde beheersfase	**$\gamma_{T=t}$**
Levensduurverwachting $T1_{jaar} = t_{oorsp} * (\gamma_{T=0} - \gamma_{T=t}) / (\gamma_{T=0} * v1_{corr})$	

gem. corrosiesnelh. $v1_{corr}$:	**0,081**	mm/jaar over	9	jaar expositie		

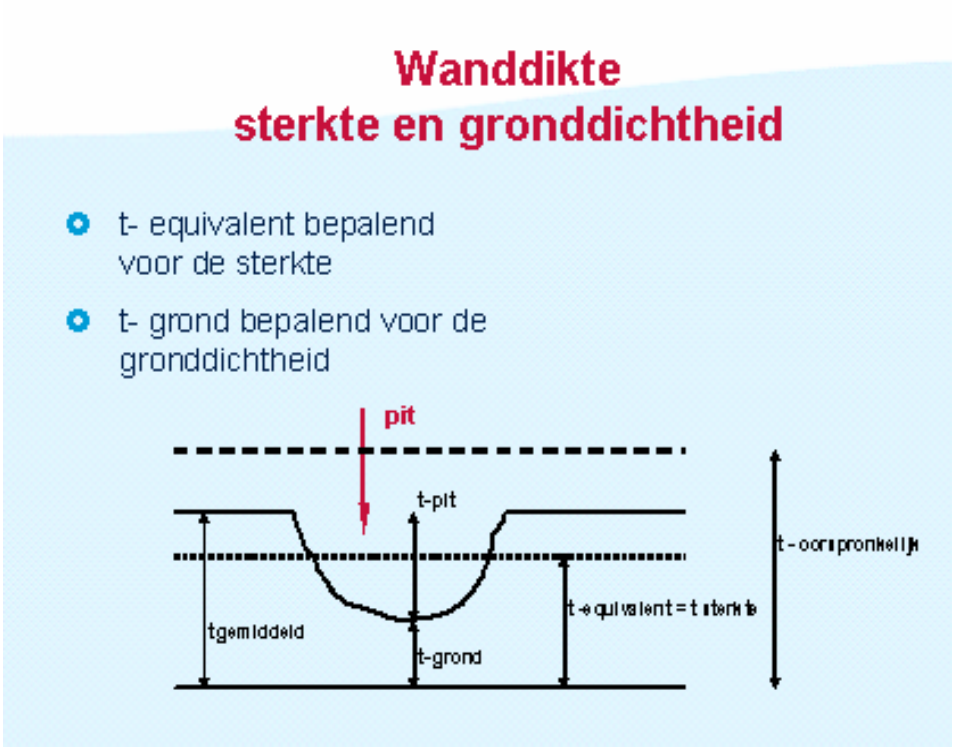
		Veiligheid niveau $\gamma_{T=t}$	**Aantal jaren**	**Jaartal**
BEHEERSFASE 1 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,3**	16	2018
BEHEERSFASE 2 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,2**	24	2026
BEHEERSFASE 3 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,0**	41	2043

GRONDDICHTHEID CRITERIUM

$t_{grond} = t_{gem}$ - max. weegfactor bij de grootste gemeten pittingdiepte
gem. corrosie snelheid $v2_{corr} = (t_{oorspr} - t_{grond})$ / expositietijd
Levensduurverwachting $T2_{jaar} = (t_{grond} / v2_{corr})$

max. weegfactor :	4,0	mm				
t_{grond} :	5,3	mm				
gem. corrosiesnelh. v2 corr :	**0,53**	mm/jaar	na	9	jaar expositie	
eerste gatvorming na :	**10**	jaar vanaf heden is in		2021		

Overzicht meetpunt		**0**
$t_{oorspr.}$	10,0	mm
$t_{gem.}$	9,3	mm
t_{equi}	9,3	mm
t_{grond}	5,3	mm
Veiligheid = 1,0 in	2043	jaar
Eerste gat in	2021	jaar



De grafieken moeten als volgt geïnterpreteerd worden:

Beheerfase 1 : Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.5 en 1.3 ligt (een terugloop in de marge van de constructieve veiligheid van 50% naar 30%);

Beheerfase 2: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.3 en 1.2 ligt;

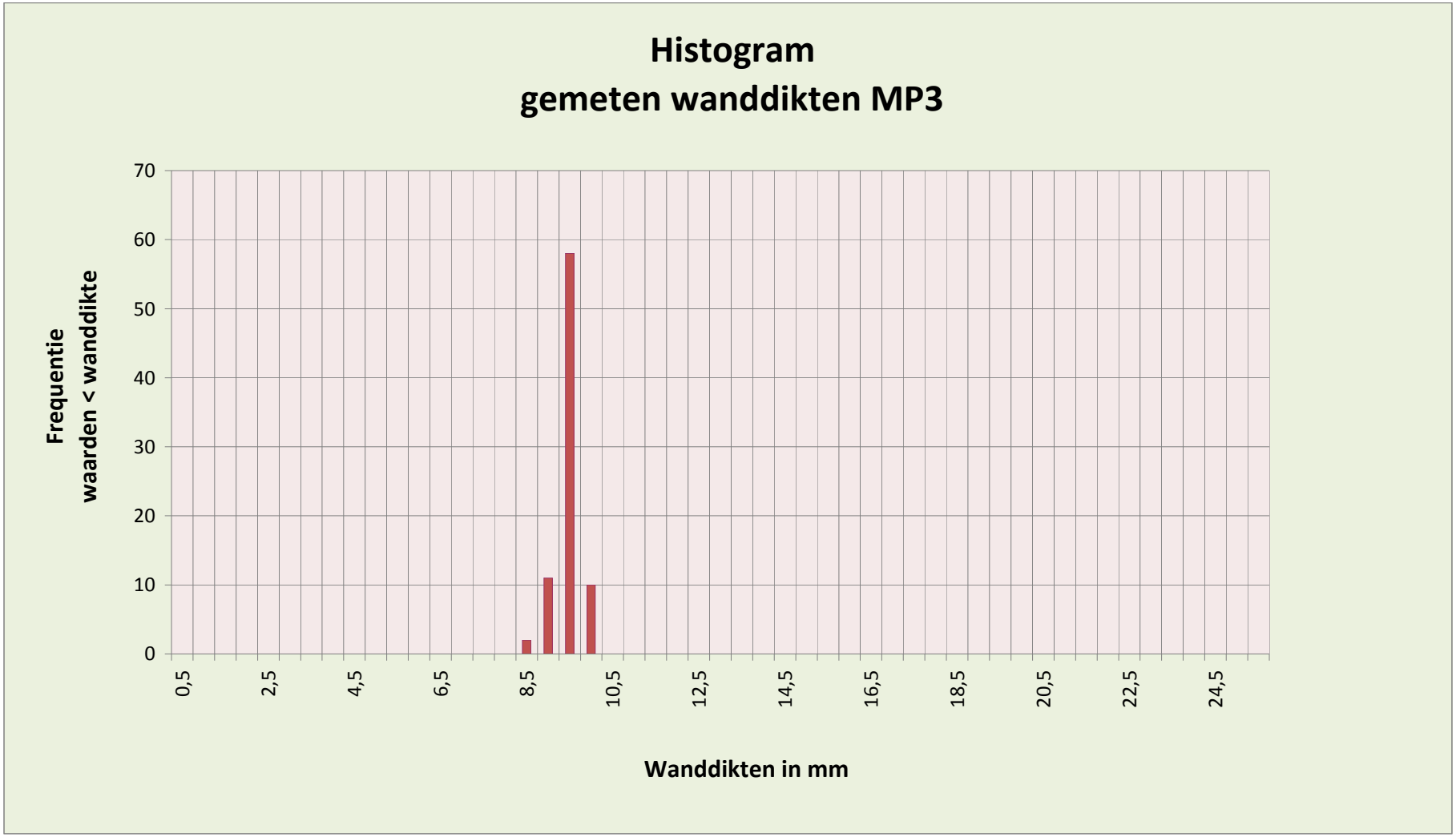
Beheerfase 3: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.2 en 1.0 ligt.

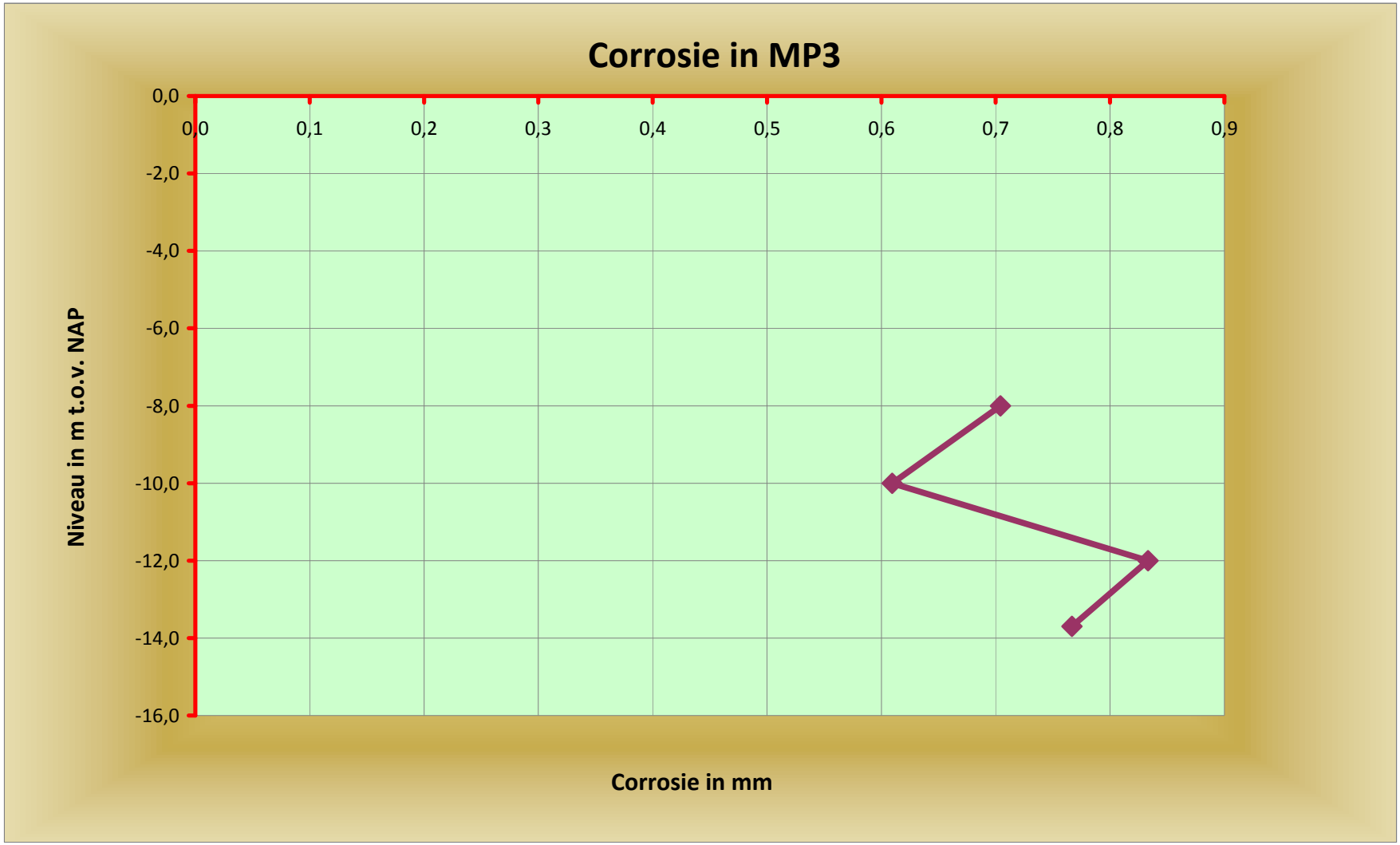
Standlijn bouwjaar: Di Dit is de verticale lijn die het bouwjaar van de kade aangeeft waarbij een veiligheidsfactor van 1.5 gold;

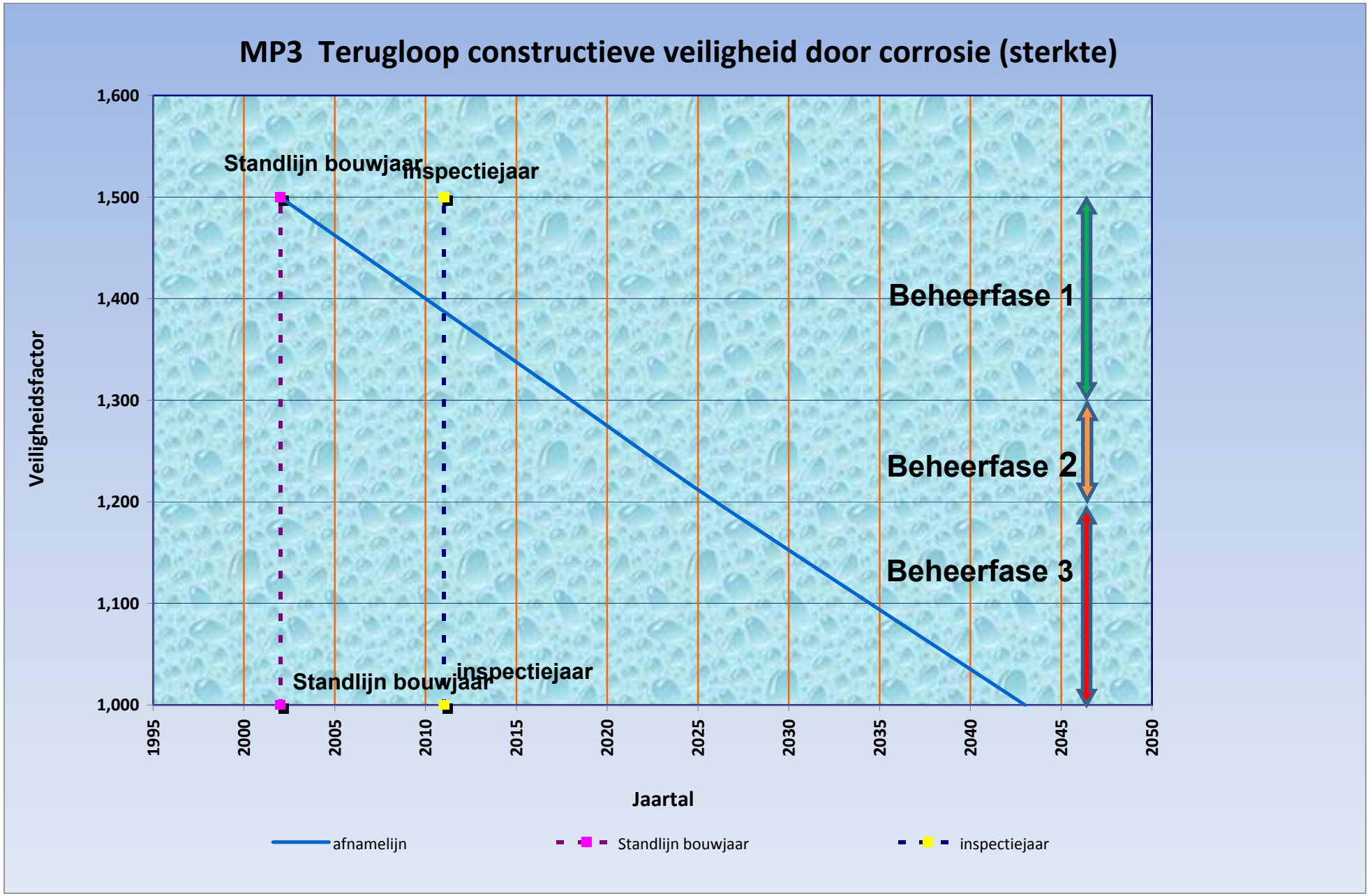
Standlijn inspectiejaa Dit is de verticale lijn die het jaartal van inspecties aangeeft;

Afnamelijn : Dit is lijn die de afname van de constructieve veiligheid aangeeft in relatie met de veiligheid en de tijdsduur.

Het snijpunt van de afnamelijn en standlijn inspectiejaar geeft de huidige beheerfase aan.


Histogram
gemeten wanddikten MP3
Frequentie
waarden < wanddikte
70
60
50
40
30
20
10
0
0,5
2,5
4,5
6,5
8,5
10,5
12,5
14,5
16,5
18,5
20,5
22,5
24,5
Wanddikten in mm


Corrosie in MP3
0,0
-2,0
-4,0
-6,0
-8,0
-10,0
-12,0
-14,0
-16,0
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
Niveau in m t.o.v. NAP
Corrosie in mm


MP3 Terugloop constructieve veiligheid door corrosie (sterkte)
Veiligheidsfactor
1,600
1,500
1,400
1,300
1,200
1,100
1,000
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
Jaartal
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
Beheerfase 1
Beheerfase 2
Beheerfase 3
afnamelijn
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar

ANALYSE MP4

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

BOUWJAAR :	**2002**
LEEFTIJD TOT HEDEN	**9**

Bodemdiepte in meters t.o.v. NAP :	**-14,00**	Profiel MP :	**Kas PU20**
Oorspronkelijke wanddikte in mm :	**12,4**	Type wand :	**Combi**

US WANDDIKTEMETINGEN met een nauwkeurigheid van 0,1 mm

Niveau t.o.v. N.A.P.	meetraai 1 MP 4	meetraai 2 MP 4	meetraai 3 MP 4	meetraai 4 MP 4	meetraai 5 MP 4	meetraai 6 MP 4	meetraai 7 MP 4	meetraai 8 MP 4	meetraai 9 MP 4	meetraai 10 MP 4	meetraai 11 MP 4	Gemid. per niveau	max min
-7,95	11,9	12,4	12,6	10,2	11,9	12,4	11,7	12,0					12,6
-8,00	12,5	12,4	12,5	11,6	12,2	12,4	11,8	12,0				12,1	
-8,05	12,0	12,6	12,4	12,0	12,1	12,3	11,7	12,0					10,2
-9,95		12,4	12,3	11,6	12,0	12,0	11,9	12,0					12,4
-10,00		12,4	12,2	11,9	12,0	12,4	11,9	12,0				12,1	
-10,05		12,3	12,2	11,8	11,8	12,4	11,7	12,0					11,6
-11,95		12,2	11,8	11,5	11,6	12,1	11,9	12,0					12,7
-12,00		12,3	11,8	11,3	12,1	12,6	12,0	12,0				12,0	
-12,05		12,2	12,0	11,6	11,8	12,7	12,3	12,0					11,3
-13,65				11,6	12,0	12,0	12,3	12,2					12,5
-13,70				12,0	12,2	12,4	12,2	12,0				12,1	
-13,75				11,8	12,0	12,5	12,2	12,1					11,6
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													

Totaal:	**Overall gemiddelde wanddikte**	MAX	12,7
		MIN	12,1 10,2
oorspronkelijke wanddikte			12,4 mm
gemiddeld afgeroest over	9,0 jaar		0,3 mm
Gemiddelde corrosie per jaar in mm			0,04 mm/jaar

PITTING	WEGING
< 2 mm	1,0
2 t/m 3	2,5
> 3 mm	4,0

	meetraai 1	meetraai 2	meetraai 3	meetraai 4	meetraai 5	meetraai 6	meetraai 7	meetraai 8	meetraai 9	meetraai 10	meetraai 11	
Niveau t.o.v. N.A.P.:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Weging				**Oppervlakte intensiteit in %**								max. weging
1,0	68	58	25	30	40	25	83	40	28	0	0	4
2,5	13	8	8	14	13	5	15	25	8	0	0	
4,0	20	6	18	2	5	13	3	0	3	0	0	

Gewogen pittingdiepte in mm										
1,79	1,01	1,14	0,72	0,91	0,88	1,30	1,03	0,56		

Gewogen max. pittingdiepte t_{pit} :	**1,79**	**mm**

Gewogen min. pittingdiepte t_{pit} :	**0,56**	**mm**

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

MEETPUNT	**4**

Oorspronkelijke wanddikte t_{oorspr} :		12,4	mm in	2002
	Overall gemiddelde wanddikte t_{gem} :	12,1	mm in	2011
	expositietijd	9	jaar	

Berekening equivalente wanddikte in mm :		$t_{equi} = t_{gem} - C * t_{pit}$		
C = vormfactor =		0,66		
	Gewogen maximale pittingdiepte in mm t_{pit} :	1,79		
De gecorrigeerde wanddikte t_{equi} =		10,9	mm in	**2011**

STERKTE CRITERIUM

gem. corrosie snelheid v1 $_{corr}$ = (t_{oorspr} - t_{equi}) / expositietijd	mm/jaar
Veiligheid in het jaar van de bouw	**$\gamma_{T=0}$**
Veiligheidsfactor behorende bij de beschouwde beheersfase	**$\gamma_{T=t}$**
Levensduurverwachting T1 $_{jaar}$ = t_{oorsp} * ($\gamma_{T=0}$ - $\gamma_{T=t}$) / ($\gamma_{T=0}$ * v1 $_{corr}$)	

gem. corrosiesnelh. v1 $_{corr}$:	**0,170**	mm/jaar over	9	jaar expositie	

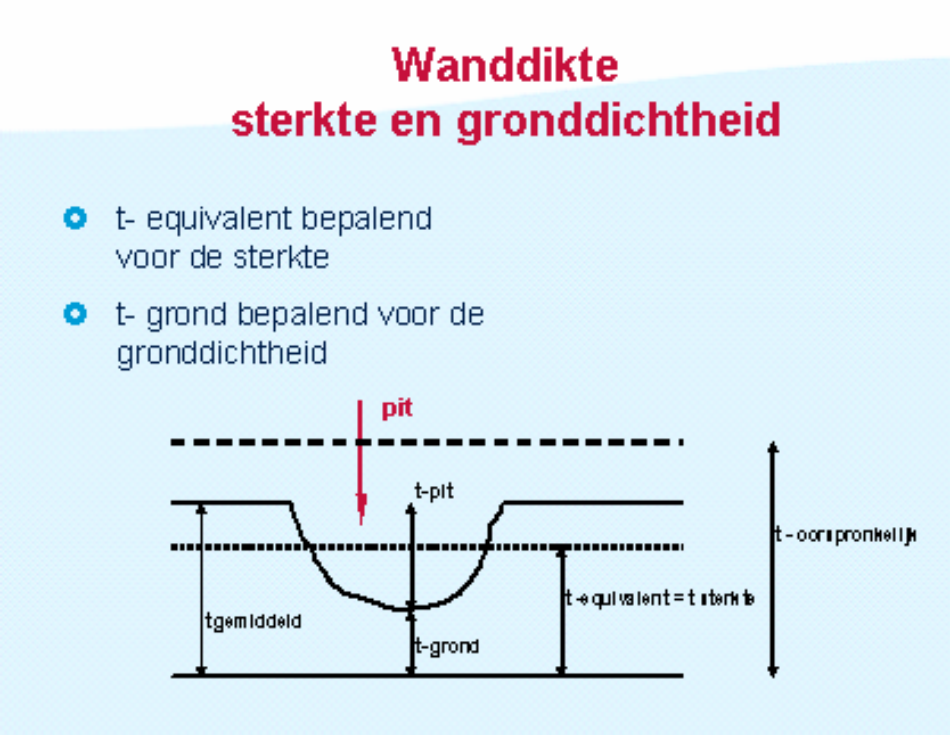
		Veiligheid niveau $\gamma_{T=t}$	**Aantal jaren**	**Jaartal**
BEHEERSFASE 1 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,3**	9	2011
BEHEERSFASE 2 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,2**	14	2016
BEHEERSFASE 3 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,0**	24	2026

