



Rapport

Livedijk XL aanvullend asfaltonderzoek locatie Lauwersmeerdijk

Resultaten van inspectiemetingen in 2014 en 2015



Opdrachtgevers: Stichting FloodControl-IJKdijk en Waterschap Noorderzijlvest

Kenmerk Opdrachtgever: 150724

Datum: 18 februari 2016

Rapportage: Miramap B.V.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
2. Meetmethoden en -Strategie.....	5
3. Waarnemingen en Diagnose van de Dijkvakken	7
3.1 Dijkvak I	8
3.2 Dijkvak II	12
3.3 Dijkvak III	28
4. Conclusies en Aanbevelingen	32
Bijlage 1: Situatiefoto's van de Dijkvakken	35
Dijkvak I	35
Dijkvak II	35
Dijkvak III	36
Bijlage 2: Resultaten MIRA Waarnemingen	37
Dijkvak I (2014).....	37
Dijkvak II (2014 en 2015)	43
Dijkvak III (2014).....	47
Bijlage 3: Foto's van de Boorkernen.....	53
Dijkvak I	53
Dijkvak II	60
Dijkvak III	70

1. Inleiding

In opdracht van de Stichting FloodControl-IJkdijk en Waterschap Noorderzijlvest heeft Miramap B.V. in het kader van LiveDijk XL in september 2014 en 2015 aanvullend asfaltonderzoek uitgevoerd op de locatie Lauwersmeerdijk. Het project is onderdeel van het project LiveDijk XL Noorderzijlvest.

Dit rapport is een update van het op 17 februari 2015 opgeleverde tussenrapport (ref 1416a). In deze rapport update zijn, naast de resultaten van 2014, ook de resultaten van 2015 opgenomen, waarmee een compleet overzicht is ontstaan van de opdracht “Livedijk XL aanvullend asfaltonderzoek locatie Lauwersmeerdijk”.

Achtergrond

De sterkte van een dijk hangt onder andere af van de bekleding waarmee het dijklichaam is afgedekt. De bekleding - die de dijk als een stevige schil afdekt - voorkomt dat golven en overslaand water de onderliggende grond kunnen verweken en wegspoelen. Ter plaatse van de Lauwersmeerdijk is een asfaltbekleding aanwezig. Deze asfaltbekleding is over een lengte van 7,2 km afgekeurd op zowel het faalmechanisme AGK (golfklap) als AES/AMT (ernstige schade/materiaaltransport).

Binnen Fase 1 van het project LiveDijkXL Lauwersmeer is in september 2013 door Miramap een innovatieve asfaltmeting uitgevoerd op de Lauwersmeerdijk, tussen km85 en km86. De resultaten van deze nulmeting zijn uitgebreid beschreven in het Monitoringsplan Lauwersmeerdijk zoals dat is opgeleverd door het consortium van Fase 1 van LiveDijkXL Lauwersmeer, onder penvoerderschap van Witteveen+Bos op 28 mei 2014 (ref GN207-2/14-011.063 Definitief Monitoringplan Lauwersmeerdijk).

Doel

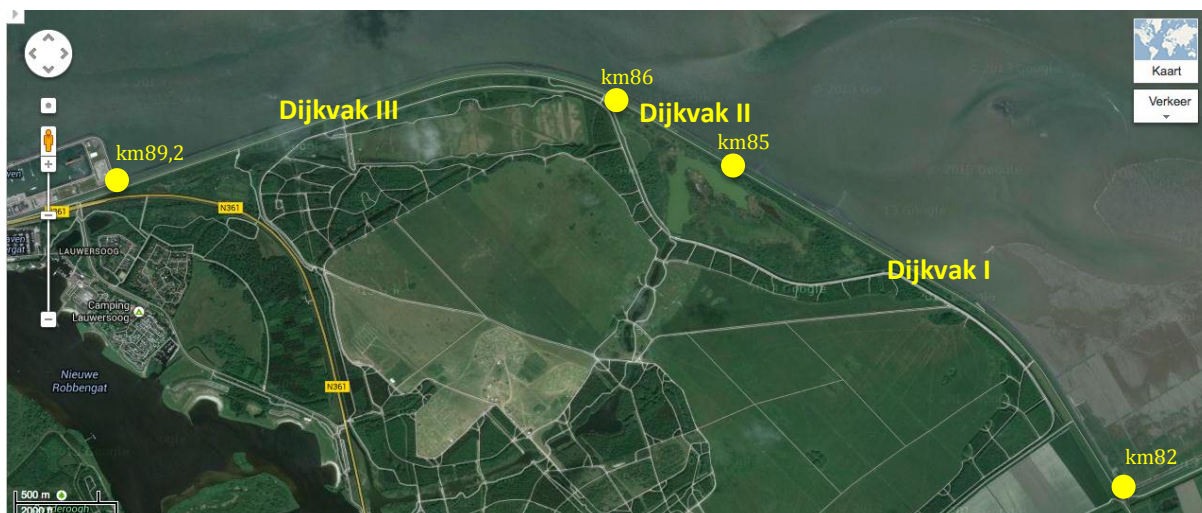
De in onderhavige rapportage beschreven inspectie betreft aanvullend asfaltonderzoek dat is uitgevoerd in september 2014 en 2015 op de locatie Lauwersmeerdijk. De inspectie is enerzijds bedoeld om de potentiële zwakke plekken in de asfaltbekleding te bepalen en mogelijke achteruitgang van deze plekken in kaart te brengen. Anderzijds heeft dit aanvullend asfaltonderzoek als doel om de gebruikte meettechniek (MIRA) te valideren en verder te ontwikkelen. In totaal is in 2014 een traject van 7 km lengte ingemeten en gediagnosticeerd en in 2015 een traject van 1 km lengte ingemeten en gediagnosticeerd.

Op verzoek van de opdrachtgever is het traject opgedeeld in twee delen.