GRONDDICHTHEID CRITERIUM

t_{grond} = t_{gem} - max. weegfactor bij de grootste gemeten pittingdiepte
gem. corrosie snelheid v2 $_{corr}$ = (t_{oorspr} - t_{grond}) / expositietijd
Levensduurverwachting T2 $_{jaar}$ = (t_{grond} / v2 $_{corr}$)

max. weegfactor :		4,0	mm			
	t_{grond} :	8,1	mm			
gem. corrosiesnelh. v2 corr :		**0,48**	mm/jaar	na	9	jaar expositie
eerste gatvorming na :		**16**	jaar vanaf heden is in		2027	

Overzicht meetpunt		**0**
$t_{oorspr.}$	12,4	mm
$t_{gem.}$	12,1	mm
t_{equi}	10,9	mm
t_{grond}	8,1	mm
Veiligheid = 1,0 in	2026	jaar
Eerste gat in	2027	jaar



De grafieken moeten als volgt geïnterpreteerd worden:

Beheerfase 1 : Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.5 en 1.3 ligt (een terugloop in de marge van de constructieve veiligheid van 50% naar 30%);

Beheerfase 2: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.3 en 1.2 ligt;

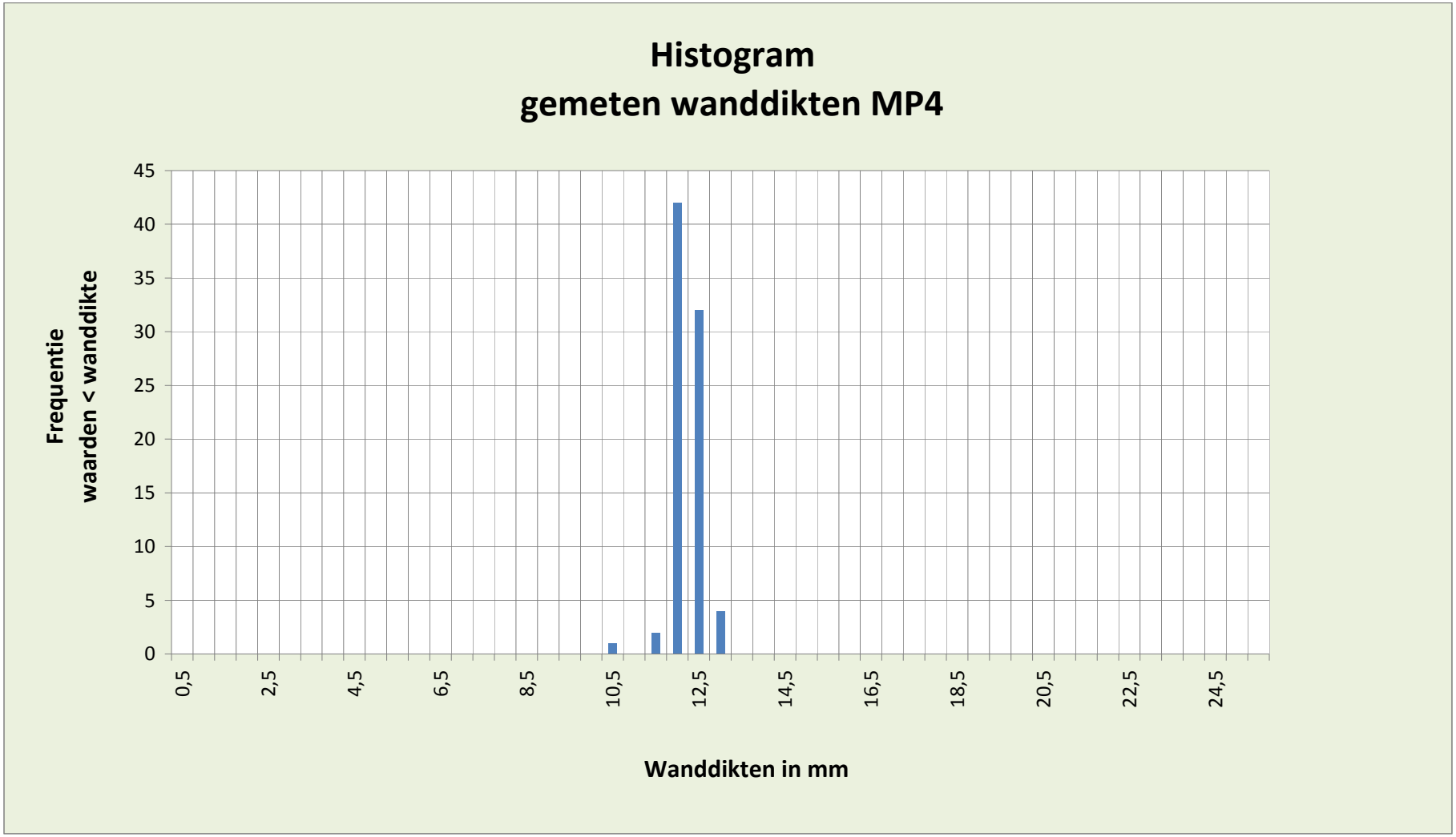
Beheerfase 3: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.2 en 1.0 ligt.

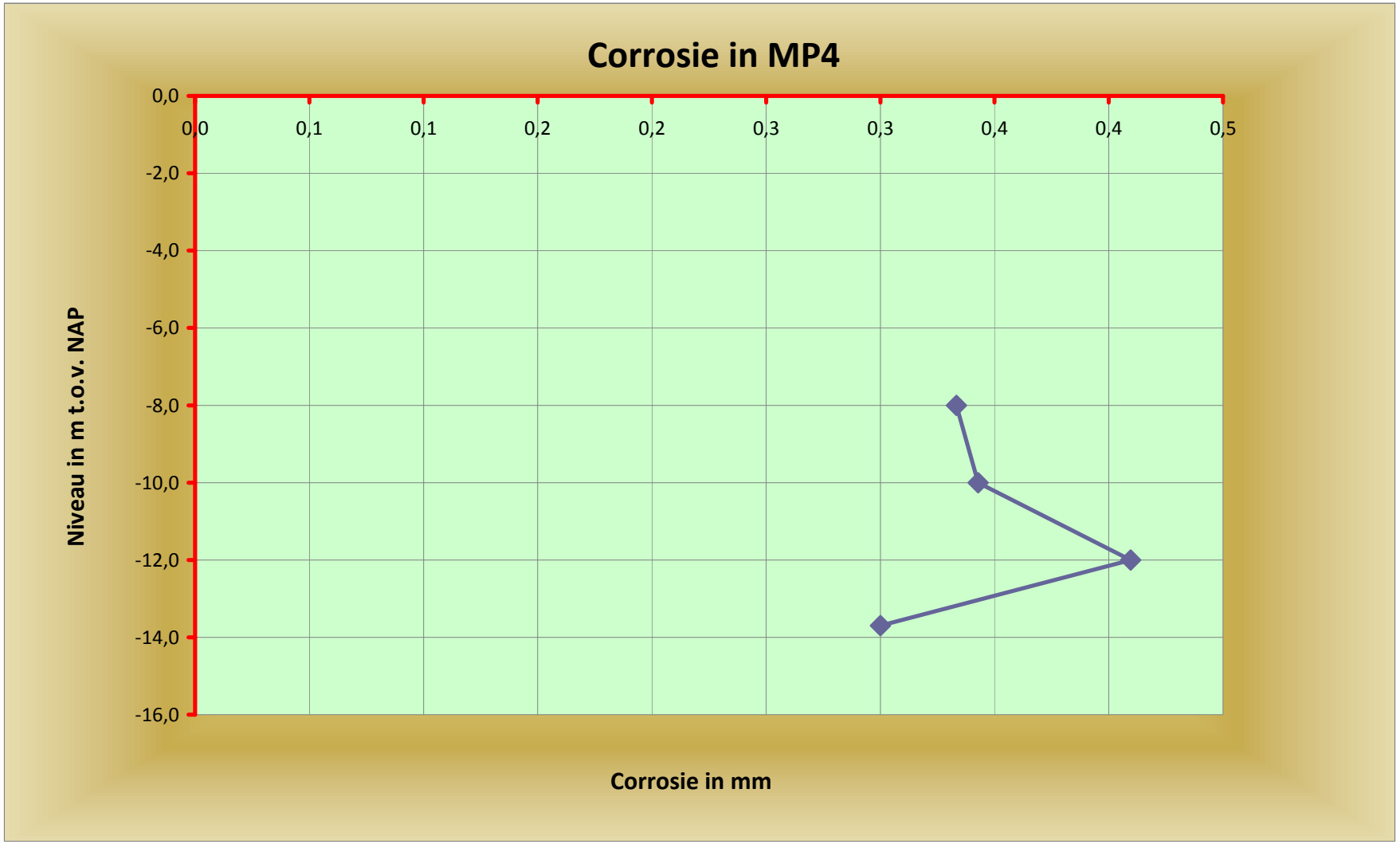
Standlijn bouwjaar: Dit Dit is de verticale lijn die het bouwjaar van de kade aangeeft waarbij een veiligheidsfactor van 1.5 gold;

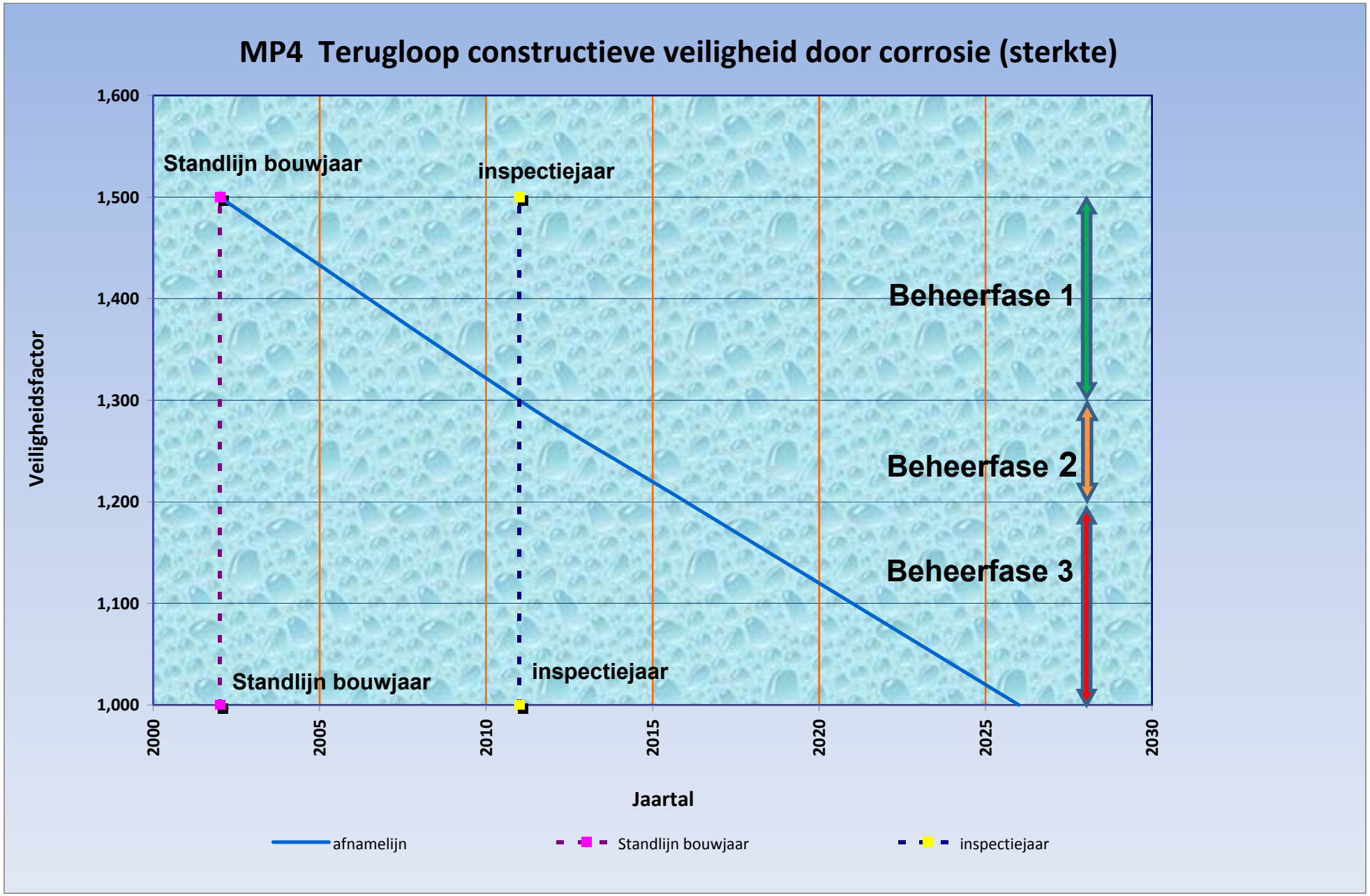
Standlijn inspectiejaar Dit is de verticale lijn die het jaartal van inspecties aangeeft;

Afnamelijn : Dit is lijn die de afname van de constructieve veiligheid aangeeft in relatie met de veiligheid en de tijdsduur.

Het snijpunt van de afnamelijn en standlijn inspectiejaar geeft de huidige beheerfase aan.


Histogram
gemeten wanddikten MP4
Frequentie
waarden < wanddikte
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0,5
2,5
4,5
6,5
8,5
10,5
12,5
14,5
16,5
18,5
20,5
22,5
24,5
Wanddikten in mm


Corrosie in MP4
0,0
-2,0
-4,0
-6,0
-8,0
-10,0
-12,0
-14,0
-16,0
0,0
0,1
0,1
0,2
0,2
0,3
0,3
0,4
0,4
0,5
Niveau in m t.o.v. NAP
Corrosie in mm


MP4 Terugloop constructieve veiligheid door corrosie (sterkte)
1,600
1,500
1,400
1,300
1,200
1,100
1,000
Veiligheidsfactor
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
Jaartal
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
Beheerfase 1
Beheerfase 2
Beheerfase 3
afnamelijn
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar

Bijlage 4 Meetresultaten & grafieken FMT kade, achterzijde

Samenvatting

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

BOUWJAAR :	**2002**
LEEFTIJD TOT HEDEN	**9**

Bodemdiepte in meters t.o.v. NAP :	**-4,00**

OVERZICHT VAN ALLE ANALYSES

Korte toelichting :	

STERKTE	**meetpunt 1**	**meetpunt 2**	**meetpunt 3**	**meetpunt 4**	**meetpunt 5**	**meetpunt 6**	**meetpunt 7**
$t_{oorspr.}$ in mm					15,4	15,4	
$t_{gem.}$ in mm					15,1	15,0	
t_{equi} in mm					14,4	14,3	
$v1_{corr}$ in mm/jaar					0,11	0,12	
HUIDIGE VEILIGHEID :					2,85	2,83	
BEHEERFASE 1 :					2080	2073	
BEHEERFASE 2 :					2085	2077	
BEHEERFASE 3 :					2094	2086	
GRONDDICHTHEID							
$t_{grond.}$ in mm					14,1	14,0	
$v2_{corr}$ in mm/jaar					0,15	0,16	
eerste gatvorming in :					2104	2097	

t_{oorspr} = oorspronkelijke wanddikte

t_{gem} = overall gemiddelde wanddikte

t_{equi} = de gecorrigeerde wanddikte

$v1_{corr}$ = gemiddelde corrosiesnelheid voor de bepaling van de sterkte.

BEHEERFASE 1 : de veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar 1,3
BEHEERFASE 2 : de veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar 1,2
BEHEERFASE 3 : de veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar 1,0

$t_{grond} = t_{gem}$ - max. weegfactor bij de grootste gemeten pittingdiepte

gem. corrosie snelheid $v2_{corr} = (t_{oorspr} - t_{grond})$ / expositietijd

GRONDDICHTHEID							
					Buispaal 1016 mm bi	Buispaal 1016 mm bi	
$t_{gem.}$ in mm					15,1	15,0	
standaard afwijking					0,306	0,392	
wanddikte bij 0,1 % kans					14,11	13,74	
Afroesting in mm					1,3	1,7	
$v3_{corr\ 0,1\%}$ in mm/jaar					0,143	0,184	
wanddikte=0 na X jaar					98	75	
Verwachting eerste gat in het jaar					2109	2086	

0,1 % kans = $t_{gem.}$ - 3,08*standaardafwijking

$t_{oorsp.}$ - wanddikte bij 0,1% kans

$v3_{corr\ 0,1\%}$ = afroesting / leeftijd tot heden

wanddikte bij 0,1% kans / $v3_{corr\ 0,1\%}$

Jaartal = Leeftijd bij inspectiedatum + (wanddikte=0 na X jaar)

ANALYSE MP5

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

BOUWJAAR :	2002
LEEFTIJD TOT HEDEN	9

Bodemdiepte in meters t.o.v. NAP :	-4,00	Profiel MP :	Buispaal 1016 mm bi
Oorspronkelijke wanddikte in mm :	15,4	Type wand :	Combi

US WANDDIKTEMETINGEN met een nauwkeurigheid van 0,1 mm

Niveau t.o.v. N.A.P.	meetraai 1 MP 5	meetraai 2 MP 5	meetraai 3 MP 5	meetraai 4 MP 5	meetraai 5 MP 5	meetraai 6 MP 5	meetraai 7 MP 5	meetraai 8 MP 5	meetraai 9 MP 5	meetraai 10 MP 5	meetraai 11 MP 5	Gemid. per niveau	max min
2,55	15,4	15,3	15,0	15,0	15,4		15,0	15,0	15,5				15,5
2,50	15,5	15,4	15,2	15,1	15,3		14,9	15,2	15,4			15,2	
2,45	15,4	15,4	15,0	15,0	15,2		15,0	15,2	15,5				14,9
2,05	15,4	15,4	15,0		15,2	15,1	15,0	15,1	15,5				15,6
2,00	15,5	15,3	15,0		15,2	15,4	15,0	15,2	15,5			15,3	
1,95	15,2	15,4	15,1		15,4	15,4	15,0	15,2	15,6				15,0
1,55	15,5	15,5	15,0	15,2	15,1	15,1	14,9	15,0	15,5				15,5
1,50	15,5	15,4	15,1	15,2	15,0	15,4	15,4	15,0	15,5			15,2	
1,45	15,4	15,5	15,0	15,2	15,1	15,4	15,2	15,0	15,5				14,9
1,05	15,5	15,3	15,1	14,9	15,2	15,2	15,2	15,1	15,4				15,5
1,00	15,5	15,2	15,1	15,0	15,2	15,4	15,4	15,0	15,4			15,2	
0,95	15,5	15,3	15,2	15,0	15,4	15,4	15,2	15,0	15,4				14,9
0,55	14,9	15,2	15,3	14,9	15,2	15,4	15,0	15,0	15,3				15,4
0,50	15,1	15,2	15,2	15,0	15,2	15,2	15,1	14,9	15,2			15,1	
0,45	15,0	15,0	15,3	15,0	15,2	15,2	15,0	15,0	15,2				14,9
0,05	15,3	14,9	15,2	15,0	15,1	15,2	15,2	14,8	15,3				15,3
0,00	15,2	15,1	15,2	15,0	15,2	15,3	15,3	14,8	15,2			15,1	
-0,05	15,3	15,0	15,2	15,2	15,1	15,2	15,0	14,9	15,3				14,8
-0,95	14,8	15,0	15,0	14,9	15,1	15,3	15,1	15,1	15,3				15,4
-1,00	15,1	14,9	15,0	14,8	15,0	15,2	15,2	15,1	15,2			15,1	
-1,05	14,8	15,2	14,9	14,8	15,1	15,2	15,0	15,2	15,4				14,8
-1,95	14,6	14,7	14,6	14,4	14,9	14,9	15,2	14,9	15,0				15,2
-2,00	14,3	14,9	14,6	14,6	15,1	15,0	15,2	15,1	15,2			14,8	
-2,05	14,3	14,6	14,5	14,6	14,9	15,0	15,2	15,0	15,2				14,3
-2,95	15,0	14,2	15,2	14,4	14,7	15,3	14,5	14,8	14,3				15,4
-3,00	15,0	14,4	15,0	14,5	14,8	15,4	14,6	14,6	14,5			14,7	
-3,05	14,8	14,5	15,1	14,2	14,4	15,2	14,4	14,9	14,7				14,2
-3,45	15,0	14,4	14,8	14,5	14,4	14,8	14,4	14,9	14,4				15,2
-3,50	14,8	14,6	14,9	14,4	15,0	15,0	14,3	14,3	14,7			14,7	
-3,55	15,2	14,7	15,1	14,4	14,9	15,1	14,2	14,6	14,8				14,2
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													

Totaal:	**Overall gemiddelde wanddikte**	MAX	15,6
		15,1	
		MIN	14,2
oorspronkelijke wanddikte		15,4	mm
gemiddeld afgeroest over	9,0 jaar	0,3	mm
Gemiddelde corrosie per jaar in mm		0,04	mm/jaar

PITTING	WEGING
< 2 mm	1,0
2 t/m 3	2,5
> 3 mm	4,0

	meetraai 1	meetraai 2	meetraai 3	meetraai 4	meetraai 5	meetraai 6	meetraai 7	meetraai 8	meetraai 9	meetraai 10	meetraai 11	
Niveau t.o.v. N.A.P.:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Weging				**Oppervlakte intensiteit in %**								max. weging
1,0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	1
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gewogen pittingdiepte in mm										
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		

Gewogen max. pittingdiepte t_{pit} :	1,00	mm

Gewogen min. pittingdiepte t_{pit} :	1,00	mm

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

MEETPUNT	**5**

Oorspronkelijke wanddikte t_{oorspr} :	15,4	mm in	2002
Overall gemiddelde wanddikte t_{gem} :	15,1	mm in	2011
expositietijd	9	jaar	

Berekening equivalente wanddikte in mm :	$t_{equi} = t_{gem} - C * t_{pit}$		
C = vormfactor =	0,66		
Gewogen maximale pittingdiepte in mm t_{pit} :	1,00		
De gecorrigeerde wanddikte t_{equi} =	14,4	mm in	**2011**