1. Ten eerste een herhalingsmeting over 1 km (km85 – km86). Dit is hetzelfde traject dat al in de eerste fase (2013) is ingemeten. Om een nauwkeurig beeld te krijgen van het proces en snelheid van asfaltslijtage zijn op basis van een tweede meting verschilbeelden gemaakt ten opzichte van de nulmeting uit 2013. In september 2015 is het traject km85 – km86 voor de derde maal ingemeten (Herhalingsmeting – 2). Over deze meting is hier ook gerapporteerd.
2. Ten tweede een gebiedsdekkende meting over de hele afgekeurde lengte van de

Lauwersmeerdijk over 7 km (km82,2 – km89,2), tussen de aansluiting op de oude zeedijk aan de oostzijde en het buitendijks gelegen havengebied van Lauwersoog. Door een gebiedsdekkende meting over 7 km ontstaat een gedetailleerd beeld van de actuele toestand voor de gehele strekte van afgekeurde asfaltbekleding op de Lauwersmeerdijk. Hierbij is de identificatie van holle ruimten en losliggende slijtlaag (structuurvariaties) vanuit beheerperspectief het belangrijkste.

De markeringen km82, km85, km86 en km89,2 op de Lauwersmeerdijk zijn in onderstaande figuur globaal aangegeven.



Figuur 1 – Overzicht dijkvakmarkeringen op de Lauwersmeerdijk

Om de weergave van de resultaten te verhelderen is ervoor gekozen om in deze rapportage met drie dijkvakken te werken. In onderstaande figuur 2 worden deze dijkvakken nader gespecificeerd.

Dijkvak	Traject (km)	Opp.	Meetparameters	Totaal boringen
I	82,2-85,0	50.400 m ²	Gebiedsdekkende meting • Locatie van structuurvariaties • Gepland 8 boorkernen per km	24 in 2014
II	85,0-86,0	18.000 m ²	Herhalingsmeting – 1 en 2 • Locatie van structuurvariaties • Gepland 24 boorkernen per km • Locatie opbollingen met warmte • Hoogteverschillen/deformaties • Asfaltdikte • Vocht in asfalt	8 in 2015 20 in 2014 8 in 2013
III	86,0-89,2	57.600 m ²	Gebiedsdekkende meting • Locatie van structuurvariaties • Gepland 8 boorkernen per km	28 in 2014

Figuur 2 – Specificatie van de drie dijkvakken

Na een beschrijving in hoofdstuk 2 van de toegepaste meetmethoden en meetstrategie behandelt hoofdstuk 3 voor ieder dijkvak de waarnemingen en de diagnose. Het rapport sluit in hoofdstuk 4 af met de conclusies van het onderzoek.

2. Meetmethoden en -Strategie

Voor het aanvullend asfaltonderzoek van de bekleding op de Lauwersmeerdijk is gebruik gemaakt van de MIRA scanner, een mobiele passieve microgolf radiometer gebaseerd op satelliettechnologie.

De MIRA techniek meet de natuurlijke uitstraling van de ondergrond in het microgolvenbereik, waarmee de variaties van de bovenste 1 tot 1.5 meter nauwkeurig in kaart worden gebracht. De MIRA sensor meet deze stralingstemperaturen, die met name gevoelig zijn voor veranderingen in het materiaal van de ondergrond en de bodemvochtcondities (diëlectrische eigenschappen). Zo is de diëlectrische constante van water gelijk aan 80, die van asfalt ongeveer 5 en die van lucht 1. Door met twee MIRA sensoren tegelijk in twee polarisaties te meten, is het mogelijk een Microwave Polarization Difference Index, MPDI, te bepalen, een maat voor de asfaltstructuur.

Door het uitvoeren van niet-destructieve asfaltmetingen met MIRA wordt een gedetailleerde, vlakdekkende opname gemaakt. Dit ruimtelijk beeld geeft gedetailleerd inzicht in het vochtgehalte in het asfalt, de sterkte van de bekleding en is daarmee bruikbaar om zwakke plekken te lokaliseren. Tezamen met de informatie van ruim zeventig boorkernen verspreid over het projectgebied is een best mogelijke diagnose uitgevoerd. De locaties van de boringen zijn in samenspraak met de beheerder bepaald. Het totaal aan informatie geeft de beheerder inzicht in kwetsbare locaties, zodat indien nodig noodvoorzieningen kunnen worden getroffen. Daarnaast geven de metingen aan of de gehele asfaltbekleding dient te worden gereconstrueerd, of dat wellicht delen van de bekleding nog voor een langere periode veilig kunnen functioneren.

De metingen zijn in aangrenzende lengteraaian uitgevoerd vanaf Miramaps quad. Deze is uitgerust met:

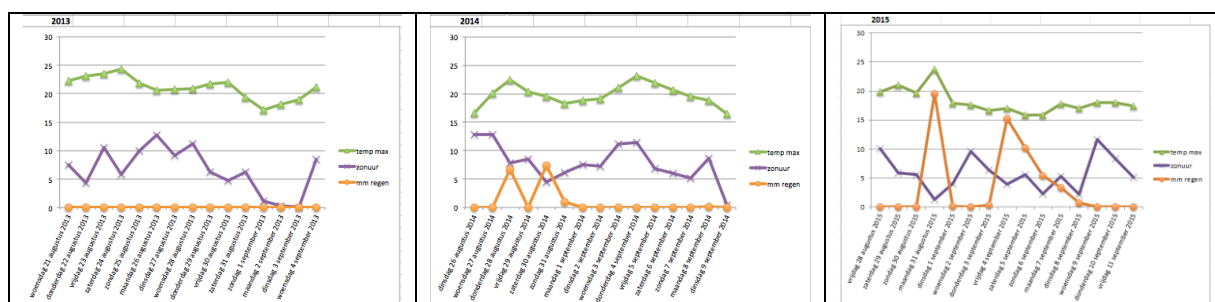
1. Twee MIRA sensoren voor het bepalen van de locatie van structuurvariaties/ holle ruimten /losliggende slijtlaag en het bepalen van vocht in asfalt en asfaltdikte;
2. Een camera die foto's maakt van de bovenzijde van het asfalt (ter ondersteuning van de MIRA metingen, 'weet wat/waar je meet');
3. Een RTK GNSS ontvanger met een hoekmeter om de metingen exact te geo-refereren, de locatie van anomalieën exact te bepalen en bij een vervolgmeting mogelijke (hoogte) deformaties te ontdekken;
4. Een warmtebeeldcamera voor het bepalen van de asfalttemperatuur als ondersteuning bij het onderzoeken van opbollingen/frezen/lassen/patches.

Figuur 3 laat het meetsysteem zien.



Figuur 3 – Miramap meetsysteem op locatie Lauwersmeerdijk

Voor de herhalingsmetingen in 2014 en 2015 was het van belang dat de weers- en klimatologische condities voor de meting zo goed mogelijk overeen komen met de omstandigheden tijdens de nulmeting in 2013. Er is met name gelet op neerslag voorafgaand aan de meting. Hiertoe is gedurende de maand augustus 2014 en 2015 dagelijks de KNMI data van het weerstation Lauwersoog geanalyseerd, om zodoende het juiste tijdstip voor de metingen te kiezen. Figuur 4 geeft hier een indicatie van.



Figuur 4 – Weersomstandigheden voorafgaand de metingen in 2013, 2014 en 2015

De MIRA metingen zijn uitgevoerd op 9 september 2014 en 11 september 2015. De oranje lijn laat zien dat er in 2013, 2014 en 2015 tenminste drie dagen geen neerslag was gevallen voor de metingen en dus de toplaag van het asfalt alle keren droog was. De groene lijn geeft de maximale temperatuur aan en de paarse lijn geeft het aantal zonuren aan in de periode voor en tijdens de metingen.

3. Waarnemingen en Diagnose van de Dijkvakken

Hieronder volgen voor ieder dijkvak een korte beschrijving van het dijkvak, de meetcondities, de boorresultaten, de diagnose en indien van toepassing nog extra zaken die gesignaleerd zijn bij de inspectie. Van ieder dijkvak is een representatieve foto opgenomen in Bijlage 1. De resultaten van de MIRA waarnemingen met daarop de boorlocaties zijn per dijkvak opgenomen in Bijlage 2. De foto's van alle boorkernen zijn per dijkvak weergegeven in Bijlage 3.

Interactie met beheerder van meten tot resultaat

Nadat de dijkvakken in 2014 en 2015 zijn ingewonnen, zijn de meetdata door Miramap verwerkt en gevisualiseerd tot een gedetailleerde kaart met de actuele toestand van de afgekeurde asfaltbekleding op de Lauwersmeerdijk. Hierbij is de identificatie van holle ruimten en losliggende slijtlaag (structuurvariaties) vanuit beheer perspectief het belangrijkste.

Deze kaarten zijn nauwkeurig bestudeerd samen met de beheerder en de verdachte en interessantste plekken zijn hieruit bepaald. Dit zijn de plekken waar de beheerder nadere informatie van wil hebben: hoe slecht is zo'n plek, is op deze plek sprake van een losliggende slijtlaag (oppervlaktebehandeling), zijn er op deze plek holle ruimten in en/of onder het asfalt, wijkt de dichtheid van het asfalt hier af, of is een plek die misschien al eerder vervangen? Een aantal van deze plekken is in dit rapport gediagnostiseerd. Ter vergelijking is ook een aantal plekken gekozen waar zich volgens de MIRA data geen problemen voordoen.

Op basis van de analyse van de volledige 7 km in 2014 en het herhalingstraject in 2015 zijn samen met de beheerder de boorlocaties gericht geselecteerd. Vervolgens zijn deze boorlocaties op 11 oktober 2014 en 22 oktober 2015 met RTK-GPS uitgezet en gemarkeerd op de dijk. In de week van 13 oktober 2014 zijn in totaal 72 boorkernen geboord. In de week van 2 november 2015 zijn in totaal 8 boorkernen geboord. De resultaten van de boorkernen (asfaltdikte, dichtheid en foto's inzake de toestand) zijn na analyse in het laboratorium beschikbaar gekomen in de week van 9 december 2014 en van 16 november 2015.

3.1 Dijkvak I

Situatie

Dijkvak I is het stuk van kilometer 82,2 tot 85,0 en bestaat uit waterbouw-asfaltbeton (WAB) met een oppervlakbehandeling, dat als dijkbekleding op een ondergrond van zand ligt. In totaal is een lengte gescand van 2800 meter met een breedte van ongeveer 18 meter. Van het dijkvak is een situatiefoto bijgevoegd in Bijlage 1.

Metingen

De MIRA metingen zijn op 9 september 2014 uitgevoerd onder bewolkte omstandigheden. De resultaten van de MIRA waarnemingen met daarop de boorlocaties zijn in stukken van 500 meter opgenomen in Bijlage 2. Onderstaande tabel geeft de resultaten van de boringen. Foto's van de boorgaten en boorkernen met coördinaten zijn opgenomen in Bijlage 3.

Nr	Km	Ligging*	Dikte**	Dichth.***	Opp. Beh. los	Opmerking****
1	82.29	Beneden	279	2136	Nee	0-70 Laag los
2	82.29	Talud	233	2153	Nee	
3	82.32	Beneden	n/a	n/a	Ja	Losse brokken
4	82.32	Talud	202	2247	Ja	80-104 Stukje weg
5	82.65	Beneden	303	2173	Nee	
6	82.65	Talud	209	2108	Nee	
7	82.65	Talud	200	2198	Nee	0-150 Laag los 20 Holle ruimte
8	82.70	Talud	216	2261	Ja	155+ Laag los
9	83.40	Beneden	370	2113	Ja	0-40 Laag los
10	83.40	Beneden	263	2183	Nee	0-25 Laag los
11	83.40	Talud	208	2223	Nee	
12	83.40	Talud	251	2199	Nee	
13	83.97	Beneden	318	2258	Nee	
14	83.97	Beneden	264	2311	Nee	
15	83.97	Talud	199	2341	Nee	
16	83.97	Talud	175	2315	Nee	
17	84.40	Talud	197	2320	Nee	
18	84.41	Beneden	274	2182	Ja	0-22 Laag los
19	84.41	Talud	232	2171	Ja	0-15 Stuk weg 11-110 Slechte verdichting
20	84.41	Talud	227	2193	Nee	23 Holle ruimte
21	84.45	Talud	160	2251	Nee	
22	84.46	Talud	157	2191	Nee	Stuk weg tussen Opp. Beh. en WAB
23	84.47	Beneden	198	2155	Ja	Stuk weg tussen Opp. Beh. en WAB
24	84.47	Talud	215	2098	Ja	0-45 Laag los