STERKTE CRITERIUM

gem. corrosie snelheid $v1_{corr} = (t_{oorspr} - t_{equi})$ / expositietijd	mm/jaar
Veiligheid in het jaar van de bouw	$\gamma_{T=0}$
Veiligheidsfactor behorende bij de beschouwde beheersfase	$\gamma_{T=t}$
Levensduurverwachting $T1_{jaar} = t_{oorsp} * (\gamma_{T=0} - \gamma_{T=t}) / (\gamma_{T=0} * v1_{corr})$	

gem. corrosiesnelh. $v1_{corr}$:	**0,112**	mm/jaar over	9	jaar expositie	

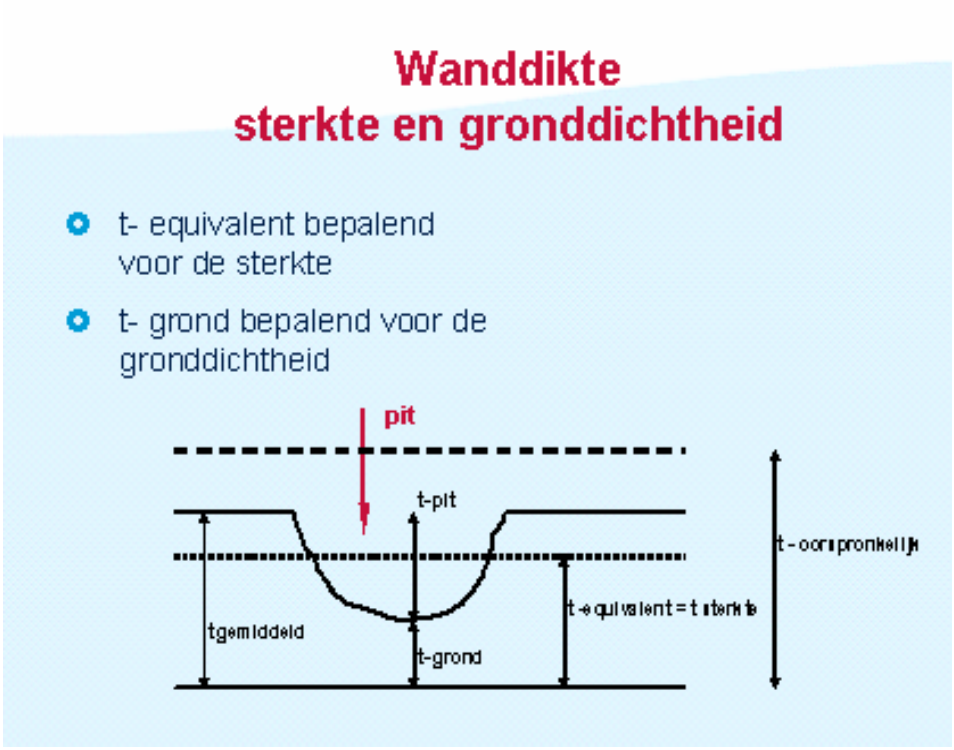
		Veiligheid niveau $\gamma_{T=t}$	Aantal jaren	Jaartal
BEHEERSFASE 1 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,3**	78	2080
BEHEERSFASE 2 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,2**	83	2085
BEHEERSFASE 3 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,0**	92	2094

GRONDDICHTHEID CRITERIUM

$t_{grond} = t_{gem}$ - max. weegfactor bij de grootste gemeten pittingdiepte
gem. corrosie snelheid $v2_{corr} = (t_{oorspr} - t_{grond})$ / expositietijd
Levensduurverwachting $T2_{jaar} = (t_{grond} / v2_{corr})$

max. weegfactor :	1,0	mm				
t_{grond} :	14,1	mm				
gem. corrosiesnelh. v2 corr :	**0,15**	mm/jaar	na	9	jaar expositie	
eerste gatvorming na :	**93**	jaar vanaf heden is in		2104		

Overzicht meetpunt		**0**
$t_{oorspr.}$	15,4	mm
$t_{gem.}$	15,1	mm
t_{equi}	14,4	mm
t_{grond}	14,1	mm
Veiligheid = 1,0 in	2094	jaar
Eerste gat in	2104	jaar



De grafieken moeten als volgt geïnterpreteerd worden:

Beheerfase 1 : Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.5 en 1.3 ligt (een terugloop in de marge van de constructieve veiligheid van 50% naar 30%);

Beheerfase 2: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.3 en 1.2 ligt;

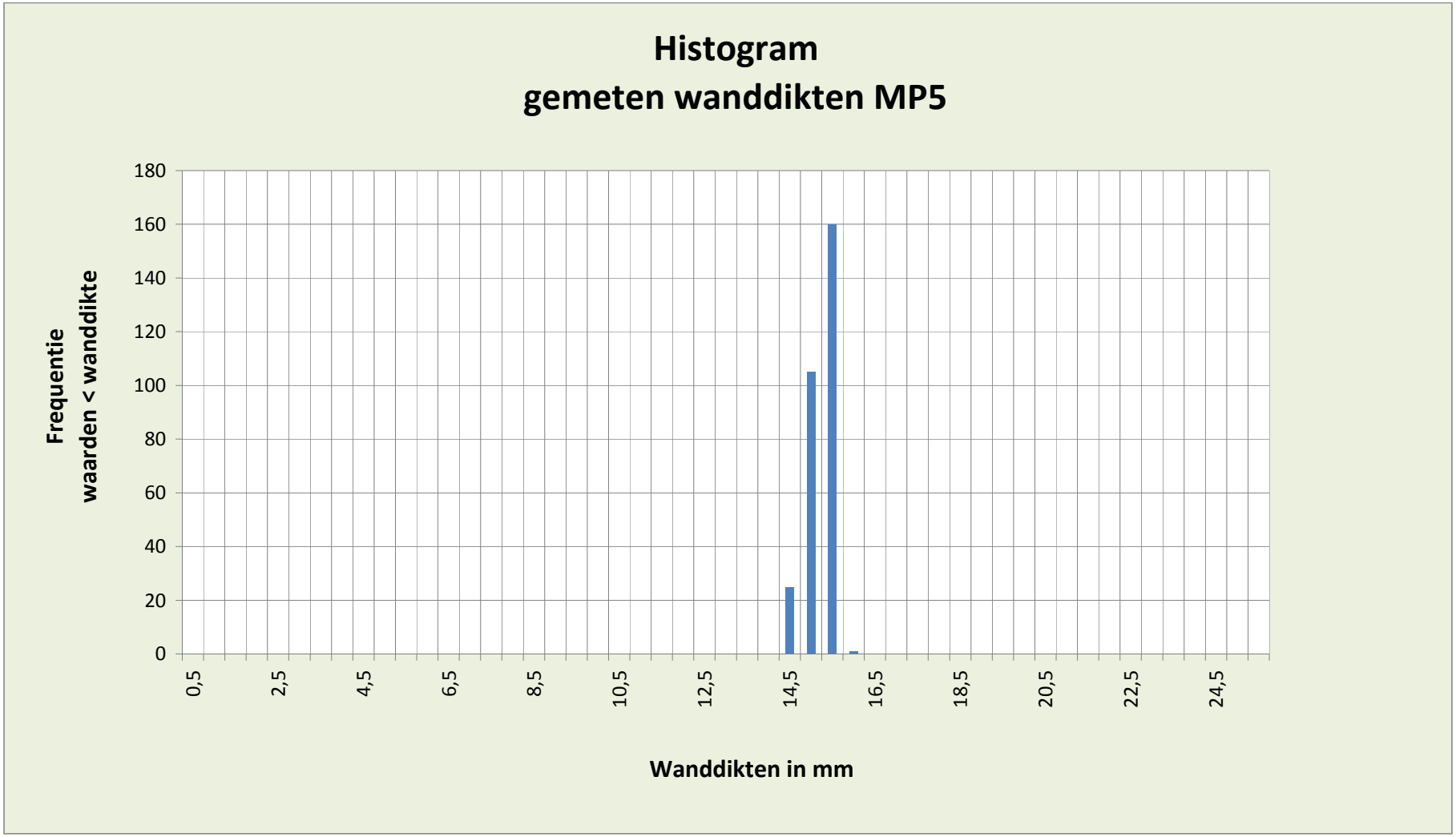
Beheerfase 3: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.2 en 1.0 ligt.

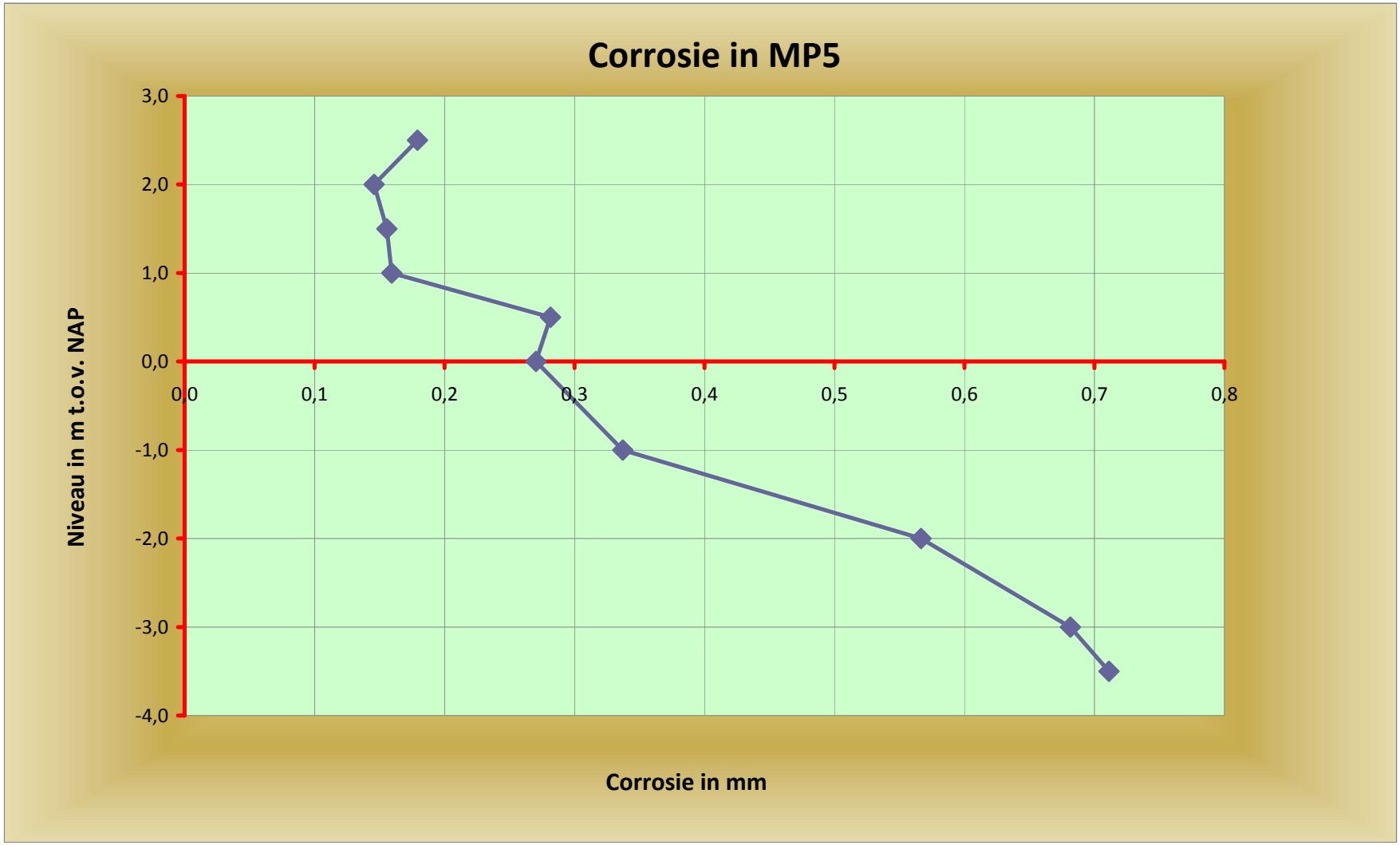
Standlijn bouwjaar: Di Dit is de verticale lijn die het bouwjaar van de kade aangeeft waarbij een veiligheidsfactor van 1.5 gold;

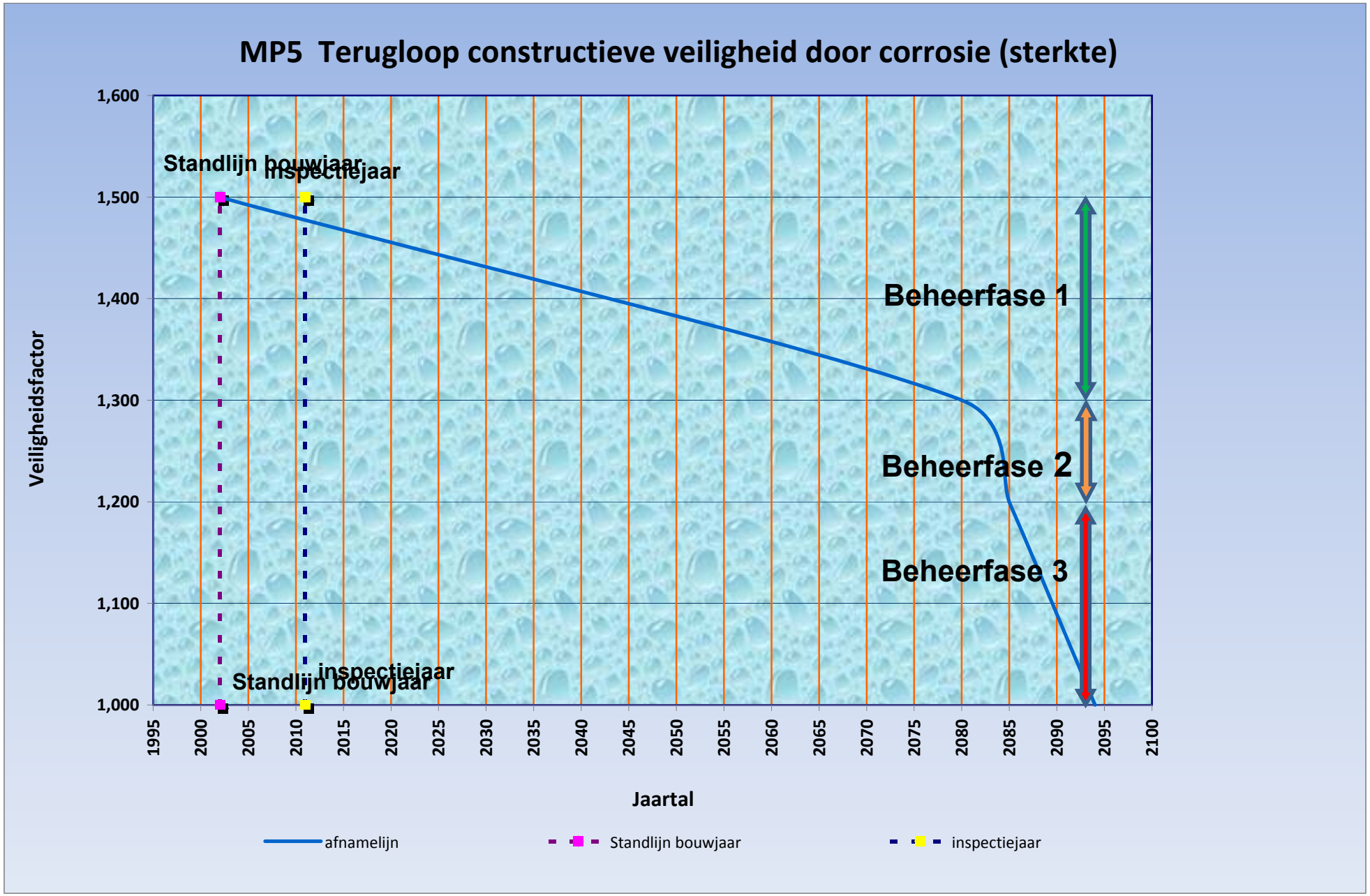
Standlijn inspectiejaa Dit is de verticale lijn die het jaartal van inspecties aangeeft;

Afnamelijn : Dit is lijn die de afname van de constructieve veiligheid aangeeft in relatie met de veiligheid en de tijdsduur.

Het snijpunt van de afnamelijn en standlijn inspectiejaar geeft de huidige beheerfase aan.


Histogram
gemeten wanddikten MP5
Frequentie
waarden < wanddikte
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
0,5
2,5
4,5
6,5
8,5
10,5
12,5
14,5
16,5
18,5
20,5
22,5
24,5
Wanddikten in mm


Corrosie in MP5
Niveau in m t.o.v. NAP
3,0
2,0
1,0
0,0
-1,0
-2,0
-3,0
-4,0
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
Corrosie in mm


MP5 Terugloop constructieve veiligheid door corrosie (sterkte)
Veiligheidsfactor
1,600
1,500
1,400
1,300
1,200
1,100
1,000
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
Beheerfase 1
Beheerfase 2
Beheerfase 3
inspectiejaar
Standlijn bouwjaar
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
2055
2060
2065
2070
2075
2080
2085
2090
2095
2100
Jaartal
afnamelijn
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar

ANALYSE MP6

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

BOUWJAAR :	2002	Bodemdiepte in meters t.o.v. NAP :	-4,00	Profiel MP :	Buispaal 1016 mm bi
LEEFTIJD TOT HEDEN	9	Oorspronkelijke wanddikte in mm :	15,4	Type wand :	Combi

US WANDDIKTEMETINGEN met een nauwkeurigheid van 0,1 mm

Niveau t.o.v. N.A.P.	meetraai 1 MP 6	meetraai 2 MP 6	meetraai 3 MP 6	meetraai 4 MP 6	meetraai 5 MP 6	meetraai 6 MP 6	meetraai 7 MP 6	meetraai 8 MP 6	meetraai 9 MP 6	meetraai 10 MP 6	meetraai 11 MP 6	Gemid. per niveau	max min
2,55	15,4	15,5	15,4	15,0	15,2	15,1	15,4	15,1	15,0				15,6
2,50	15,3	15,4	15,6	15,1	15,2	15,2	15,4	15,0	15,1			15,2	
2,45	15,4	15,4	15,4	15,2	15,2	15,1	15,4	15,0	15,0				15,0
2,05	15,5	15,4	15,4	15,1	15,3	15,1	15,4	15,1	15,1				15,5
2,00	15,4	15,5	15,5	15,2	15,3	15,1	15,4	15,1	15,2			15,3	
1,95	15,3	15,5	15,5	15,2	15,3	15,0	15,4	15,1	15,2				15,0
1,55	15,3	15,4	15,7	14,4	15,0	15,1	15,4	15,1	15,2				15,7
1,50	15,2	15,5	15,5	14,4	15,0	15,0	15,4	15,1	15,1			15,1	
1,45	15,4	15,4	15,5	14,4	15,0	15,0	15,4	14,9	15,0				14,4
1,05	15,4	15,4	15,5	14,4	15,0	14,9	15,0	15,4	15,0				15,5
1,00	15,3	15,5	15,4	14,4	15,1	15,0	15,0	15,4	15,1			15,1	
0,95	15,4	15,2	15,5	14,4	15,1	15,2	15,0	15,4	15,0				14,4
0,55	15,4	15,0	15,5	14,0	15,2	15,1	15,0	15,2	15,0				15,5
0,50	15,2	15,0	15,5	14,2	15,2	15,0	14,9	15,0	15,0			15,0	
0,45	15,4	14,9	15,4	14,1	15,0	15,0	14,8	15,2	15,0				14,0
0,05	15,1	15,3	15,4	14,0	14,8	14,8	15,0	15,0	14,9				15,4
0,00	15	15,2	15,4	14,0	14,8	14,9	14,9	15,1	15,0			14,9	
-0,05	15	15,3	15,3	14,0	14,9	14,9	14,8	15,1	14,3				14,0
-0,95	15,4	15,2	15,4	13,8	15,0	15,0	15,1	15,2	14,7				15,4
-1,00	15	15,0	15,3	13,8	15,0	14,7	15,0	15,2	14,8			14,9	
-1,05	15,4	14,9	15,2	14,0	14,9	14,6	15,0	15,0	14,8				13,8
-1,95	14,8	14,8	14,8	13,7	14,6	14,4	15,0	15,0	15,0				15,1
-2,00	14,6	14,7	15,0	13,8	14,8	14,4	15,1	14,9	14,8			14,7	
-2,05	14,7	14,6	14,8	13,6	14,7	14,4	14,9	14,9	15,0				13,6
-2,95	14,8	15,0	14,4	14,4	14,4	14,9	14,6	14,2	14,6				15,0
-3,00	14,8	14,7	14,5	14,5	14,5	14,7	14,4	14,5	14,6			14,6	
-3,05	15,0	15,0	14,2	14,8	14,9	14,8	14,6	14,8	14,6				14,2
-3,45	14,4	14,8	14,4	14,4	14,6	14,9	14,6	14,2	14,7				14,9
-3,50	14,2	14,9	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,4	14,8			14,6	
-3,55	14,3	14,9	14,8	14,6	14,7	14,6	14,6	14,6	14,8				14,2
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													
0,05													
0,00													
-0,05													

Totaal:	**Overall gemiddelde wanddikte**	MAX	15,7
		15,0	
		MIN	13,6
oorspronkelijke wanddikte			15,4 mm
gemiddeld afgeroest over	9,0 jaar		0,4 mm
Gemiddelde corrosie per jaar in mm			0,05 mm/jaar

PITTING	WEGING
< 2 mm	1,0
2 t/m 3	2,5
> 3 mm	4,0

	meetraai 1	meetraai 2	meetraai 3	meetraai 4	meetraai 5	meetraai 6	meetraai 7	meetraai 8	meetraai 9	meetraai 10	meetraai 11	
Niveau t.o.v. N.A.P.:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Weging				**Oppervlakte intensiteit in %**								t pit max
1,0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	1
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gewogen pittingdiepte in mm										
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		

Gewogen max. pittingdiepte t_{pit} :	1,00	mm	**Gewogen min. pittingdiepte t_{pit} :**	1,00	mm

Locatie :	Vlissingen
Naam haven :	FMT-kade
Datum inspectie :	1-4-2011

Bestek nr :	werkbeschrjving
project nr :	HH2486
Tekening nr :	HH2486-T-001

MEETPUNT	**6**

Oorspronkelijke wanddikte t_{oorspr} :	15,4	mm in	2002
Overall gemiddelde wanddikte t_{gem} :	15,0	mm in	2011
expositietijd	9	jaar	

Berekening equivalente wanddikte in mm :	$t_{equi} = t_{gem} - C * t_{pit}$		
C = vormfactor =	0,66		
Gewogen maximale pittingdiepte in mm t_{pit} :	1,00		
De gecorrigeerde wanddikte t_{equi} =	14,3	mm in	**2011**