*Geeft aan of de boring op het vlakke deel beneden (onder de knik) of op het hellende talud is gezet

**Dikte Boorkern van WAB en Oppervlaktebehandeling samen [mm]

***Dichtheid Totaal van WAB en Oppervlaktebehandeling samen [kg/m³]

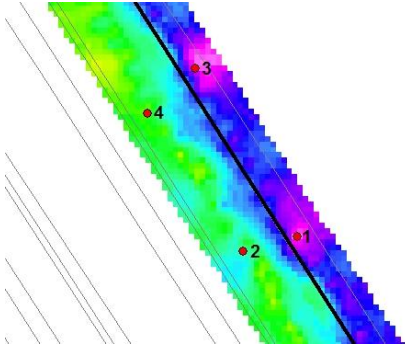
****Opmerkingen door KOAC-NPC; Holle Ruimte = Diepte van het boorgat minus Dikte Boorkern [mm]

Figuur 5 – Resultaten van de boringen Dijkvak I

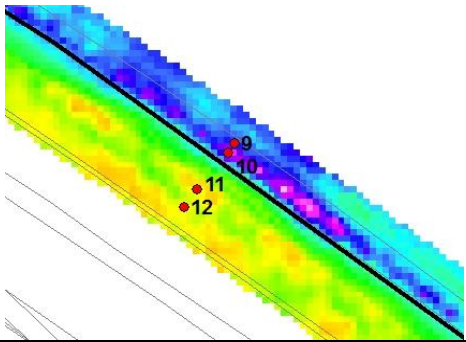
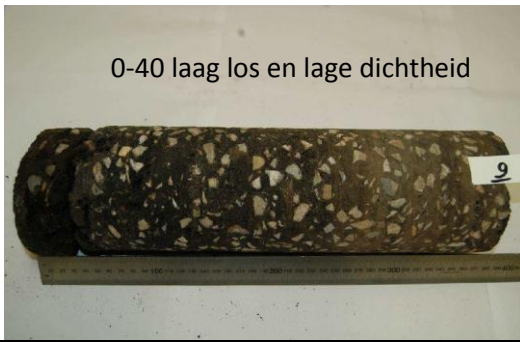
Diagnose

De MIRA metingen geven over het gehele Dijkvak I bekeken op een aantal plekken een structuur die wijst op slechter asfalt. Dat zijn:

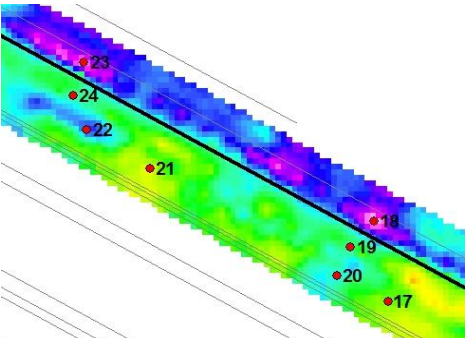
- Boringen 1 en 3

MIRA Kaart 	Foto Boorkern 1 
Foto Boorlocatie 3 	Foto Boorkern 3 

- Boringen 9 en 10

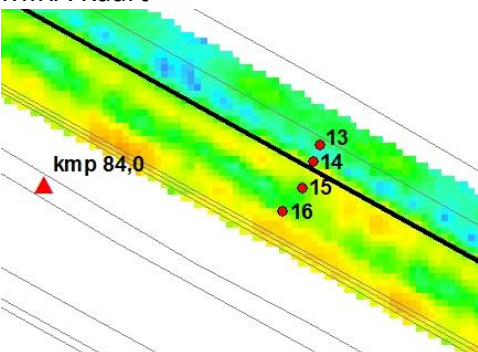
MIRA Kaart 	Foto Boorkern 9 
Foto Boorlocaties 9 en 10 	Foto Boorkern 10 

- Boringen 18 en 23

MIRA Kaart 	Foto Boorkern 18 0-22 laag los en lage dichtheid 
Foto Boorlocatie 18 	Foto Boorkern 23 Stuk weg tussen Opp. Beh. en WAB 

Op de door de beheerder gekozen “probleemloze” plek blijkt inderdaad dat het asfalt in betere conditie is.

- Boringen 13 t/m 16

MIRA Kaart 	Foto Boorkern 13 
Foto Boorlocaties 13 t/m 16 	Foto Boorkern 16 

Overige signaleringen

Er zijn verder geen overige bijzonderheden waargenomen.

3.2 Dijkvak II

Situatie

Dijkvak II is het stuk van kilometer 85,0 tot 86,0 en bestaat uit waterbouw-asfaltbeton met een oppervlakbehandeling, dat als dijkbekleding op een ondergrond van zand ligt. In totaal is een lengte gescand van 1000 meter met een breedte van ongeveer 18 meter. Van het dijkvak is een situatiefoto bijgevoegd in Bijlage 1.

Nr	Km	Ligging*	Dikte**	Dichth.***	Opp. Beh. los	Opmerking****
101	85.27	Talud	217	2260	Ja	
102	85.51	Talud	238	2322	Nee	
103	85.51	Beneden	362	2292	Nee	
104	85.63	Talud	206	2263	Nee	
105	85.74	Talud	241	2262	Nee	
106	85.74	Knik	233	2305	Nee	
107	85.97	Beneden	389	2203	Ja	
108	85.97	Talud	247	2276	Nee	
25	85.06	Talud	214	2204	Ja	Opbollingen, 0-30 Laag los
26	85.17	Talud	189	2292	Nee	
27	85.25	Beneden	n/a	n/a	Ja	Losse brokken
28	85.25	Talud	251	2177	Ja	0-40 Laag los
29	85.25	Talud	174	2222	Nee	
30	85.25	Beneden	365	2195	Ja	30 Holle ruimte
31	85.25	Talud	177	2247	Nee	
32	85.30	Beneden	453	2224	Nee	380-450 Laag los
33	85.30	Talud	255	2147	Ja	
34	85.30	Talud	n/a	n/a	Ja	Losse brokken
35	85.30	Talud	236	2253	Nee	0-15 Laag los
36	85.46	Talud	n/a	n/a	Nee	Cilinder in scheur Holle ruimte visueel
37	85.66	Beneden	375	2272	Nee	
38	85.68	Beneden	338	2188	Ja	0-40 Laag los
39	85.68	Talud	182	2143	Nee	Scheur WAB Opp. Beh.
40	85.68	Talud	216	2271	Nee	
41	85.69	Beneden	368	2266	Nee	
42	85.77	Beneden	321	2248	Nee	
43	85.77	Talud	170	2301	Nee	
44	85.77	Talud	199	2299	Nee	
13-1	85.01	Beneden	362	2193	Ja	Losse Laag
13-2	85.30	Talud	193	2167	Ja	Losse Laag
13-3	85.40	Beneden	347	2214	Ja	Losse Laag
13-4	85.40	Talud	231	2281	Ja	Boven Stuk weg
13-5	85.40	Talud	216	2275	Nee	
13-6	85.68	Beneden	300	2232	Nee	
13-7	85.71	Beneden	337	2278	Nee	
13-8	86.00	Beneden	339	2214	Ja	Losse Laag

*Geeft aan of de boring op het vlakke deel beneden (onder de knik) of op het hellende talud is gezet

**Dikte Boorkern van WAB en Oppervlaktebehandeling samen [mm]

***Dichtheid Totaal van WAB en Oppervlaktebehandeling samen [kg/m³]

****Opmerkingen door KOAC-NPC; Holle Ruimte = Diepte van het boorgat minus Dikte Boorkern [mm]

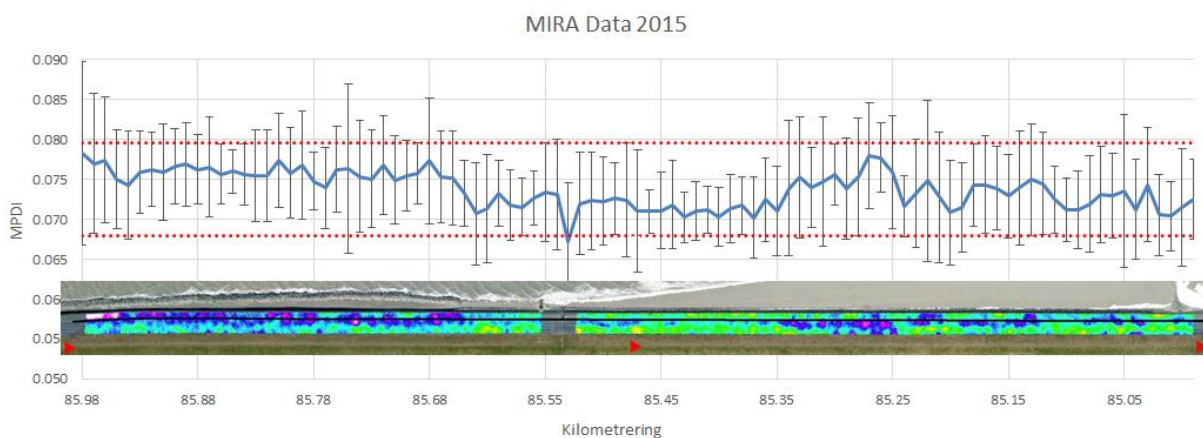
Figuur 6 – Resultaten van de boringen Dijkvak II

Metingen

De MIRA metingen zijn op 9 september 2014 en op 11 september 2015 uitgevoerd, beide keren onder bewolkte omstandigheden. De resultaten van de MIRA waarnemingen met daarop de boorlocaties zijn in stukken van 500 meter opgenomen in Bijlage 2. Bovenstaande tabel geeft de resultaten van de boringen uit 2014 en 2015. Ook zijn de acht boringen uit 2013 bijgevoegd. Foto's van de boorgaten en boorkernen met coördinaten zijn opgenomen in Bijlage 3.

Diagnose

De MIRA kaarten van 2014 en 2015 in Bijlage 2 laten vergelijkbare en terugkerende patronen zien. Om de data nader te onderzoeken en te presenteren in grafiekvorm is Dijkvak II opgedeeld in stukken van 10 meter. Voor ieder stuk van 10 meter is de gemiddelde MIRA waarde van 2015 berekend en worden hieronder getoond door middel van de blauwe lijn.



Figuur 7 – Afwijkende patronen in Dijkvak II in grafiek en op kaart

De rode stippellijnen vormen de boven- en ondergrens van het gebied waarbinnen 95% van de MIRA data van het hele Dijkvak II liggen. De 95% grens komt overeen met 1.96 keer de standaardafwijking van het gemiddelde van alle MIRA data van het hele Dijkvak II. De verticale balkjes tonen tenslotte de 1.96 keer de standaardafwijking van ieder 10 meter stuk voor zowel boven- als ondergrens. Daar waar de verticale balkjes boven de rode stippellijn uitkomen scoort het 10 meter stuk slechter dan gemiddeld. Dat kan dan een indicatie zijn dat dit een slechter stuk asfalt is.

De grafiek zou gebruikt kunnen worden voor het bepalen van welke vakken extra aandacht vereisen, bijvoorbeeld bij het toetsen of om continu inzicht te verkrijgen, en de kaart om een gedetailleerder beeld van de data te verkrijgen voor gericht onderzoek.