STERKTE CRITERIUM

gem. corrosie snelheid $v1_{corr} = (t_{oorspr} - t_{equi})$ / expositietijd
Veiligheid in het jaar van de bouw
Veiligheidsfactor behorende bij de beschouwde beheersfase
Levensduurverwachting $T1_{jaar} = t_{oorsp} * (\gamma_{T=0} - \gamma_{T=t}) / (\gamma_{T=0} * v1_{corr})$

gem. corrosiesnelh. $v1_{corr}$:	**0,123**	mm/jaar over	9	jaar expositie	

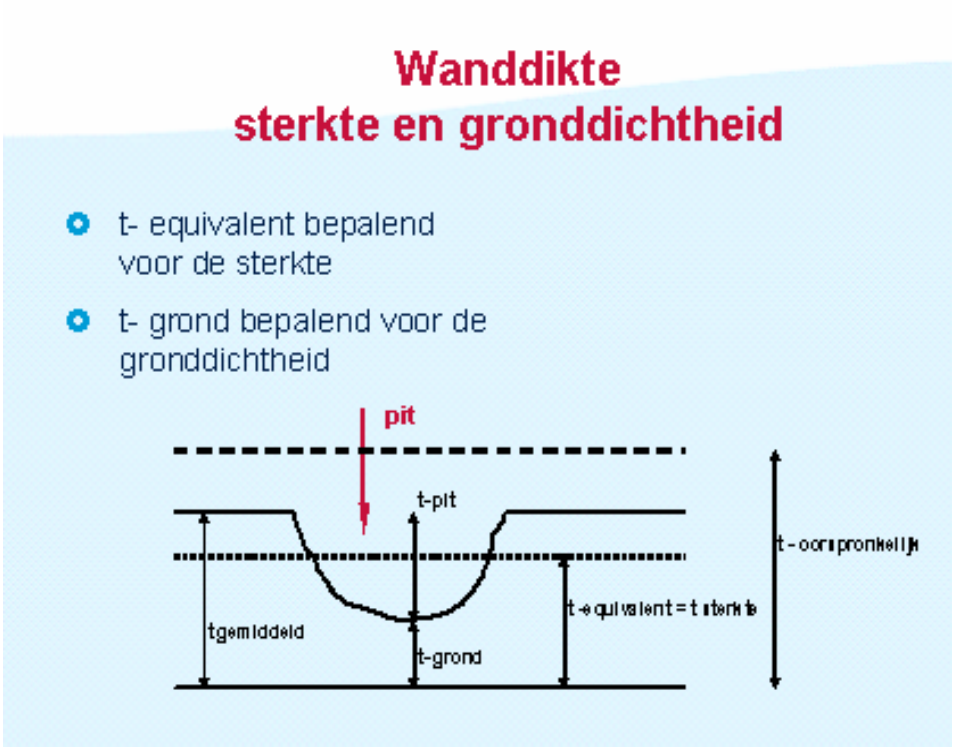
		Veiligheid niveau $\gamma_{T=t}$	Aantal jaren	Jaartal
BEHEERSFASE 1 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,3**	71	2073
BEHEERSFASE 2 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,2**	75	2077
BEHEERSFASE 3 :	**Periode, veiligheid neemt af van 1,5 ($\gamma_{T=0}$) naar**	**1,0**	84	2086

GRONDDICHTHEID CRITERIUM

$t_{grond} = t_{gem}$ - max. weegfactor bij de grootste gemeten pittingdiepte
gem. corrosie snelheid $v2_{corr} = (t_{oorspr} - t_{grond})$ / expositietijd
Levensduurverwachting $T2_{jaar} = (t_{grond} / v2_{corr})$

max. weegfactor :	1,0	mm				
t_{grond} :	14,0	mm				
gem. corrosiesnelh. v2 corr :	**0,16**	mm/jaar	na	9	jaar expositie	
eerste gatvorming na :	**86**	jaar vanaf heden is in		2097		

Overzicht meetpunt		**0**
$t_{oorspr.}$	15,4	mm
$t_{gem.}$	15,0	mm
t_{equi}	14,3	mm
t_{grond}	14,0	mm
Veiligheid = 1,0 in	2086	jaar
Eerste gat in	2097	jaar



De grafieken moeten als volgt geïnterpreteerd worden:

Beheerfase 1 : Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.5 en 1.3 ligt (een terugloop in de marge van de constructieve veiligheid van 50% naar 30%);

Beheerfase 2: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.3 en 1.2 ligt;

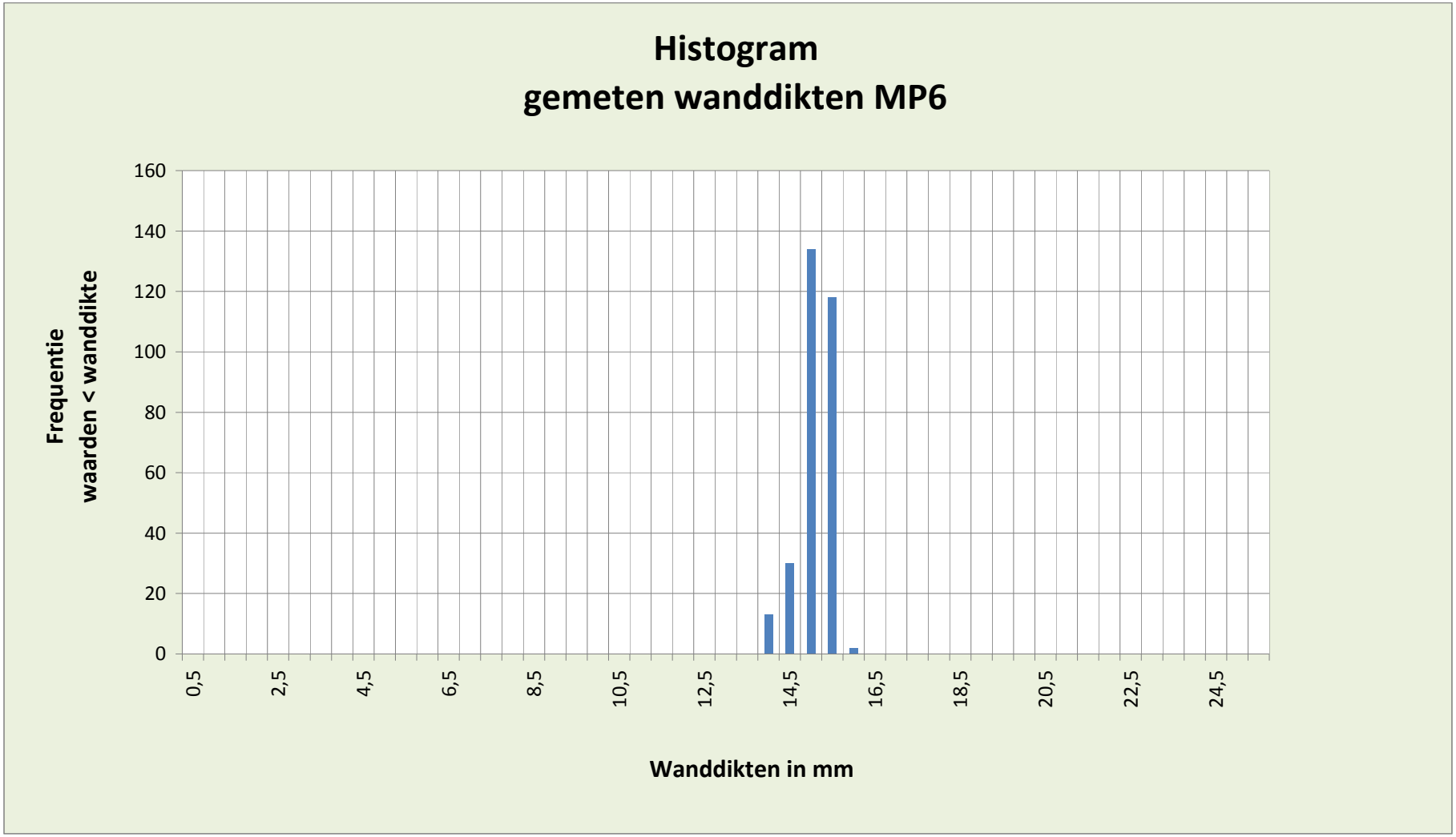
Beheerfase 3: Dit is de ruimte waarbij de veiligheidsfactor tussen 1.2 en 1.0 ligt.

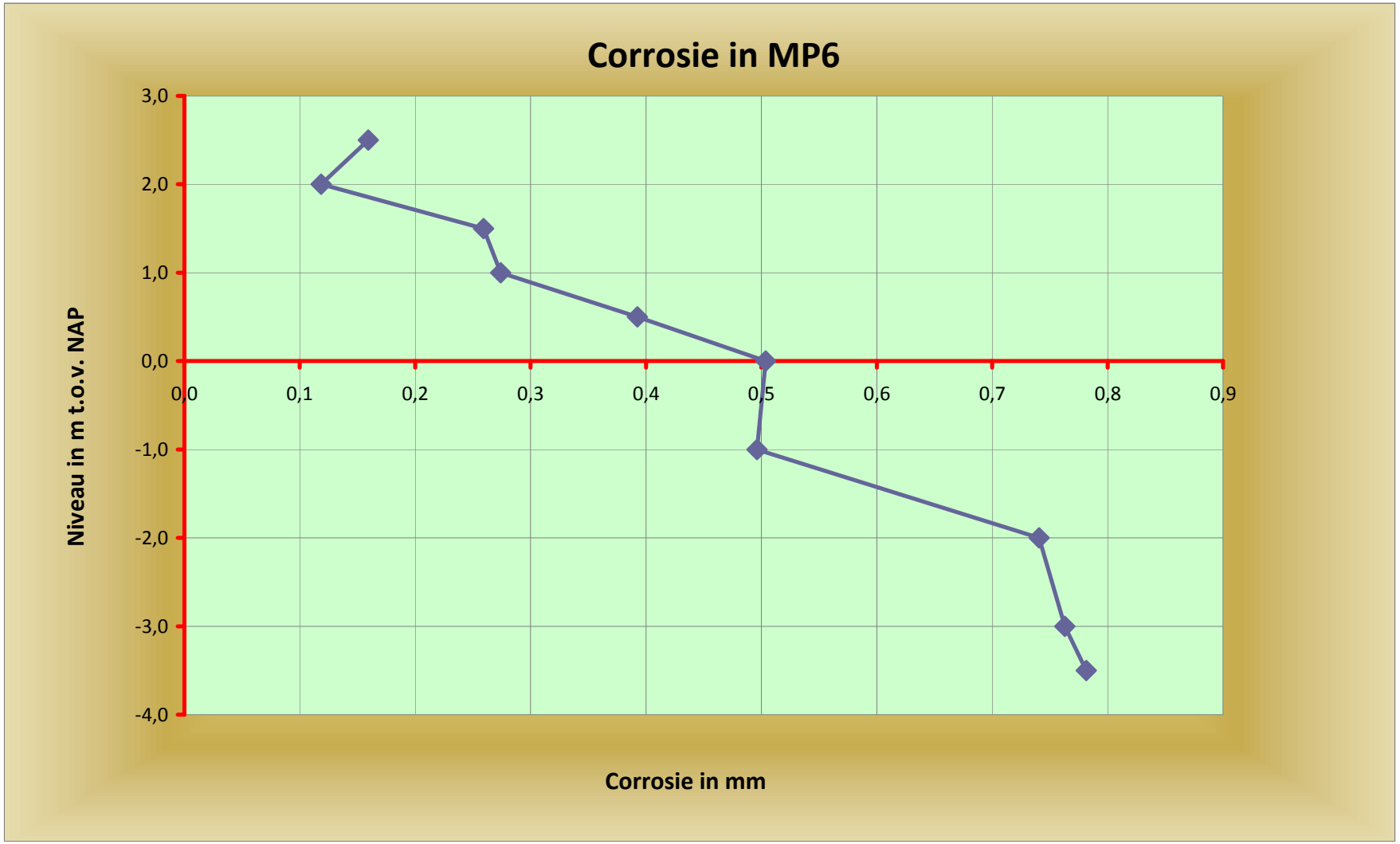
Standlijn bouwjaar: Di Dit is de verticale lijn die het bouwjaar van de kade aangeeft waarbij een veiligheidsfactor van 1.5 gold;

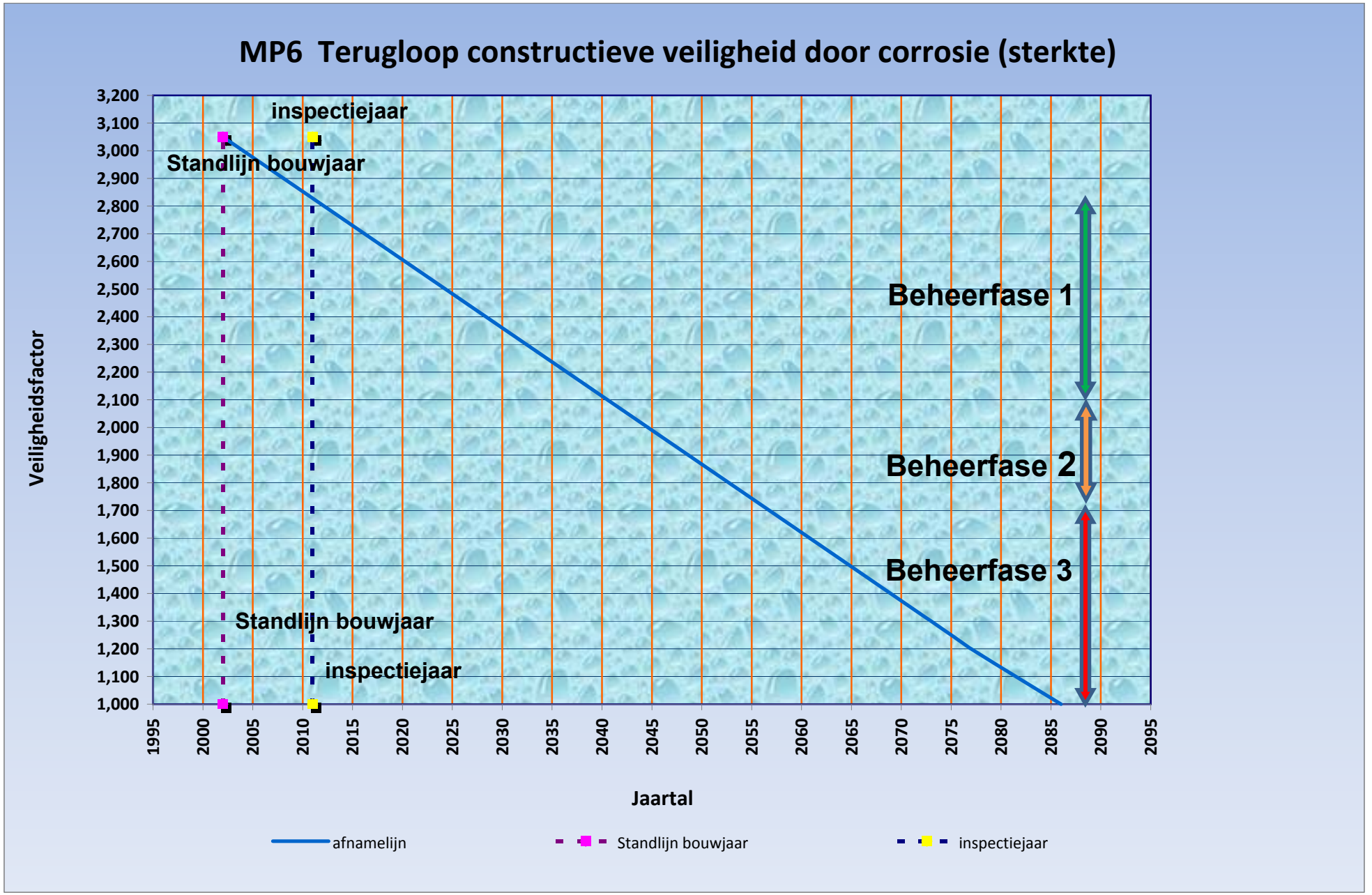
Standlijn inspectiejaa Dit is de verticale lijn die het jaartal van inspecties aangeeft;

Afnamelijn : Dit is lijn die de afname van de constructieve veiligheid aangeeft in relatie met de veiligheid en de tijdsduur.

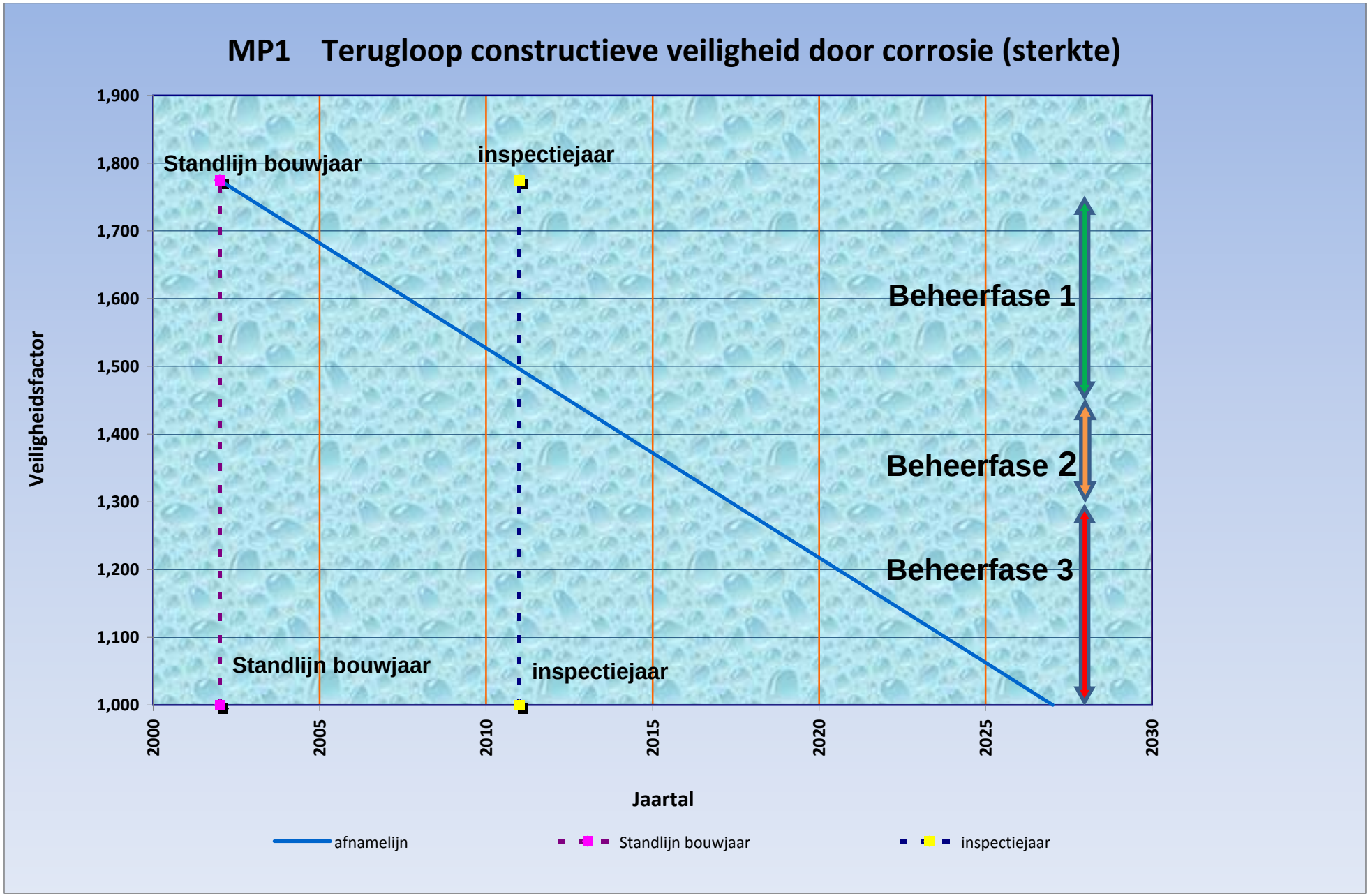
Het snijpunt van de afnamelijn en standlijn inspectiejaar geeft de huidige beheerfase aan.


Histogram
gemeten wanddikten MP6
Frequentie
waarden < wanddikte
160
140
120
100
80
60
40
20
0
0,5
2,5
4,5
6,5
8,5
10,5
12,5
14,5
16,5
18,5
20,5
22,5
24,5
Wanddikten in mm


Corrosie in MP6
3,0
2,0
1,0
0,0
-1,0
-2,0
-3,0
-4,0
0,0
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
Niveau in m t.o.v. NAP
Corrosie in mm


MP6 Terugloop constructieve veiligheid door corrosie (sterkte)
Veiligheidsfactor
3,200
3,100
3,000
2,900
2,800
2,700
2,600
2,500
2,400
2,300
2,200
2,100
2,000
1,900
1,800
1,700
1,600
1,500
1,400
1,300
1,200
1,100
1,000
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
2055
2060
2065
2070
2075
2080
2085
2090
2095
Jaartal
inspectiejaar
Standlijn bouwjaar
Beheerfase 1
Beheerfase 2
Beheerfase 3
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
afnamelijn
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar

Bijlage 5 Grafiek beheersadvies


MP1 Terugloop constructieve veiligheid door corrosie (sterkte)
Veiligheidsfactor
1,900
1,800
1,700
1,600
1,500
1,400
1,300
1,200
1,100
1,000
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
Jaartal
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar
Beheerfase 1
Beheerfase 2
Beheerfase 3
afnamelijn
Standlijn bouwjaar
inspectiejaar

Bijlage 6 Rapportage Magnetische verkenning

Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken

Ingenieursbureau

Kademuur Vlissingen

Magnetische verkenning combiwand



Projectcode
HH 2486

Datum
7 maart 2011

2011
Geotechnisch onderzoek

Opdrachtgever
Intern

Opsteller
MRO-VLG

Paraaf Opsteller:

Projectleider
W. van Bommel

Paraaf Projectleider:

Inhoudsopgave

1. Inleiding 3

1.1 Samenvatting 3

2. Onderzoeksopzet magnetische verkenning 5

2.1 Uitvoering 6

3. Resultaten 7

Bijlage 1 magnetocone 9

Bijlage 2 Toepassing magnetische verkenning 10

Bijlage 3 foto's 13

Bijlage 4 Kadeboek Vlissingen VK0506 16

Bijlage 5 sondeergrafieken 17

1. Inleiding

Bij de FMT kademuur in de Quarleshaven te Vlissingen is aan de achterzijde een gat gevallen in het talud waardoor ook schade aan het achterliggende maaiveld is ontstaan. In de huidige situatie is een deel van de dekvloer weggehakt zodat de schade aan het talud zichtbaar werd. Naast de zichtbare schade is Ingenieursbureau Gemeentewerken Rotterdam verzocht een inschatting te maken van de staat van de combiwand met behulp van sonderingen net voor dan wel achter de combiwand. Deze sonderingen voorzien in de mogelijkheid tot een magnetische verkenning naast de standaard geotechnische parameters als puntdruk en kleef.

1.1 Samenvatting

Het onderzoek is uitgevoerd in februari 2011. Uiteindelijk zijn er 7 sonderingen uitgevoerd. De sonderingen zijn uitgevoerd met de ballastwagen en conus p-15 000665 Geopoint. Vooraf is een gat gekernd in de dekvloer van ca 50 cm, vervolgens is met behulp van de boorrups een boorbuis geplaatst tot de onderkant van het stortsteen. De verkregen informatie over de metingen van de onderkant stortsteen, de plank en buis diepte.
Opmerkingen:

- Puntdruk
- Stortsteenprofiel
- Constructie aanpassing
- Positie van de schade

<u>Puntdruk</u>

Bij de metingen is opgevallen dat de puntdruk sterk wisselend is tussen de verschillende meetpunten, dit heeft ertoe geleidt dat niet in alle gevallen de onderkant buispaal te meten is geweest.

<u>Stortsteenprofiel</u>

Opmerkelijk is ook het stortsteen profiel. Dit is sterk wisselend. Bij een schouw van de schade is de deklaag tussen een halve en hele meter stortsteen. Bij de boring van de casingbuis zijn laagdikten tot 6 meter aangetroffen en lijken in relatie te staan tot het gevallen gat. Het feit dat het stortsteen ook op een diepere laag wordt aangetroffen wijst erop dat er materiaal onder de wand is uitgespoeld. Dit heeft ertoe geleid dat het geotextiel is afgeschuurd onder druk van het bovenliggende stortsteen.

<u>Constructie aanpassing</u>

In de eerste palen rij is op 1 locatie net naast de schade, een overkluizing gemaakt van een paal met stalen buispalen.

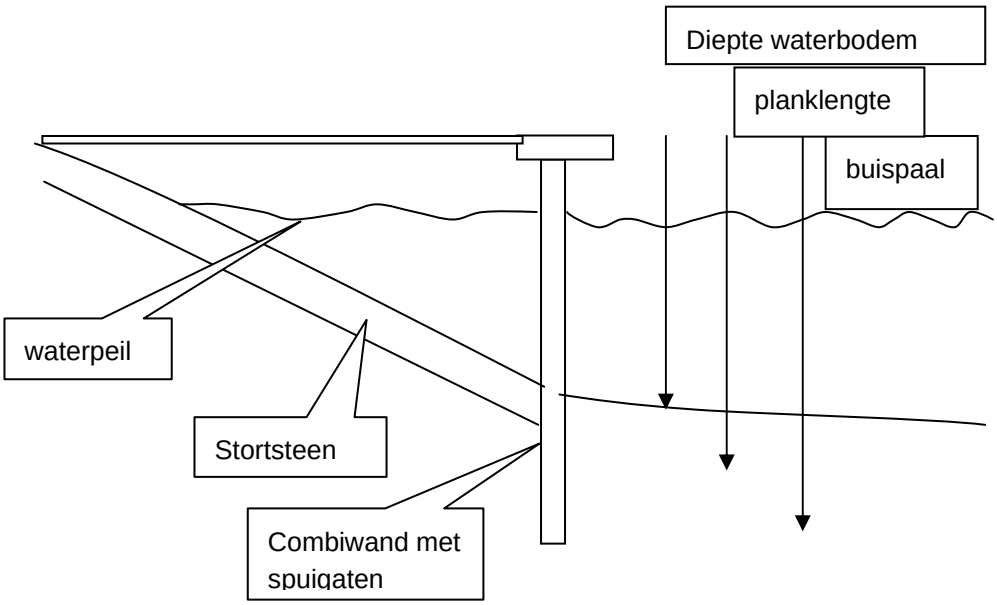
<u>Positie van de schade</u>

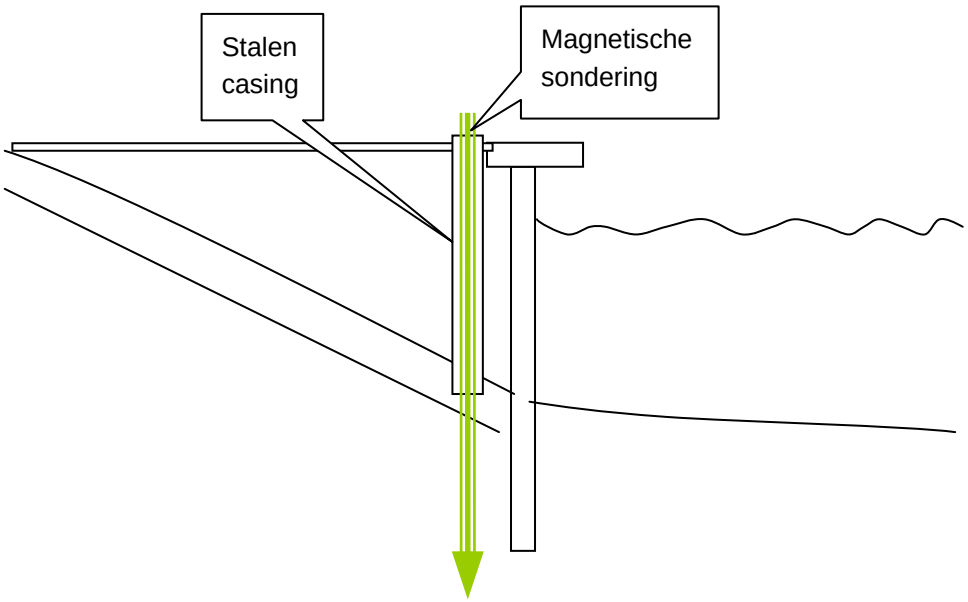
De positie van de schade lijkt overeen te komen met de plaats van afmeer positie van de boegschroef van de schepen.
Op meetpunt 6 vertoont het magnetische profiel een grote afwijking met de andere meetpunten. Er ontbreekt een duidelijke overgang van de buispaal naar de tussenplank. De magnetische grafiek vertoond een veel trager verloop in de magnetische flux op alle 3 de meetrichtingen. Dit kan meerdere oorzaken hebben, de plank kan er wijken of doordat de meting is erg dicht naast de buispaal geweest. De positie zelf ligt vrijwel in het midden van de zichtbare schade. De combinatie van factoren, de schade op zich, de uitspoeling onder de stortsteen direct achter de combiwand, en de gemeten magnetische en

geotechnische profielen leiden tot de volgende aanbeveling. Het is niet bekend of er aan de buitenzijde inspectie heeft plaatsgevonden, Wellicht kan een dergelijke onderzoek bevestigen of er bijvoorbeeld damwandplanken open staan danwel door bijvoorbeeld corosie gaten zijn gevallen. Het valt aan te bevelen om aan de buitenzijde van de kade een visuele inspectie door duikers te laten uitvoeren naast een verkenning van het lokale waterbodemprofiel.

2. Onderzoeksopzet magnetische verkenning

Met behulp van een driedimensionale magnetometer is het mogelijk om de inheidiepte (as built) te bepalen van stalen damwanden.
De kademuur is opgebouwd uit een combiwand, buispaal en tussenplanken. De kademuur is over het talud geplaatst en aangesloten op het maaiveld van ca 5 m+NAP. De vloer is opgelegd op de combiwand en voorzien van een kraanbaan. Het overstek is ca 1,25 a 1,4 m met een dikte van ca 150 cm. De vloerdikte achter het overstek is ca 50 cm.





2.1 Uitvoering

De sondering is uitgevoerd achter de damwand. Om breuk te voorkomen van de sondeerstreng is er een stalen casing geplaatst met vleugelpijp tot ca 15 m tot en met het stortsteen afdeklaag van ca 3 tot in een enkel geval 6 meter dikte.

Uitgangspunten
Volgens tekening HH2486-T-001 is de hoogte van de kademuur 5,00 m NAP. Opgave dhr. v.d. Stigchel ter plaatse is 4,75 m NAP. Bij de verwerking van de gegevens is 4,75 m NAP als referentie gebruikt.
Deze tekening maakt geen melding van stortsteen. Bij navraag na aanvang van het onderzoek is een ongedefinieerde stablisatielaag van 50 tot 100 cm vermeld op beschikbaar gestelde tekeningen.
In de verschillende grafieken zijn een aantal aanpassingen te zien in de vorm van Maaiveld hoogte.
Deze maaiveldhoogte vertegenwoordigt het startpunt van de meting voor de betreffende sensor.
Zo wordt in dit verslag de magnetische sensor 25 cm boven de conuspunt gesteld. Dit is terug te vinden in de maaiveldhoogten.

3. Resultaten

De metingen zijn uitgevoerd op de volgende locaties.

nummer	bolder	maat t.o.v. zijde (m)
1	1	13,70
2	1-2	25,20
3	2	41,50
6	2-3	61,70
7	3-4	105,00
4	5	152,20
5	8	261,20

Waar mogelijk is tot ca 30m gesondeerd. In een aantal gevallen is eerder gestopt omdat door de grote overbrugging in de casingbuis van 15 m de kans op breuk aanzienlijk is bij sterk toenemende puntdrukken. De meetresultaten van zowel de geotechnische als magnetische parameters zijn als bijlage opgenomen in dit verslag.
In onderstaande tabel staan de uitgevoerde punten, alle punten zijn op ca 1,4 m achter de combiwand uitgevoerd.

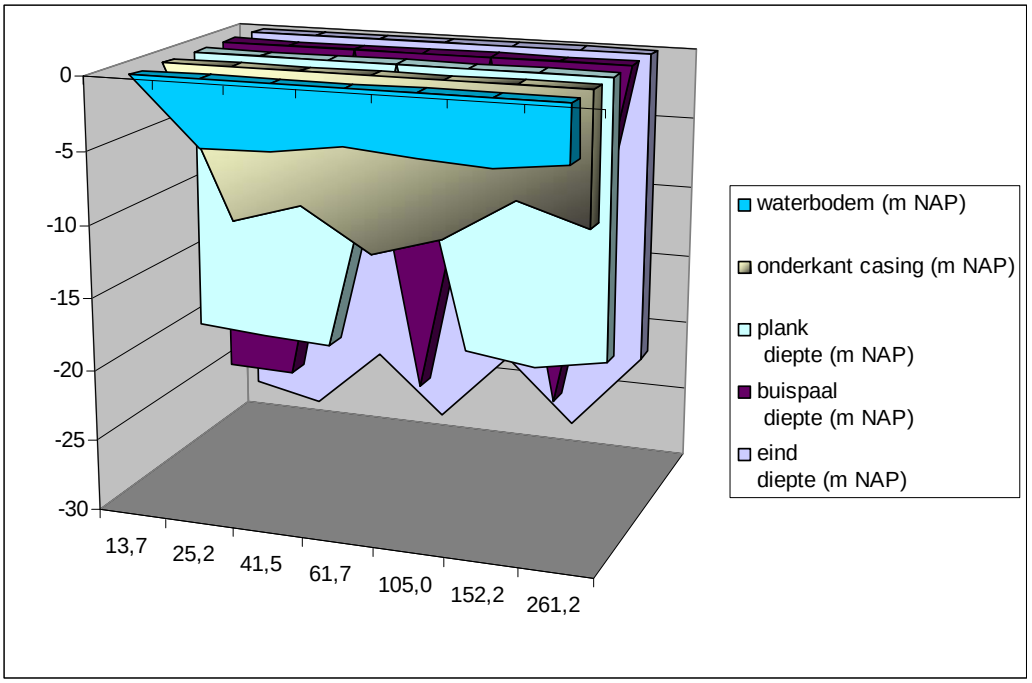
De metingen zijn uitgevoerd met de ballastwagen en een 15 cm2 sondeerconus van Geopoint.
Deze conus beschikt over zowel magnetische sensoren als de standaard geotechnische parameters.

De resultaten zijn weergeven in de verschillende grafieken, standaard voor de geotechnische parameters en via Excel voor de magnetische parameters. In de tabel is de gemeten inheidiepte van de plank en, indien beschikbaar, de buispaal weer gegeven.

In onderstaand overzicht staan de meetgegevens op een rij, gezien vanaf de bolder 1 zijkant.

no	bolder	maat tov zijde	eind diepte (m NAP)	plank diepte (m NAP)	buispaal diepte	waterbodem	onderkant casing
Kade	4,75	m			(m NAP)	(m NAP)	(m NAP)
1	1	13,7	-27,0	-19,6	-24,2	----	------
2	1-2	25,2	-28,0	-20,0	-24,2	-4,6	-10,5
3	2	41,5	-23,8	-20,2	------	-4,4	-9,0
6	2-3	61,7	-28,0	------	-24,2	-3,8	-12,0
7	3-4	105,0	-23,0	-19,6	-------	-4,2	-10,5
4	5	152,2	-27,5	-20,2	-24,2	-4,5	-7,5
5	8	261,2	-22,0	-19,4		-3,9	-9,0

Onderstaande grafiek geeft een idee over de grilligheid van onder andere het profiel van de onderzijde van de storsteen.



Bijlage 1 magnetocone

. De conus bestaat uit 3 hall elementen en meten de afwijking van het aardmagnetische veld. Verstoring door metalen voorwerpen in de ondergrond worden zo gedetecteerd nog voor de conus een metalen voorwerp raakt.

Specificaties
De specificaties van de magnetometer:

- Fluxgate sensor in XYZ richting, dus positie en richting object te bepalen;
- Meetbereik 100000nT of 250000nT;
- Resolutie < 5nT (10nT voor 250uT uitvoering) in combinatie met Geologger;
- Nauwkeurigheid < 0,5% FS;
- Ruisniveau < 20pT;
- Ingebouwde hellingmeter meetbereik +/- 25°, nauwkeurigheid < 0,1°;
- Ingebouwde hellingmeter in lijn met XY sensoren magnetometer;
- Behuizing niet-magnetisch markering Noord (Y-as);
- Resolutie in diepte 10mm;
- Diameter 44mm, lengte 500mm i.c.m. dummy punt, lengte 750mm icm met niet magnetische conus (S15-CFIP).
- Magneetelement bij de 15cm2 uitvoering: 330 mm boven conus punt
- Magneetelement bij de 10cm2 uitvoering: 540 mm boven conus punt

Software specificaties:

- Real-time meetwaarden magnetometer sensoren in XYZ richting en van de hellingmeter in XY richting;
- Resultante van de gemeten waarden;
- Gradient (1^{e} afgeleide) van de resultante van het magnetisch veld;
- Inzoom mogelijkheid;
- Verschuiven en centreren nul-as;
- Kompas i.v.m. verplaatsing magnetometerconus in XY richting;
- Uitvoerformaat : Excel (komma gescheiden) of GeoPoint dataformaat.

De conus is ondergebracht in een a-magnetisch metalen behuizen en heeft een diameter van 44 mm 15cm2 conus. Meting van puntdruk kleef en waterspanning kan worden gecombineerd in 1 meting.

Bijlage 2 Toepassing magnetische verkenning

(Magnetic Abnominal Detection)

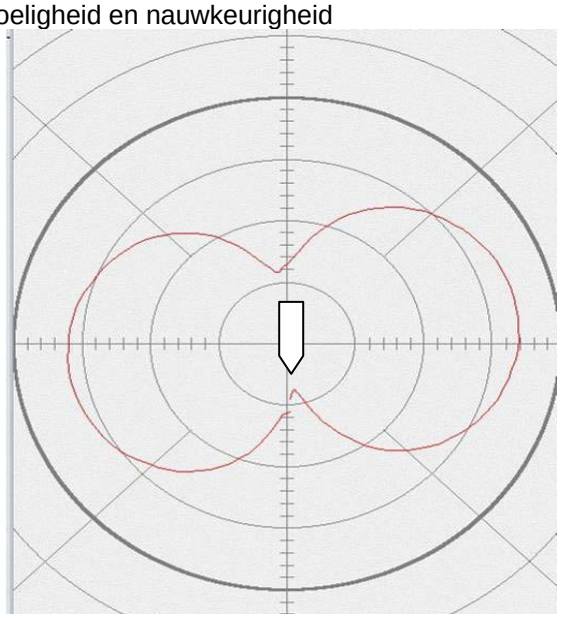
Toepassing bijvoorbeeld inheidiepte bepalen van stalen damwandplanken en detectie van niet geëxplodeerde munitie.

De magneto conus is een toegevoegd instrument aan de standaard sondering voor puntdruk en kleef meting. Het kan dienen voor opsporing van staal tbv engineering of puur veiligheid van personeel.

Het instrument levert een parameter voor de afwijking (verstoring) van het magneetveld.(flux) Het heersende aardmagnetische veld kun je de normaalflux noemen.
De gevoeligheid is 5 nT op een schaal van 100000 nT.
De grootte van het aard magneetveld is overal verschillend, dat geldt ook voor de invloed van het voorwerp dat de verandering in het veld teweegbrengt.
Het instrument laat in de praktijk met voldoende betrouwbaarheid een signaal verandering zien in de vorm van normaal kromme. De meting wordt in 3 assen uitgevoerd om te kunnen herleiden in welk richting de storing te kunnen aangeven.
Aan de hand van de kromme of de afgeleide ervan kan nauwkeurig worden vastgesteld wat de minimale passeer diepte is.
De gevoeligheid van het systeem heeft 2 kanten, naarmate het systeem gevoeliger is kunnen kleinere voorwerpen worden gedetecteerd, daarentegen leveren kleine verschillen in de achtergrond meer verstoringen op.
Soms biedt een herhaling van de meting op een iets andere plaats een oplossing in dergelijke gevallen. Hoe dichter de meting bij de bron van de (ver)storing gemeten wordt des te groter wordt het signaal verschil t.o.v. normaal flux. Om nauwkeuriger te kunnen meten kan een normaalflux meting worden uitgevoerd op een plaats waar zeker geen verstoringen worden verwacht. Dit kan het inzicht vergroten in de meetverwachtingen op de te onderzoeken locatie.

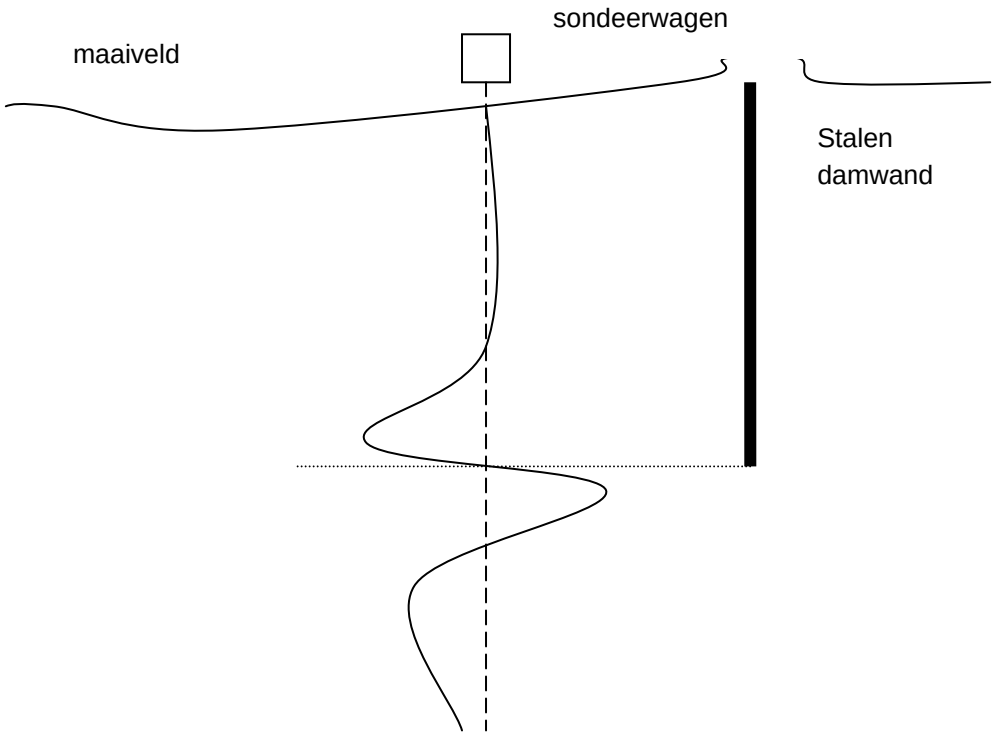
<u>Niet geëxplodeerde munitie</u>
Het gaat meestal om munitie uit de tweede wereldoorlog rond de destijds strategische doelen als infrastructeur waaronder de spoor en havenwerken. De betreffende munitie wordt meestal aangetroffen in de bodem op de scheiding van de slappe en harde bodemopbouw. Onderzoek wordt dan ook in de regel beperkt tot de harde bodemopbouw zoals het pleistocene zand.

Gevoeligheid en nauwkeurigheid

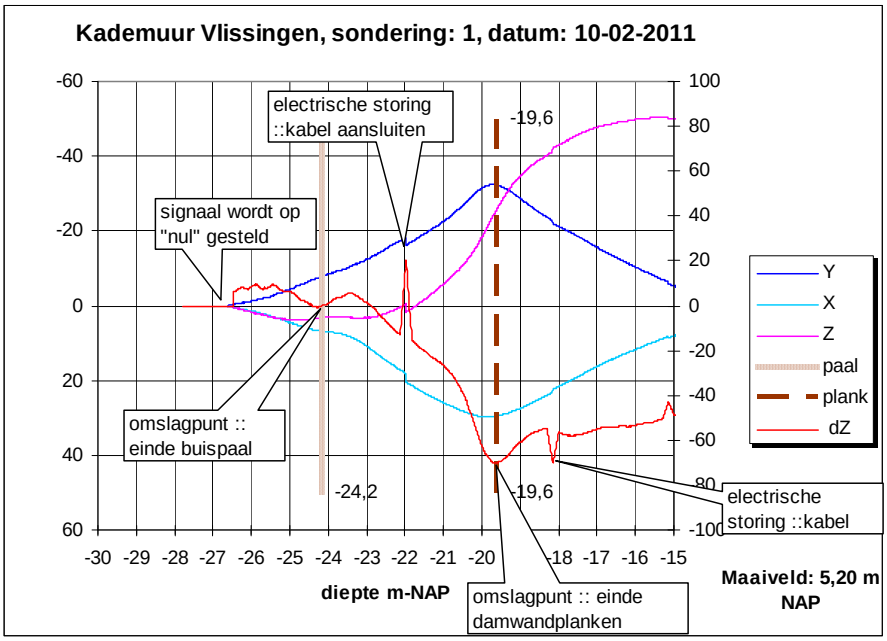


Gevoeligheidsgrafiek (voorbeeld).
In het voorbeeld is de conus liggend georiënteerd waarbij een voorwerp van de zelfde grote in een homogeen magneetveld over de donkere cirkel wordt verplaatst. De rode lijn is de gemeten signaalverandering tov de oriëntatie van het voorwerp en de conus. De gevoeligheid is voor de verandering exact in het verlengde van de punt het laagst.

In praktijk ziet een meting langs een damwandplank er als volgt uit.



De signaalsterkte is afhankelijk van de afstand tot de damwand. De plaats waar het signaal omkeert van monotoon stijgend naar monotoon dalend of andersom komt overeen met het einde van de plank of buispaal. De Z waarde laat een duidelijke verzwakking van de veldsterkte zien achter de plank en zowel de X en Y waarde markeert onafhankelijk daarvan de grootste verschillen bij het passeren van de onderkant plank.



Ter verduidelijking van de signaal verwerking zijn in bovenstaande grafiek de kenmerkende effecten benoemd. De in de grafiek benoemde maaiveld hoogte is gecorrigeerd voor de hoogte van het meetinstrument. Door gebruik van de casing en de plaats waarop de sensor in het instrument zit, begint de sonderingen op een iets grotere hoogte dan de bovenkant van de kade.

Stop criteria

Bij gebruik als veiligheids meting (b.v. munitie) zal de flux meting in geen van de 3 richtingen een uitslag te zien geven totdat de conus in de buurt komt van het ongeëxplodeerde (stalen) projectiel. Welke van de 3 richtingen hangt af van de relatieve positie. Mocht dit op 1 van de 3 richting wel zo zijn dan zal de operator de sondering afbreken. De operator/ sondeermeester wordt ondersteund door de meetsoftware en beschikt over een signaal verwerking waar de som van de 3 signalen in worden gebruikt. Indien uit de magnetisch meting op valt te maken waar de verstoring zich bevindt, dan er in tegenovergestelde richting verplaatst worden. Om een nauwkeurige plaatsbepaling mogelijk te maken wordt de conus met een merkteken op het Noorden uitgelijnd. Deze uitlijning helpt om met naastgelegen waarnemingen een gebied vrij te geven voor bouw en constuctie doeleinden van de onderzochte lokatie.
Er is geavanceerde software beschikbaar om EOD opgeleide experts te ondersteunen bij een nauwkeurige plaatsbepaling van een dergelijk explosief.
Het zal duidelijk zijn dat een afwijking in de Z waarde een grotere betekenis heeft voor voor de veiligheid dan de uitslagen in de X en Y. Bij afwijkingen in de XY waarde geeft dit meer informatie over een zijdelings passage dan over het rechtstreeks naderen van een verstorende factor.