De MIRA metingen geven over het gehele Dijkvak II bekeken op een aantal plekken in de kaart een structuur die wijst op slechter asfalt. Dat zijn:

- Boringen 27 en 28

MIRA Kaart

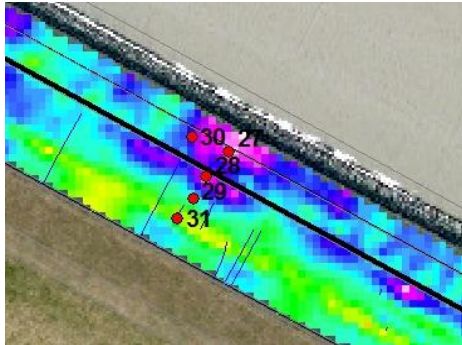


Foto Boorkern 27



Foto Boorlocaties 27 en 28



Foto Boorkern 28



- Boringen 33, 34 en 101 (2015)

MIRA Kaart 2014

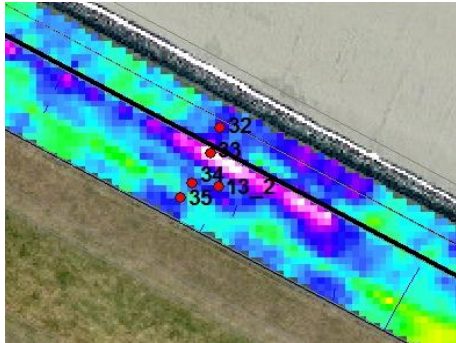


Foto Boorkern 33



Slijtlaag los en lage dichtheid

Foto Boorlocaties 33 en 34



Foto Boorkern 34



Losse brokken

MIRA Kaart 2015

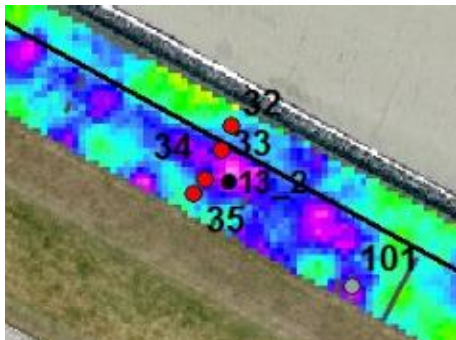
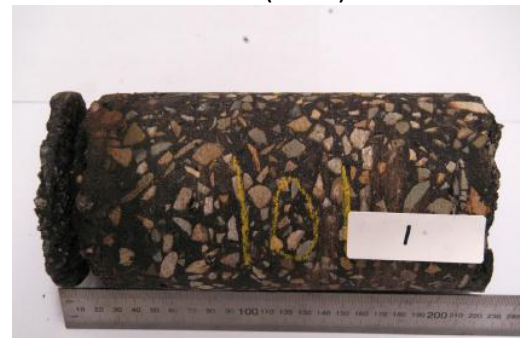


Foto Boorkern 101 (2015)



- Boringen 38, 39 en 104 (2015)

MIRA Kaart 2014

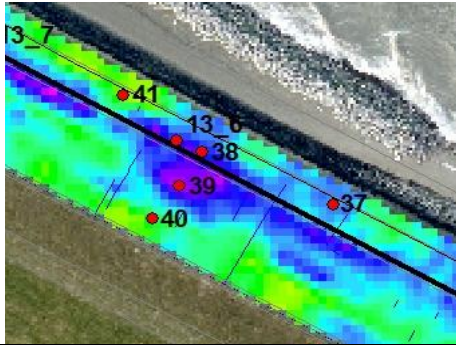


Foto Boorkern 38

0-40 Laag los en lage dichtheid



Foto Boorlocaties 38 en 39



Foto Boorkern 39

Scheur WAB Opp. Beh. en lage dichtheid



MIRA Kaart 2015

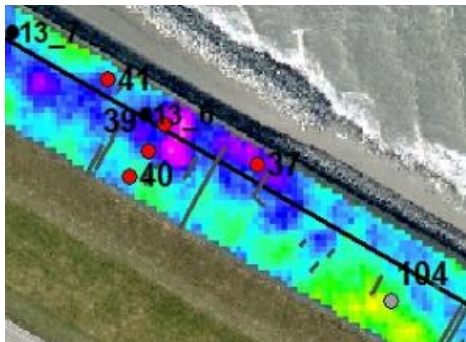
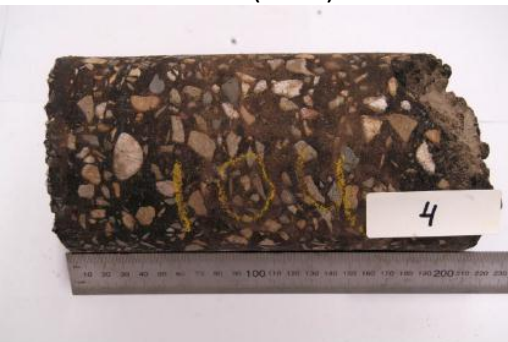


Foto Boorkern 104 (2015)



- Boringen 13_8 (2013), 107 en 108 (beide 2015)

MIRA Kaart 2014

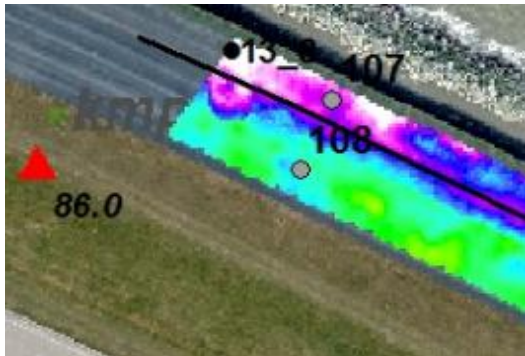


Foto Boorkern 13_8 (2013)



Foto Boorlocatie 13_8



Foto Boorkern 107 (2015)



MIRA Kaart 2015

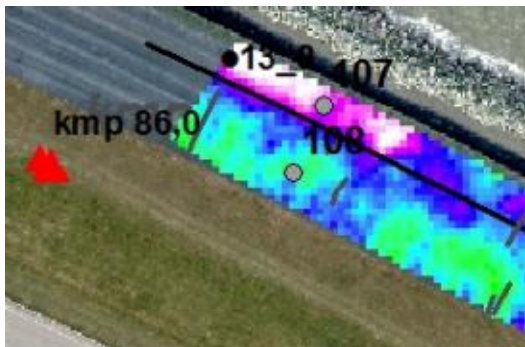


Foto Boorkern 108 (2015)



Op de door de beheerder gekozen “probleemloze” plek blijkt inderdaad dat het asfalt in betere conditie is.

- Boringen 42 t/m 44

MIRA Kaart 2014

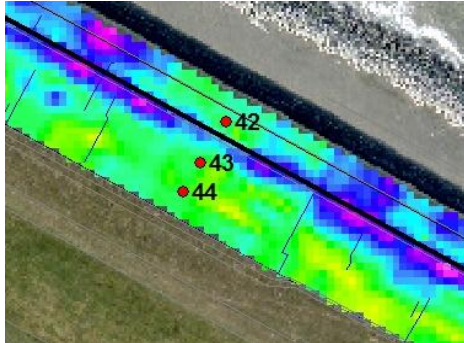


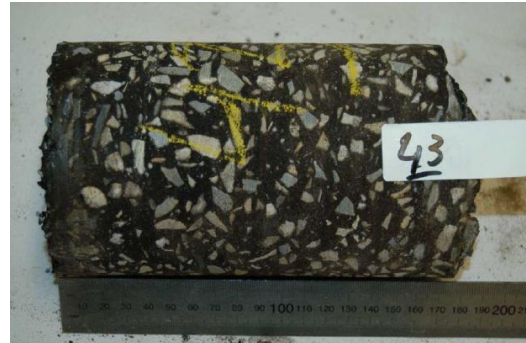
Foto Boorkern 42



Foto Boorlocaties 42 en 43



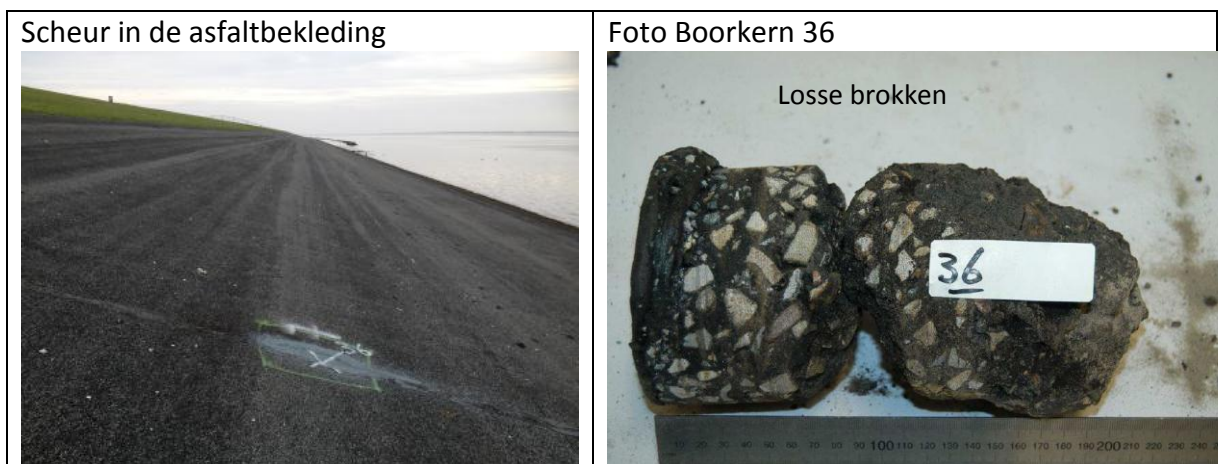
Foto Boorkern 43



Overige signaleringen

a. Scheurvorming

Op één plaats in Dijkvak II was in 2014 een flinke scheur aanwezig. Deze bevond zich een paar centimeter naast een bestaande lasnaad. De scheur was al door de beheerder gesignaleerd en is inmiddels gerepareerd. Zo'n reparatie gebeurt tegenwoordig in een V-vorm zodat het nieuwe asfalt niet meer verdwijnt in het onderliggende zand. Op verzoek van de beheerder is een boorkern genomen op de plaats van de gerepareerde scheur. Onderstaande figuur toont de gerepareerde scheur en de bijbehorende boorkern 36.