Bijlage 3 foto’s



Schade aan maaiveld



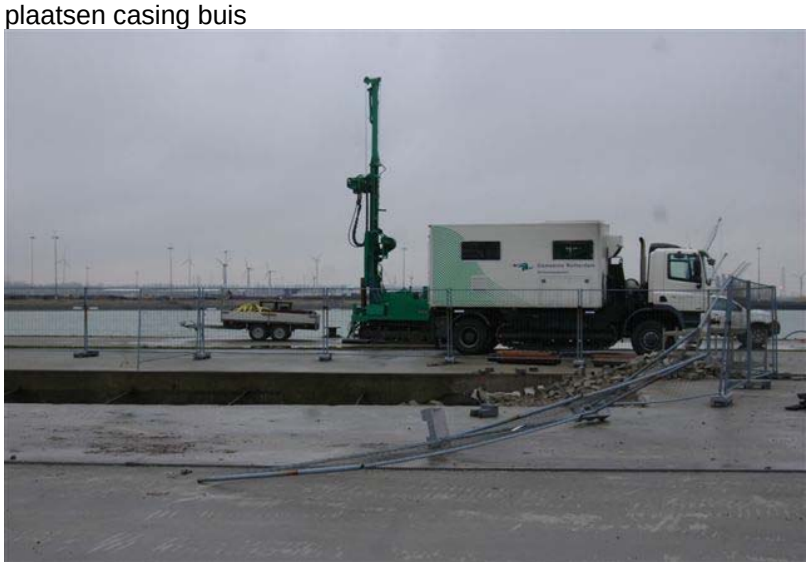
Schade tussen 1ste en 2de palenrij bij laagwater



Inzet materieel



plaatsen casing buis



onderzoeksmaterieel, voorgrond zichtbare schade



Kade richting havenmonding



Interieur sondeerrobot

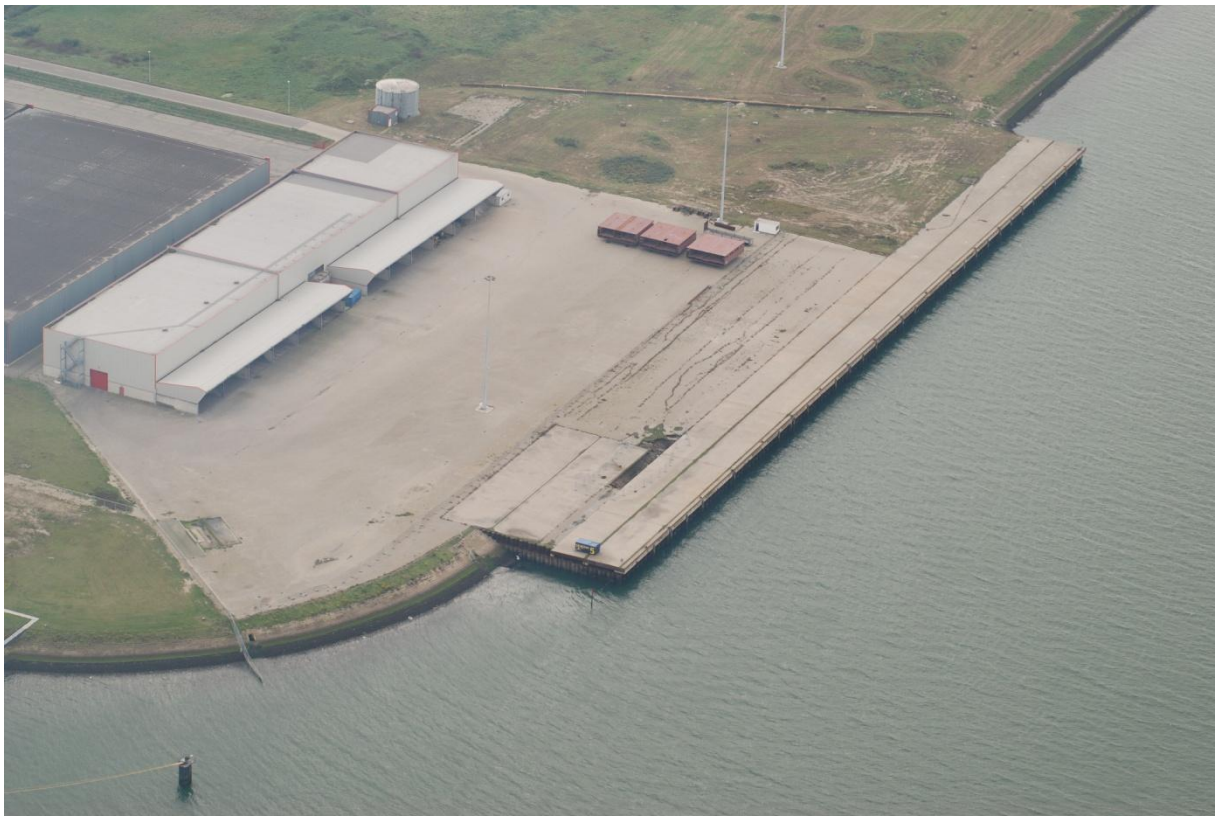


binnenzijde kade, voorgrond casing buis

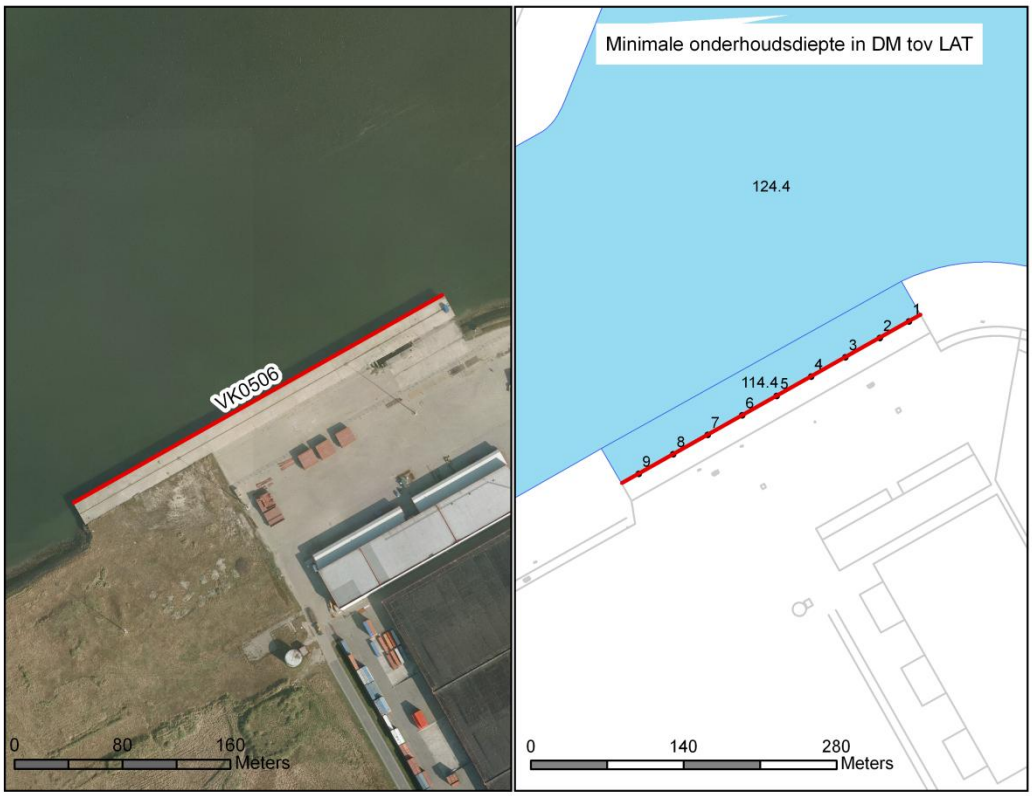
Bijlage 4 Kadeboek Vlissingen VK0506

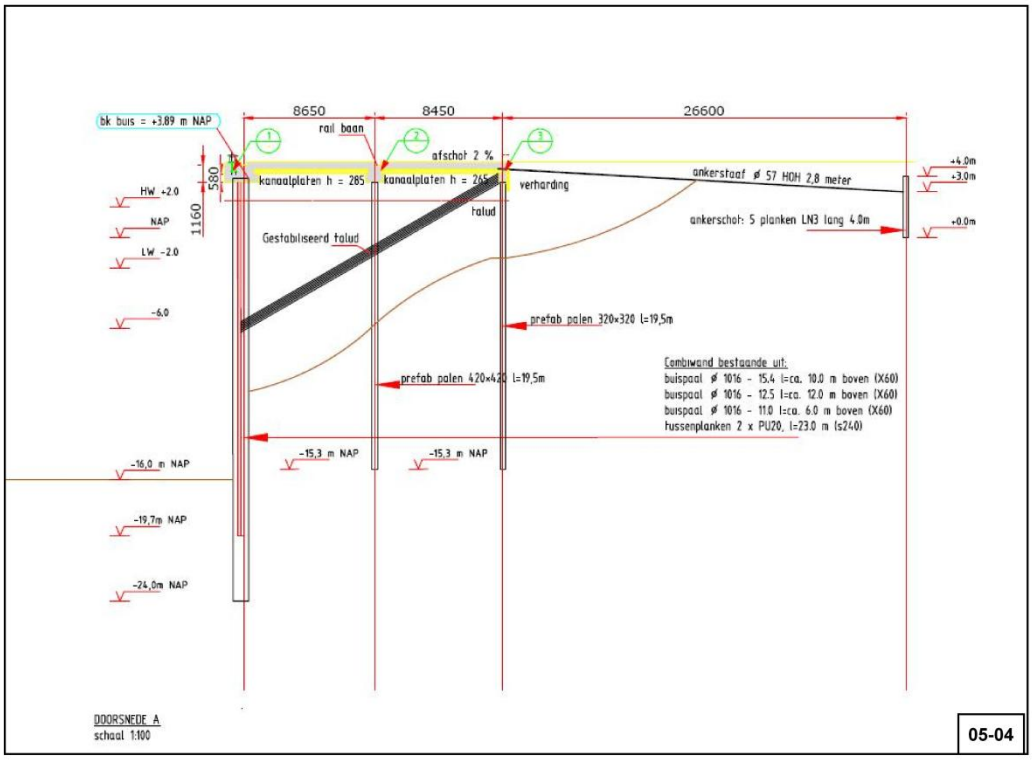
Kadeboek Vlissingen

Kadenummer	VK0506
Locatie	Frankrijkweg
Lengte [m]	328,32
Materiaal	OVERBOUWD TALUD/STEIGER
Bouwjaar	2002
Tekeningnummer	ZSPNW-2010-067
Maximale diepte tov NAP [dm]	-160
Maximale WD LAT [dm]	134.4
Hoh afstand bolders [m]	36.25
Bolderbelasting [ton]	60 ton
Eigenaar	ZEELAND SEAPORTS

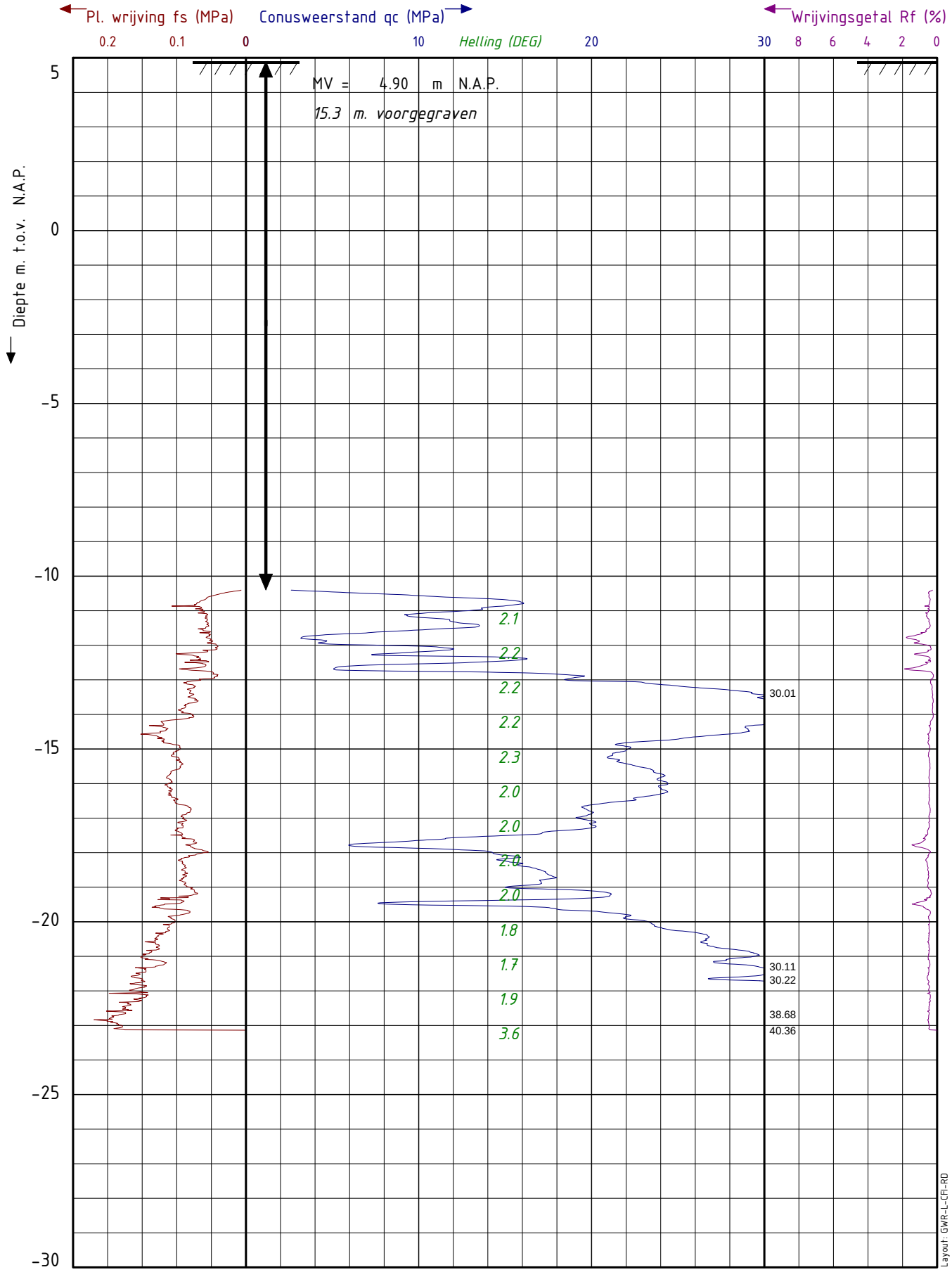


FMT Kade


VK0506
0
80
160
Meters
Minimale onderhoudsdiepte in DM tov LAT
124.4
114.4
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0
140
280
Meters


bk buis = +3.89 m NAP
8650
8450
26600
rail baan
afschot 2 %
kanaalplaten h = 285
kanaalplaten h = 265
verharding
talud
ankerstaaf ø 57 HOH 2,8 meter
ankerschot: 5 planken LN3 lang 4.0m
Gestabiliseerd talud
prefab palen 320×320 l=19,5m
prefab palen 420×420 l=19,5m
Combiwand bestaande uit:
buispaal ø 1016 - 15.4 l=ca. 10.0 m boven (X60)
buispaal ø 1016 - 12.5 l=ca. 12.0 m boven (X60)
buispaal ø 1016 - 11.0 l=ca. 6.0 m boven (X60)
tussenplanken 2 x PU20, l=23.0 m (s240)
HW +2.0
NAP
LW -2.0
-6.0
580
1160
+4.0m
+3.0m
+0.0m
-16,0 m NAP
-15,3 m NAP
-15,3 m NAP
-19,7m NAP
-24,0m NAP
DOORSNEDE A
schaal 1:100
05-04

Bijlage 5 sondeergrafieken



Project : Vlissingen
Dossier : MVB11035
Locatie : Magnetische kadewand

Datum test : 17-2-2011
MV. hoogte : 4.9 m. t.o.v. N.A.P.

coördinaten in RD-stelsel
X : Y :

Opmerking 1:

SONDERING:

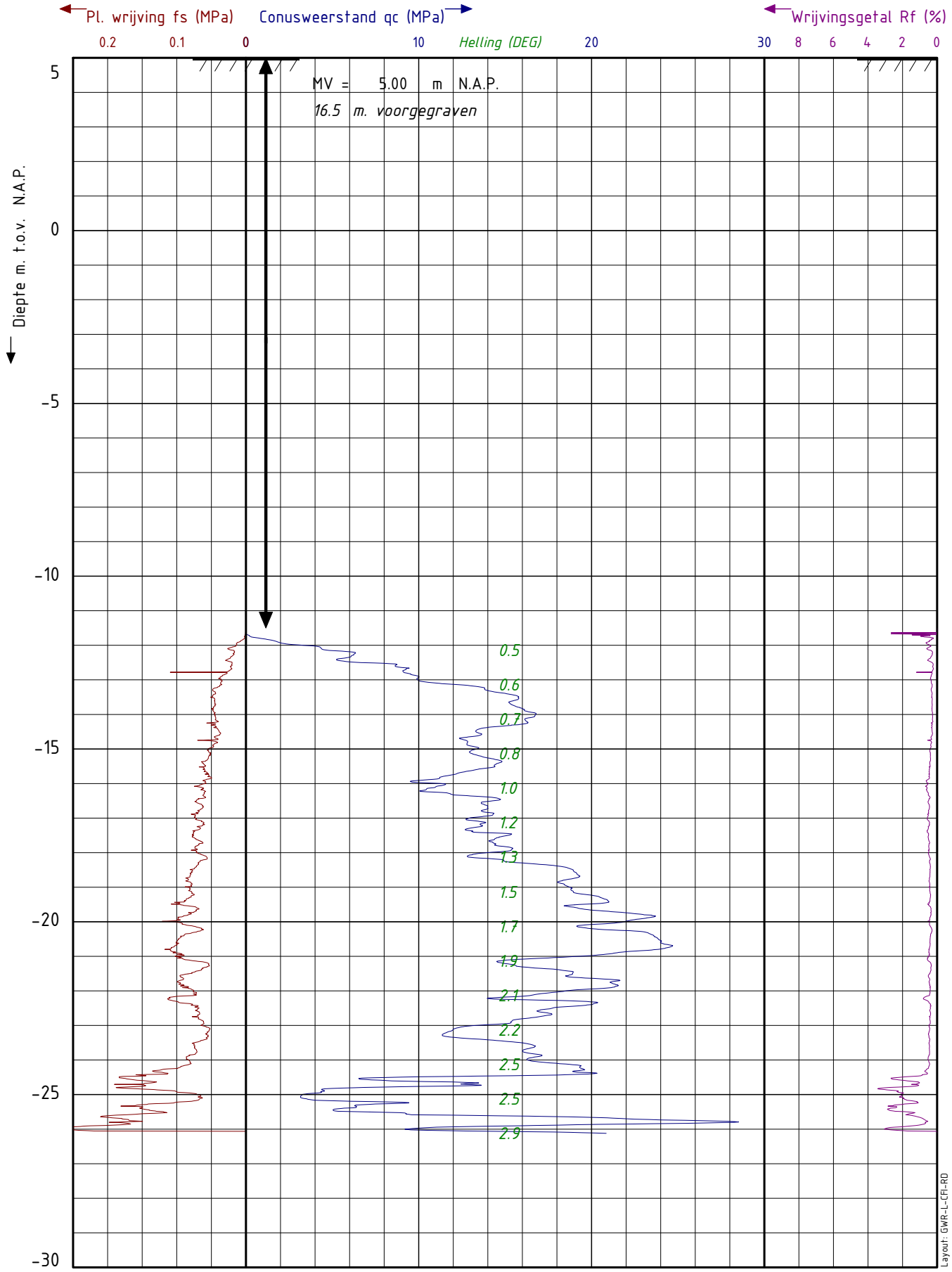
7

Paraaf 1:

Pagina 1/1

Conus type: P-15 Nummer: 000665 Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2

Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken
Ingenieursbureau



Project : Vlissingen
Dossier : MVB11035
Locatie : Magnetische kadewand

Datum test : 23-2-2011
MV. hoogte : 5.0 m. t.o.v. N.A.P.

coördinaten in RD-stelsel
X : Y :

Opmerking 1:

SONDERING:

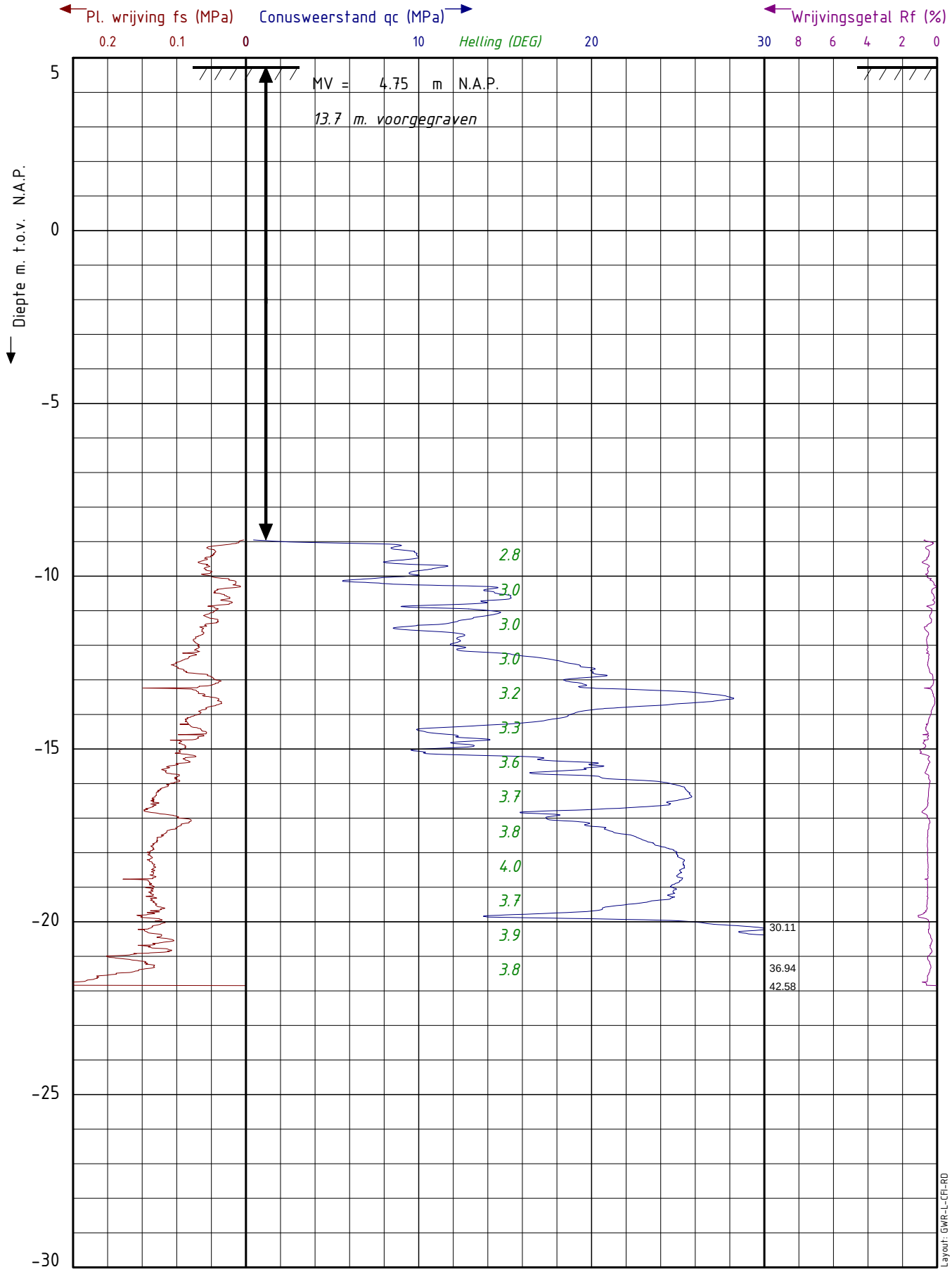
6

Paraaf 1:

Pagina 1/1

Conus type: P-15 Nummer: 000665 Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2

Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken
Ingenieursbureau



Project : Vlissingen
Dossier : MVB11035
Locatie : Magnetische kadewand

Paraaf 1:

Datum test : 10-2-2011
MV. hoogte : 4.75 m. t.o.v. N.A.P.

coördinaten in RD-stelsel
X : Y :

Opmerking 1:

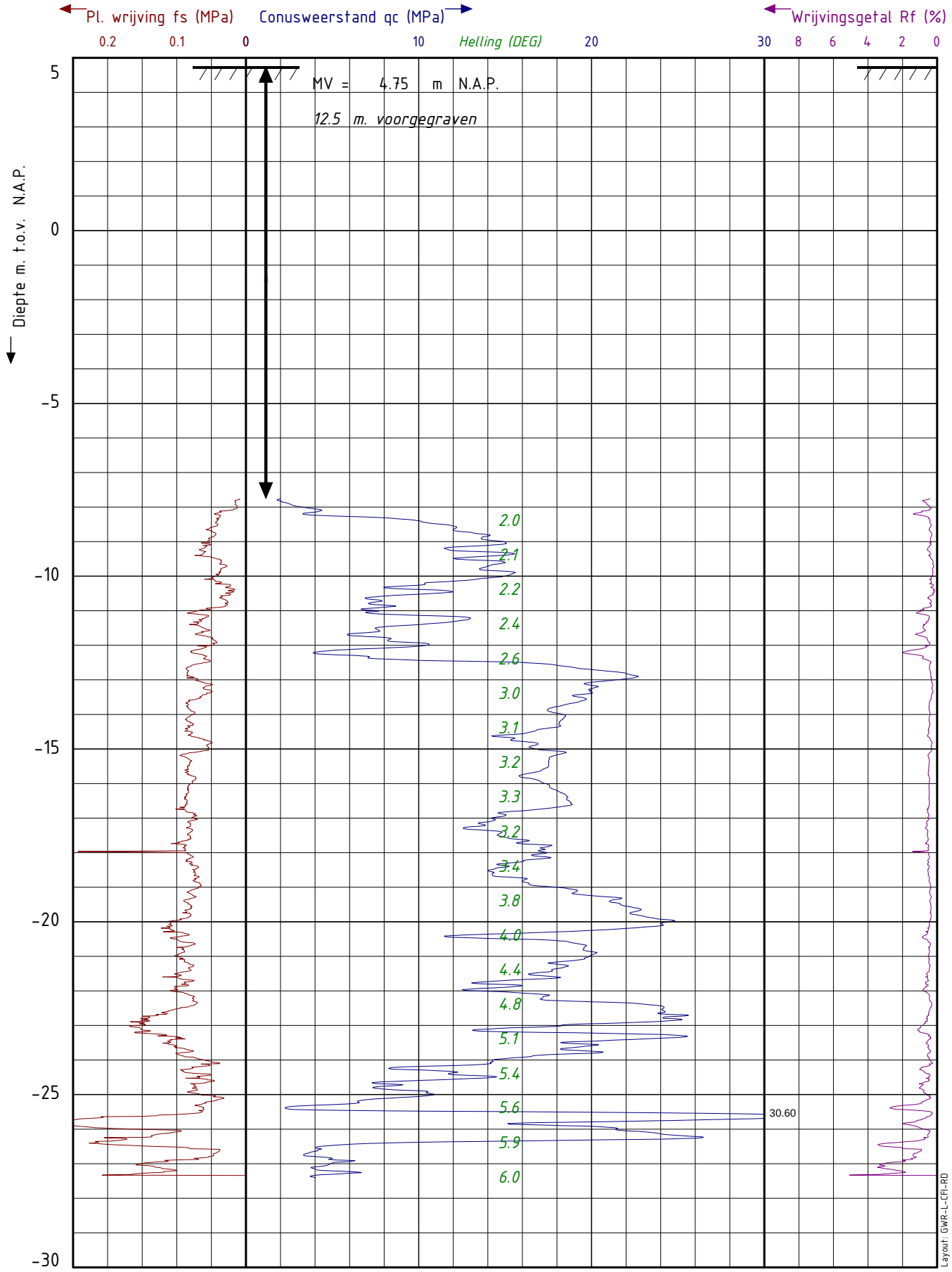
SONDERING:

5

Pagina 1/1

Conus type: P-15 Nummer: 000665 Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2

Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken
Ingenieursbureau



Project : Vlissingen

Dossier : MVB11035

Locatie : Magnetische kadewand

Paraaf 1:

Datum test : 10-2-2011

MV. hoogte : 4.75 m. t.o.v. N.A.P.

coördinaten in RD-stelsel

X : Y :

Opmerking 1:

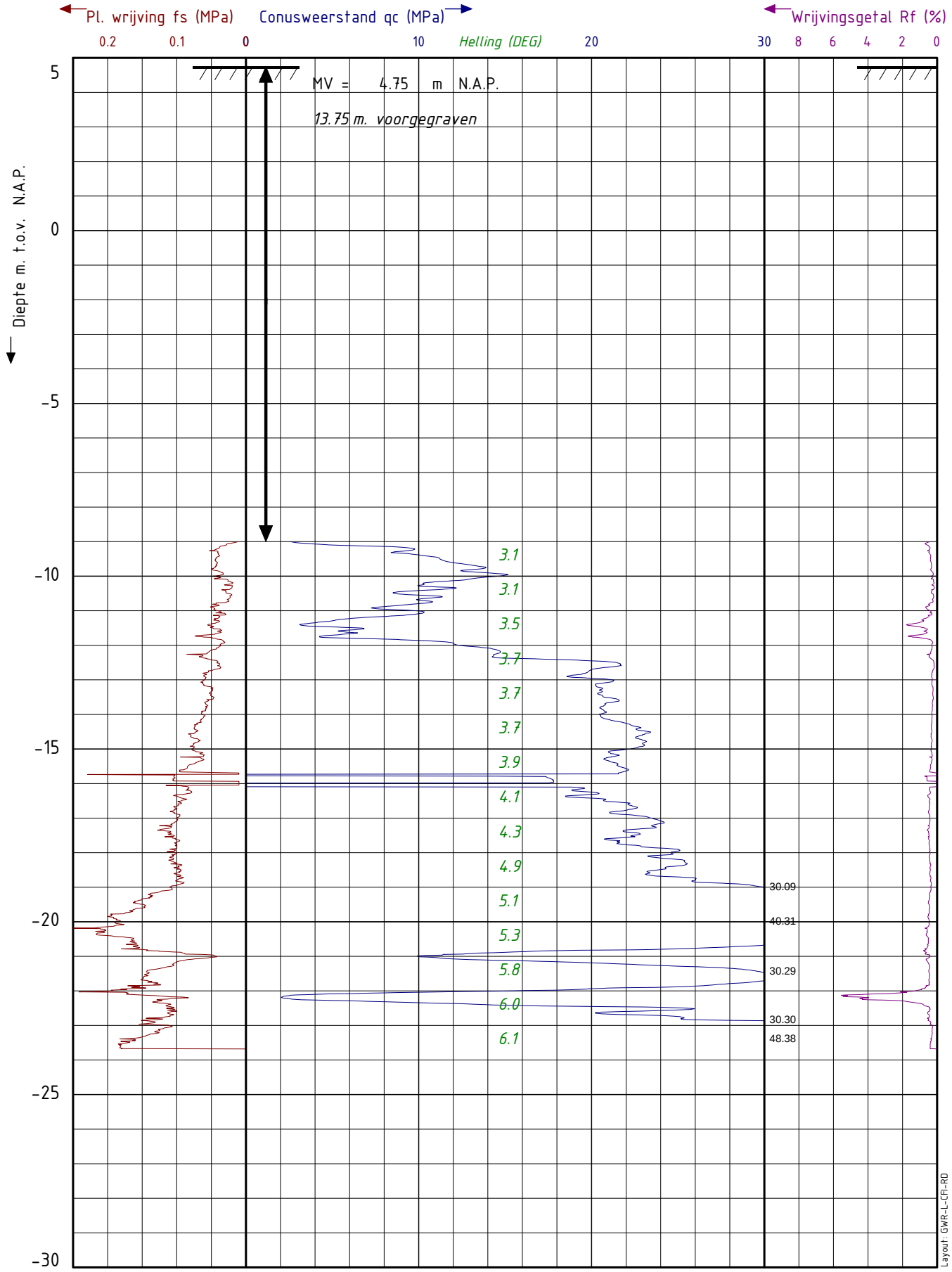
SONDERING:

4

Pagina 1/1

Conus type: P-15 Nummer: 000665 Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2

Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken
Ingenieursbureau



Project : Vlissingen

Dossier : MVB11035

Locatie : Magnetische kadewand

Paraaf 1:

Datum test : 11-2-2011

MV. hoogte : 4.75 m. t.o.v. N.A.P.

coördinaten in RD-stelsel

X : Y :

Opmerking 1:

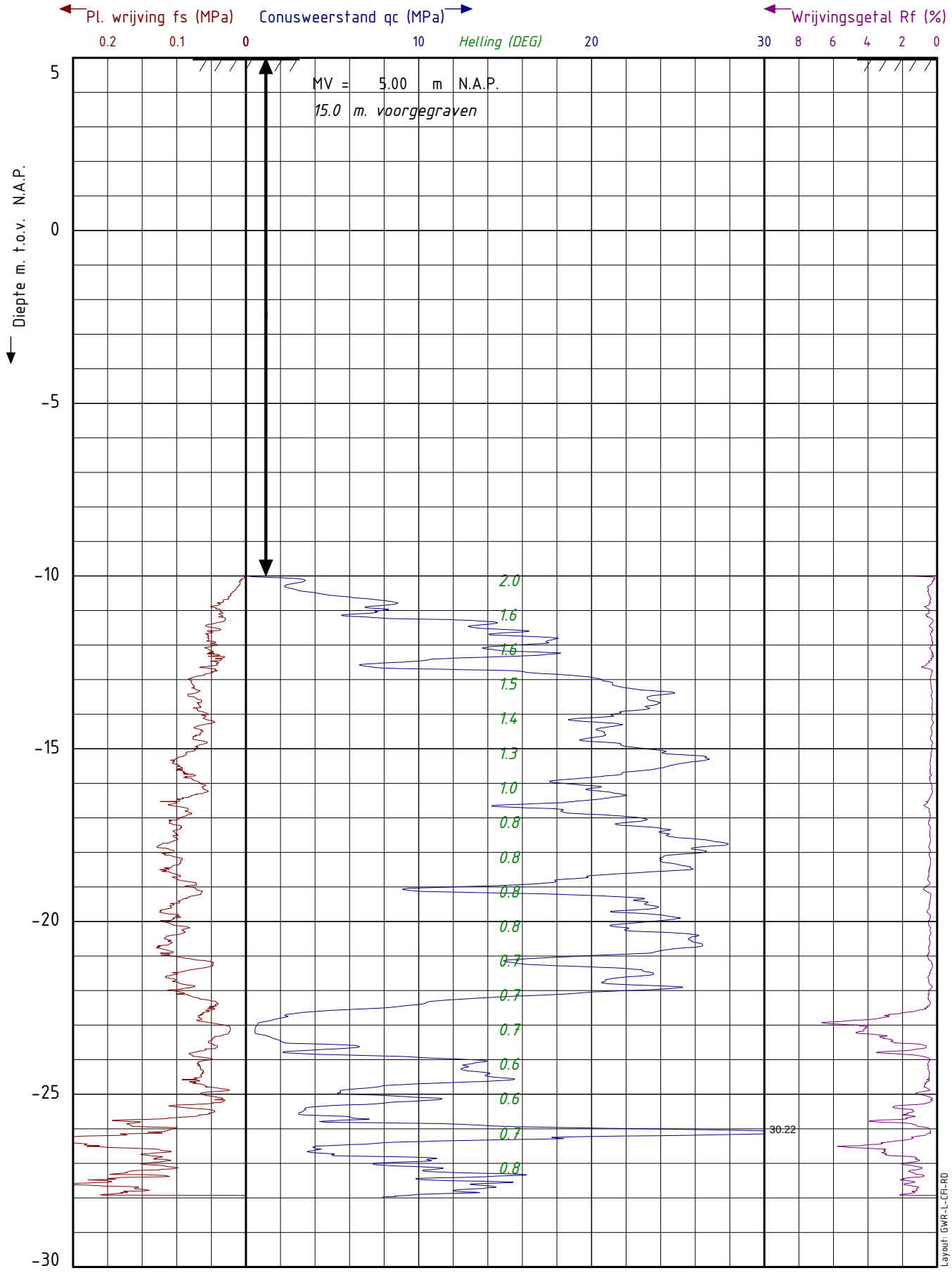
SONDERING:

3

Pagina 1/1

Conus type: P-15 Nummer: 000665 Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2

Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken
Ingenieursbureau



Project : Vlissingen
Dossier : MVB11035
Locatie : Magnetische kadewand

Datum test : 16-2-2011
MV. hoogte : 5.0 m. t.o.v. N.A.P.

coördinaten in RD-stelsel
X : Y :

Opmerking 1:

SONDERING:

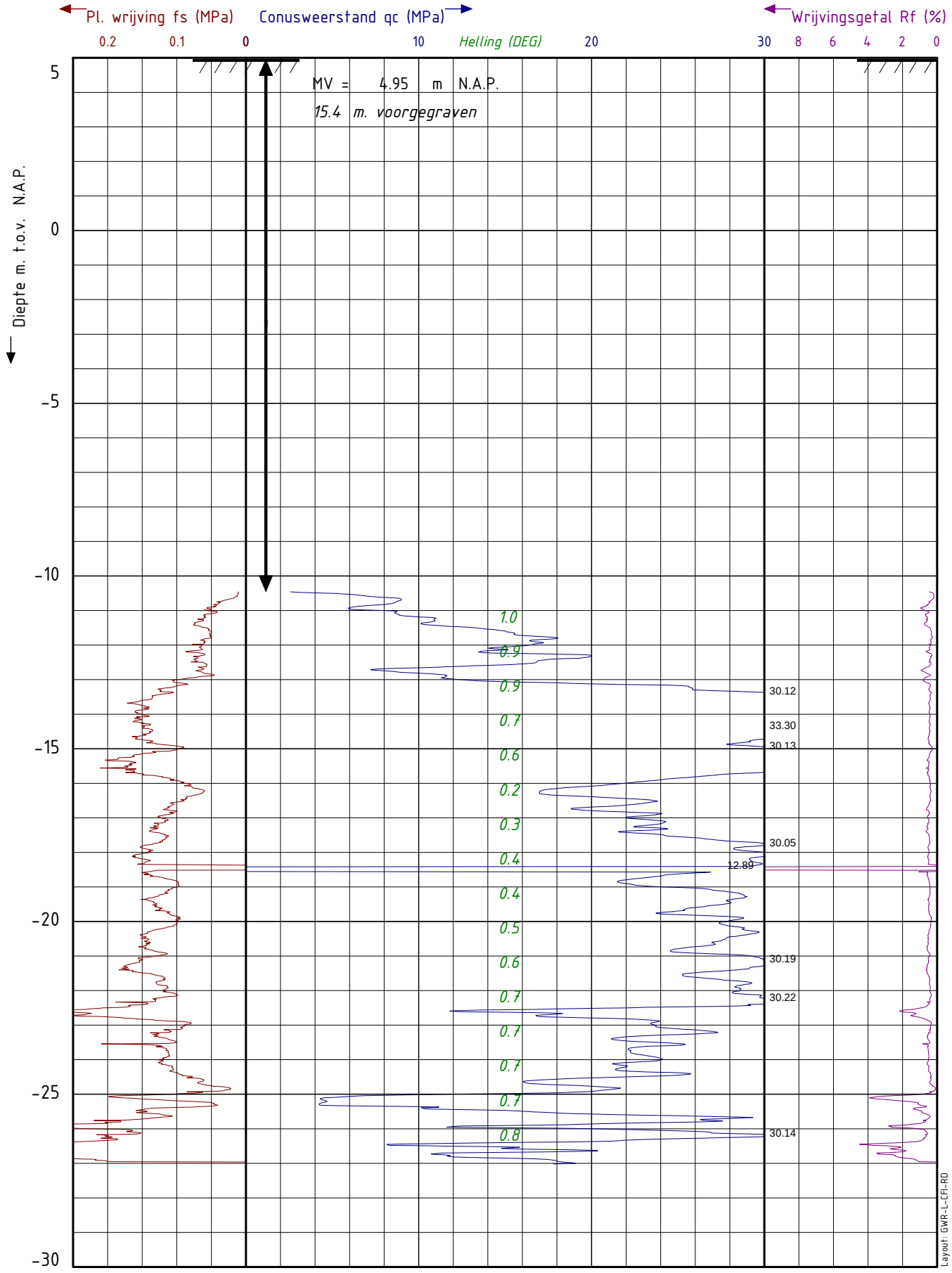
2

Paraaf 1:

Pagina 1/1

Conus type: P-15 Nummer: 000665 Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2

Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken
Ingenieursbureau



Project : Vlissingen

Dossier : MVB11035

Locatie : Magnetische kadewand

Paraaf 1:

Datum test : 8-2-2011

MV. hoogte : 4.95 m. t.o.v. N.A.P.

coördinaten in RD-stelsel

X : Y :

Opmerking 1:

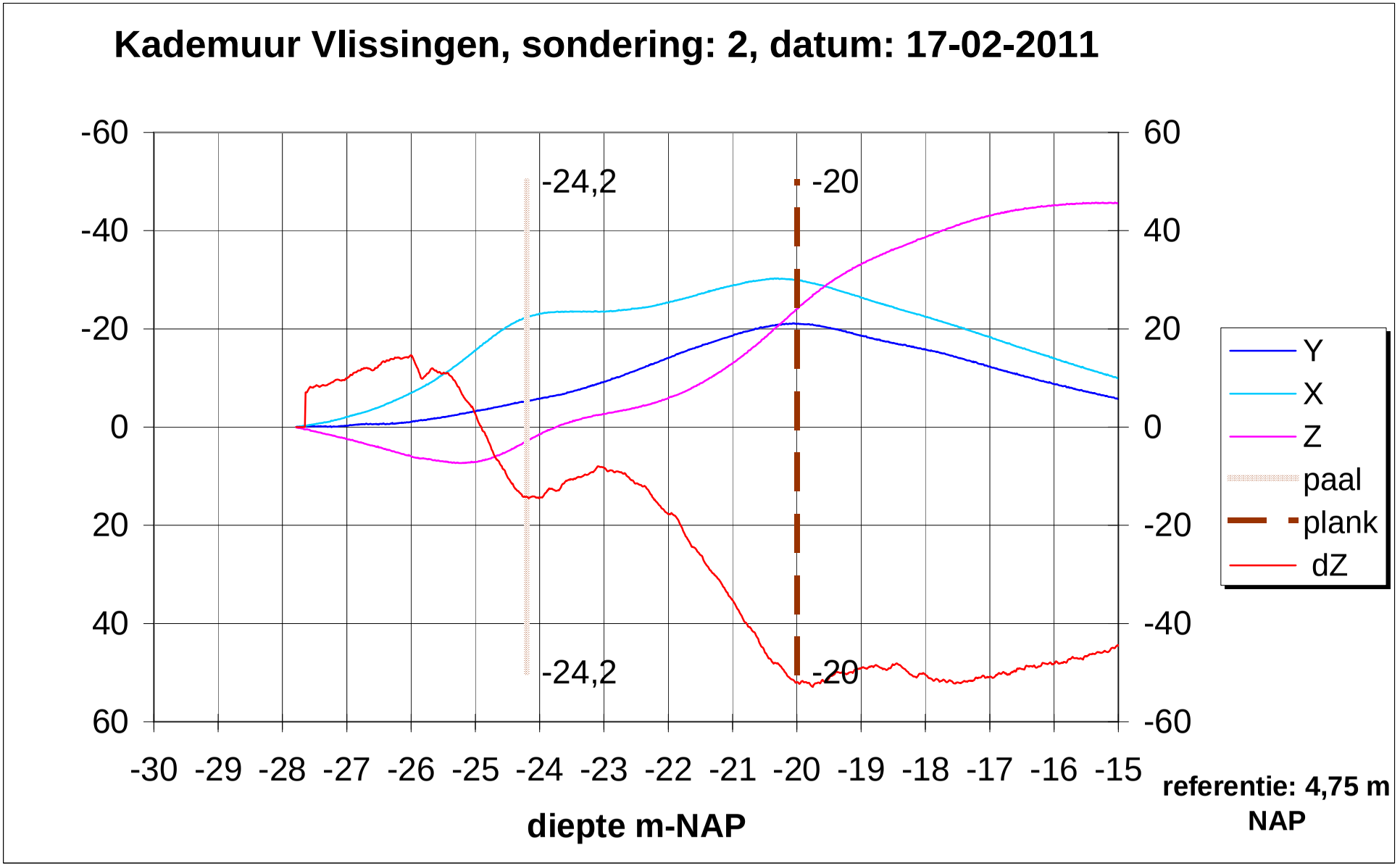
SONDERING:

1

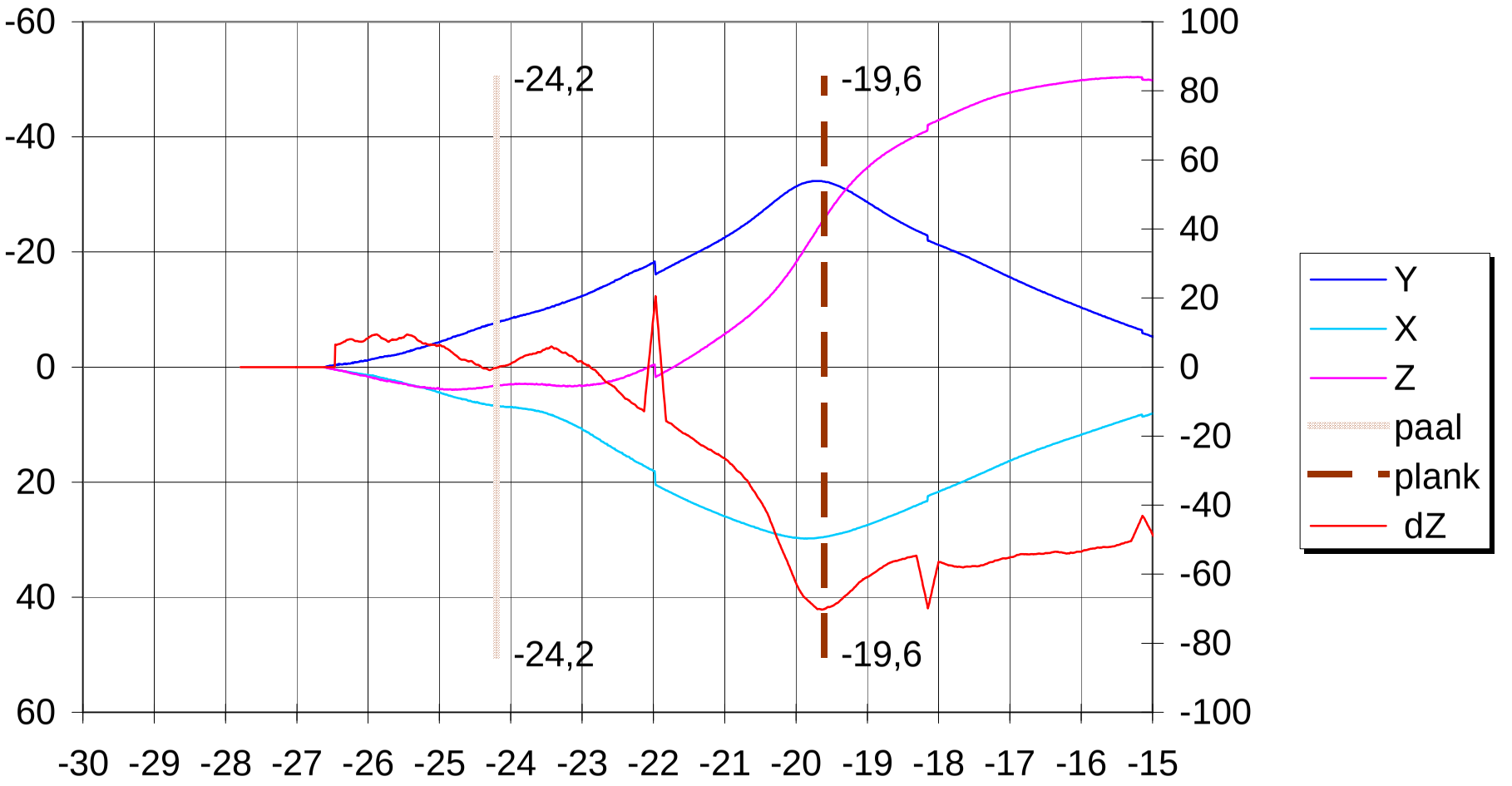
Pagina 1/1

Conus type: P-15 Nummer: 000665 Sondering volgens NEN 5140 Klasse 2

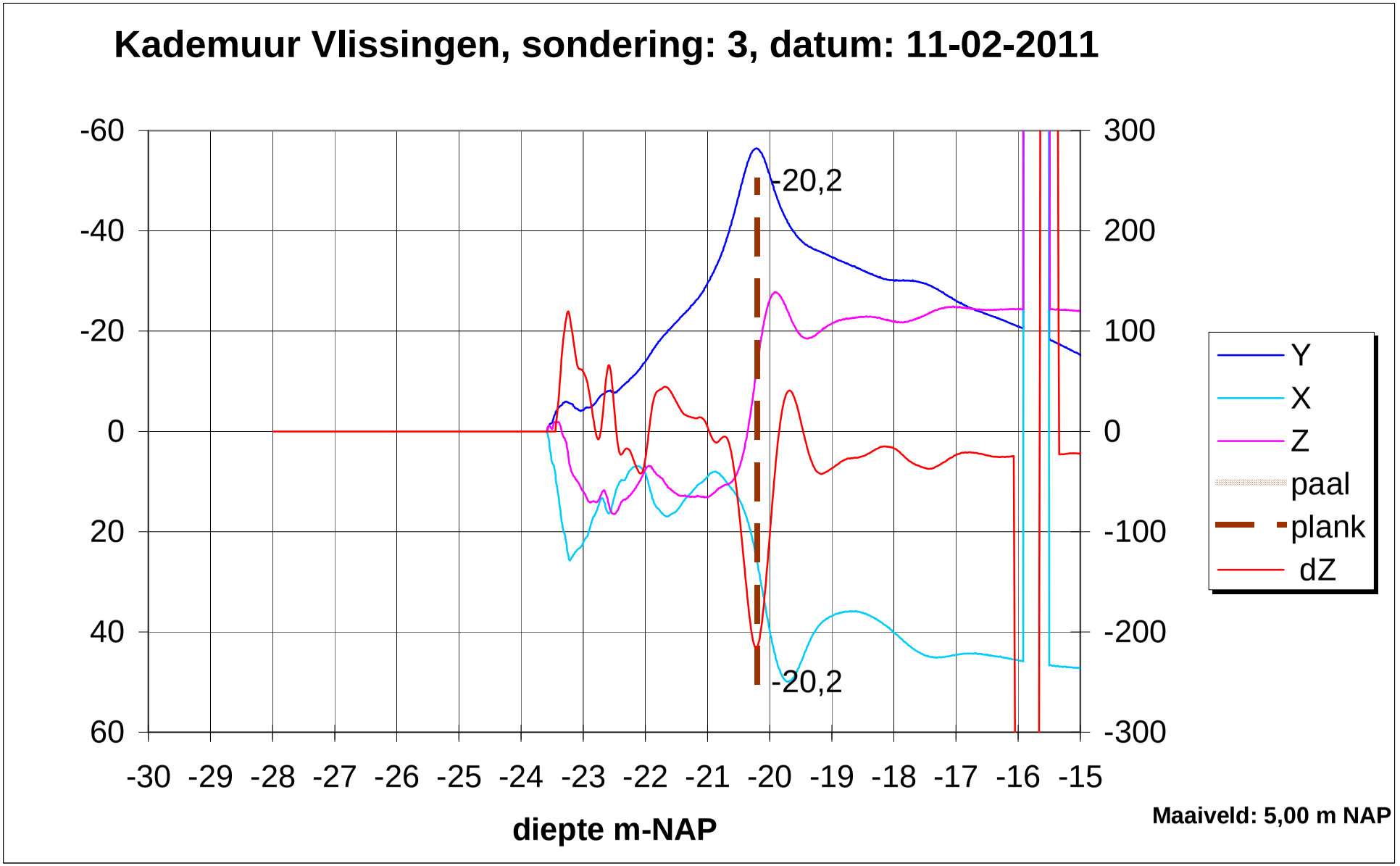
Gemeente Rotterdam
Gemeentewerken
Ingenieursbureau


Kademuur Vlissingen, sondering: 2, datum: 17-02-2011
-60
-40
-20
0
20
40
60
-24,2
-20
-24,2
-20
60
40
20
0
-20
-40
-60
-30 -29 -28 -27 -26 -25 -24 -23 -22 -21 -20 -19 -18 -17 -16 -15
diepte m-NAP
Y
X
Z
paal
plank
dZ
referentie: 4,75 m NAP

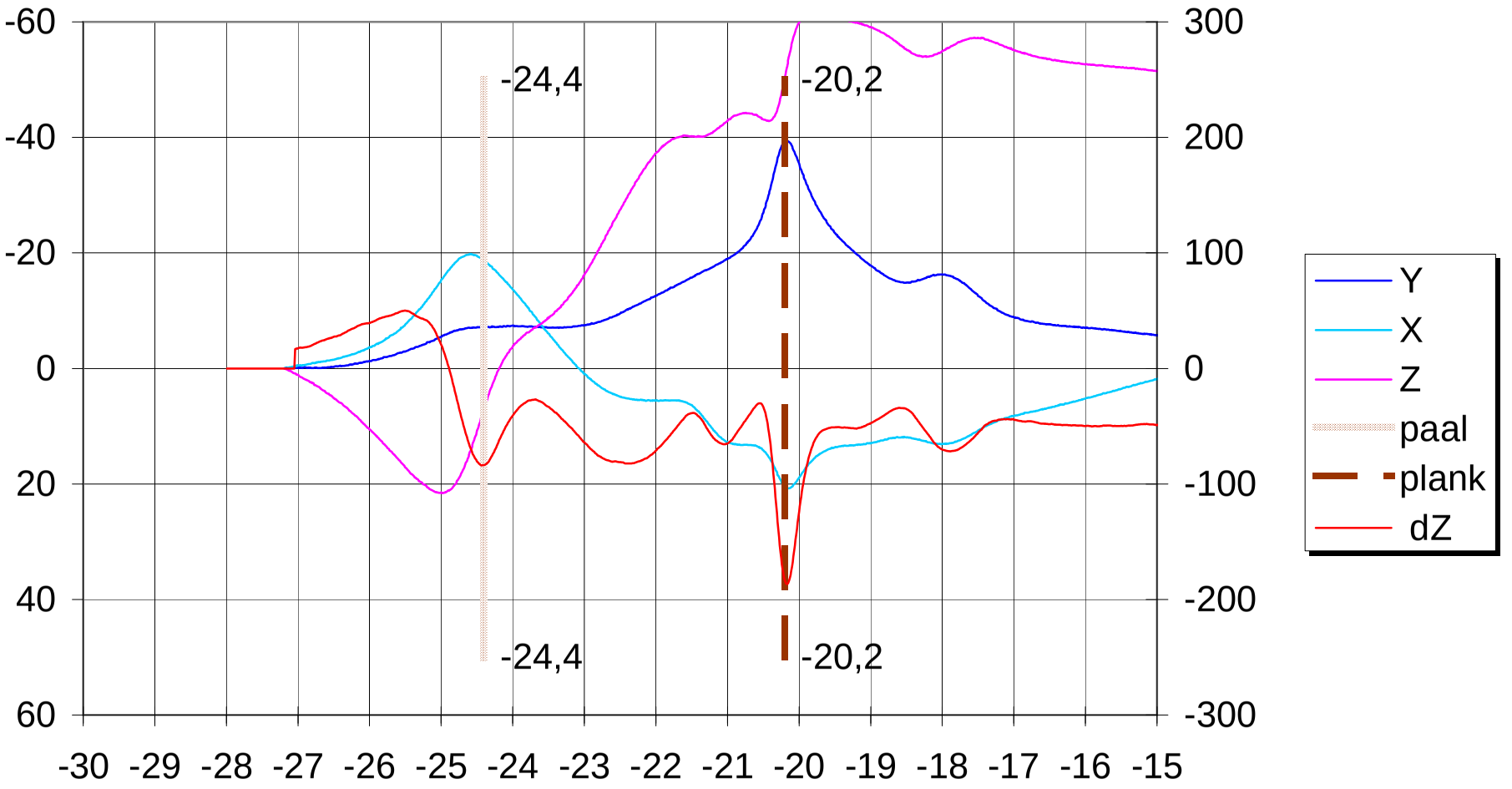
Kademuur Vlissingen, sondering: 1, datum: 10-02-2011



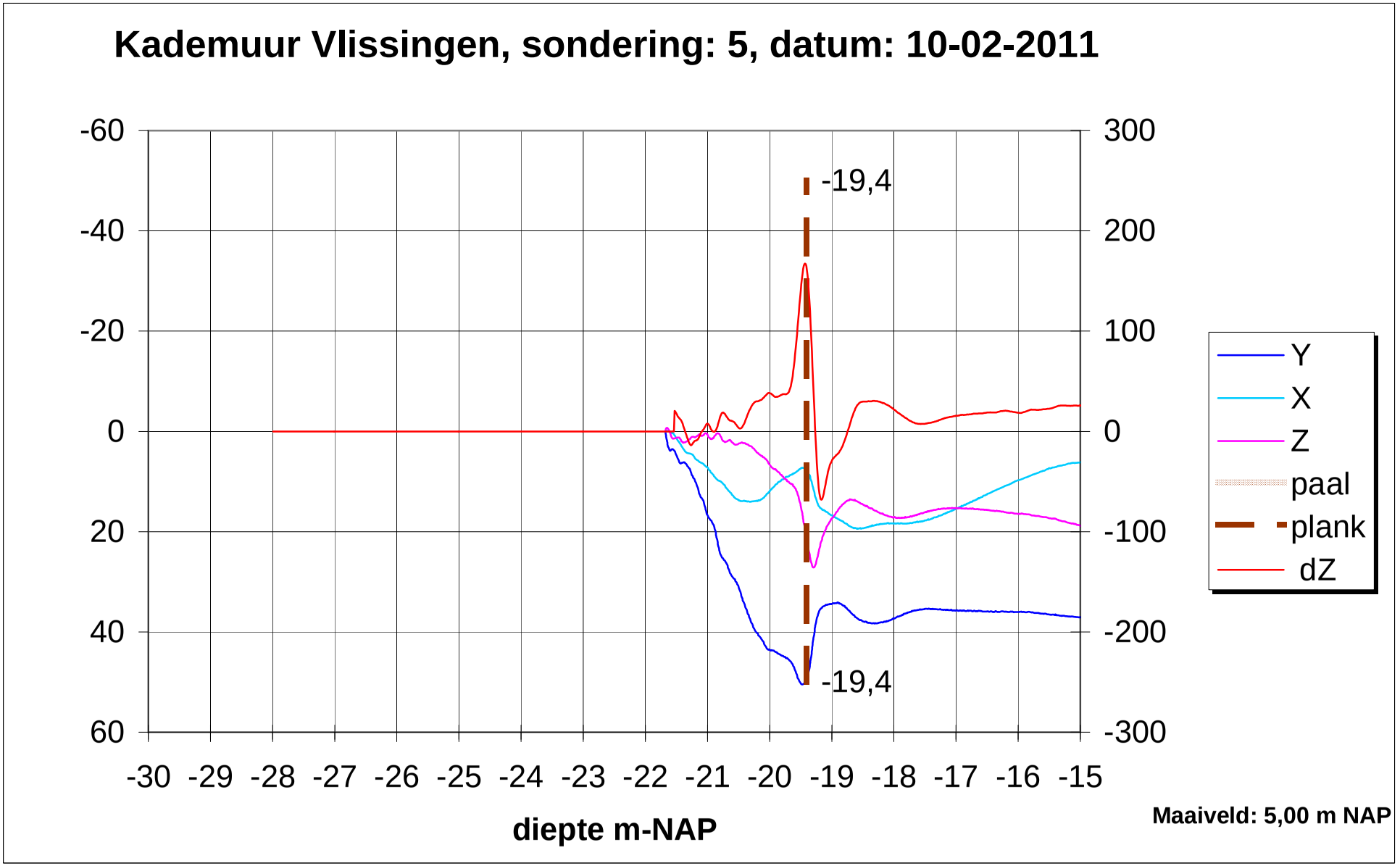
Maaiveld: 5,20 m NAP

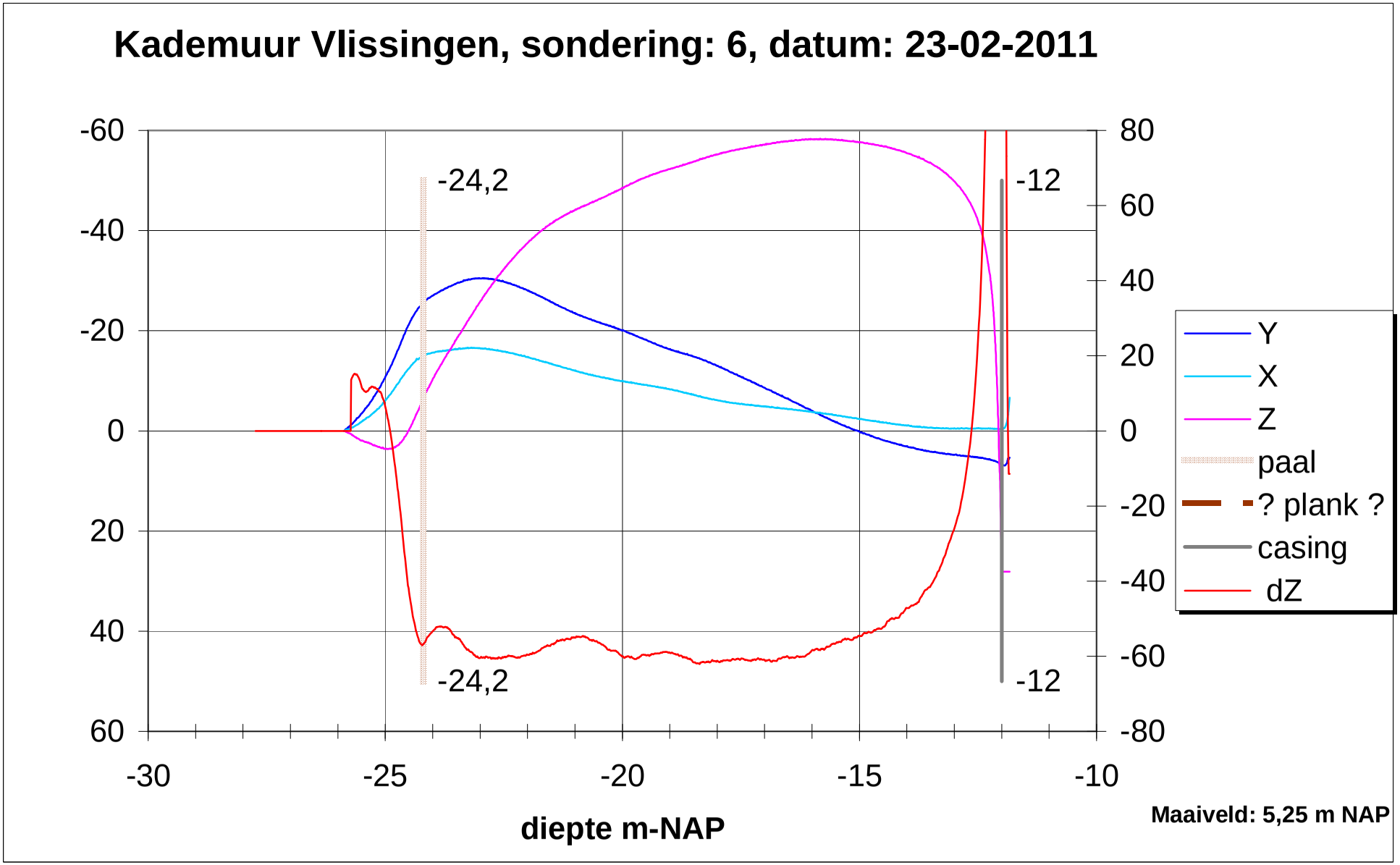

Kademuur Vlissingen, sondering: 3, datum: 11-02-2011
-60
-40
-20
0
20
40
60
300
200
100
0
-100
-200
-300
-20,2
-20,2
-30 -29 -28 -27 -26 -25 -24 -23 -22 -21 -20 -19 -18 -17 -16 -15
diepte m-NAP
Y
X
Z
paal
plank
dZ
Maaiveld: 5,00 m NAP

Kademuur Vlissingen, sondering: 4, datum: 10-02-2011

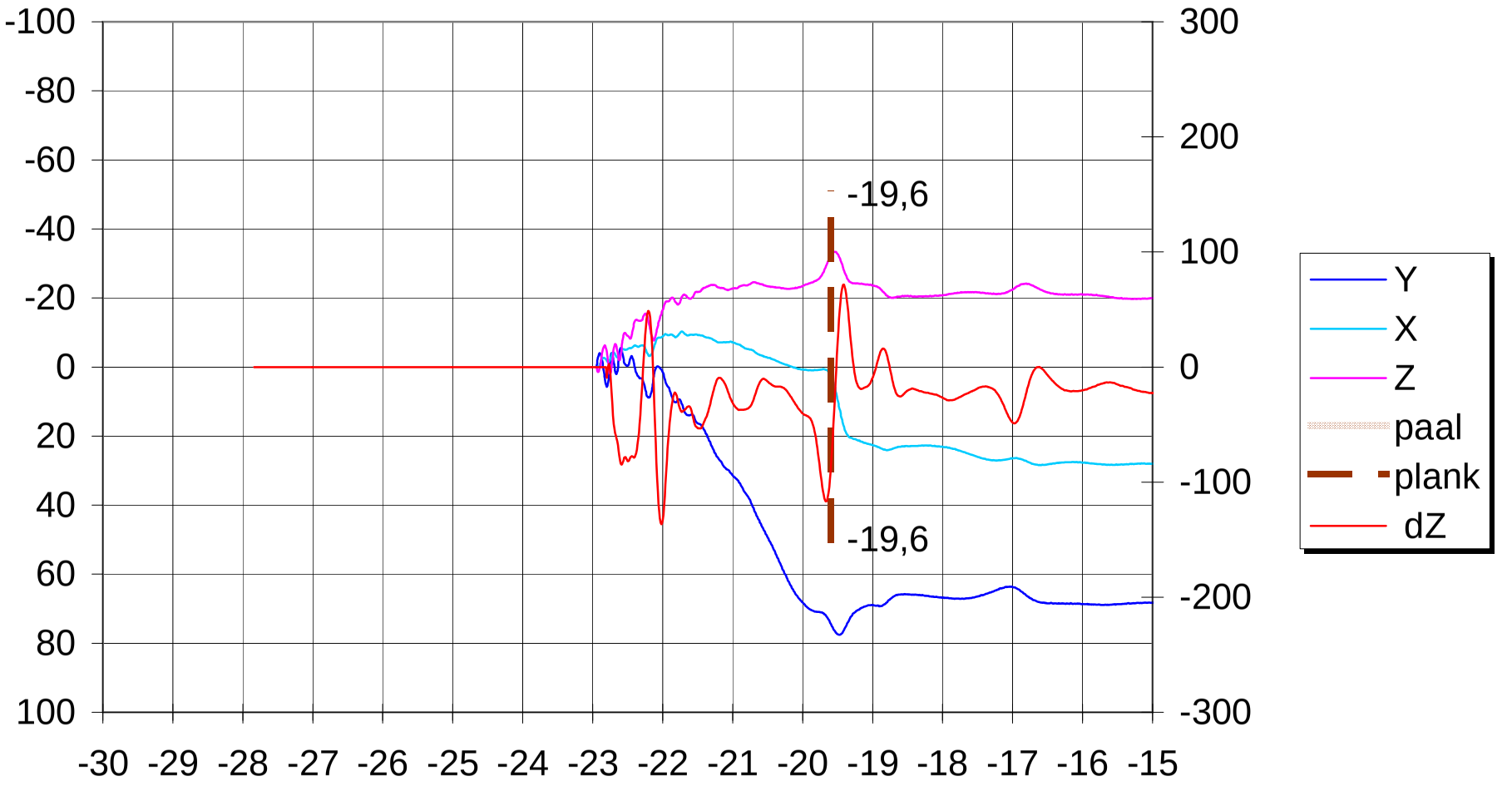


Maaiveld: 5,00 m NAP


Kademuur Vlissingen, sondering: 5, datum: 10-02-2011
-60
-40
-20
0
20
40
60
300
200
100
0
-100
-200
-300
-19,4
-19,4
-30 -29 -28 -27 -26 -25 -24 -23 -22 -21 -20 -19 -18 -17 -16 -15
diepte m-NAP
Y
X
Z
paal
plank
dZ
Maaiveld: 5,00 m NAP


Kademuur Vlissingen, sondering: 6, datum: 23-02-2011
-60
-40
-20
0
20
40
60
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-30
-25
-20
-15
-10
-24,2
-24,2
-12
-12
Y
X
Z
paal
? plank ?
casing
dZ
diepte m-NAP
Maaiveld: 5,25 m NAP

Kademuur Vlissingen, sondering: 7, datum: 17-02-2011



Maaiveld: 5,15 m NAP