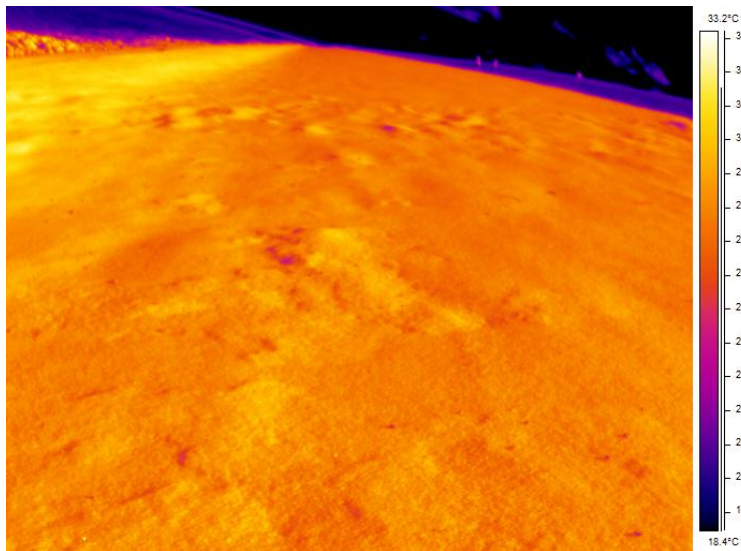
Figuur 8 – Scheurvorming bij lasnaad

b. Opbollingen

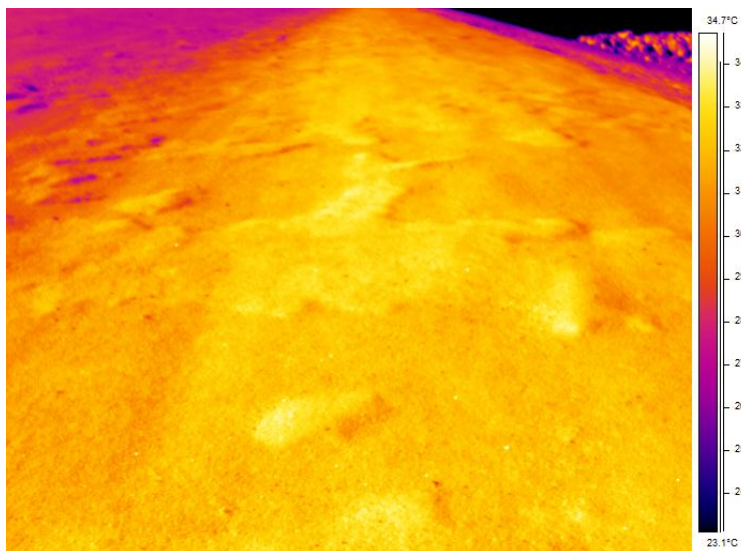
Op sommige plaatsen bevinden zich meer dan gemiddeld opbollingen die impact kunnen hebben op de sterkte van de huidige bekleding. Onderstaande figuur toont een dergelijk stuk met opbollingen bij km 85,1 en de bijbehorende boorkern 25. Met de warmtebeeldcamera zijn deze opbollingen ook in beeld gebracht. De hogere temperatuur van een opbolling wordt veroorzaakt door opwarming van onderliggend vocht, waarbij de kans op loslaten groter is.



Figuur 9 – Opbollingen bij km 85,1



Figuur 10 – Warmtebeeld met opbollingen bij km 85,1



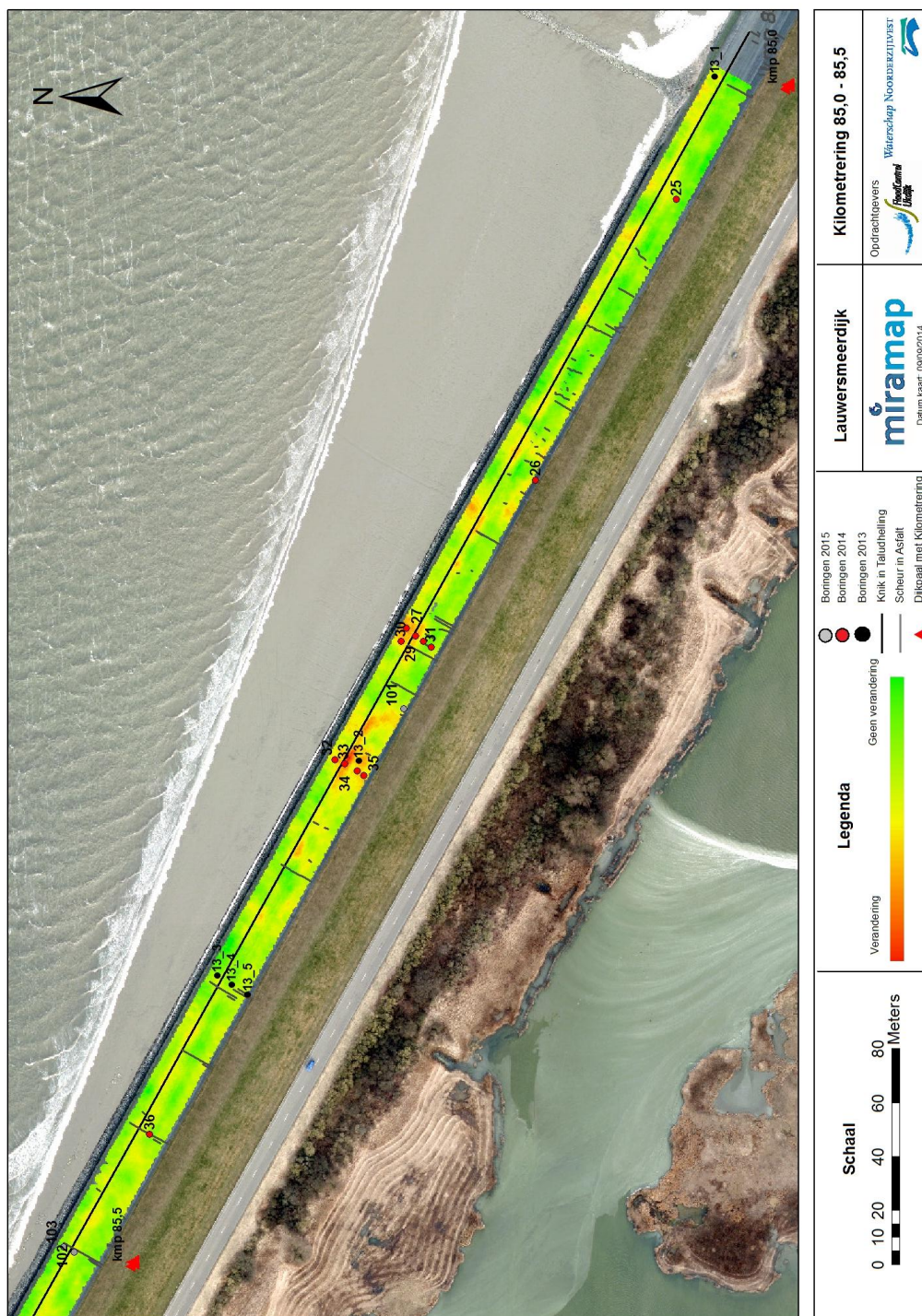
Figuur 11 – Warmtebeeld met opbollingen bij km 85,0

c. Achteruitgang asfaltkwaliteit

De beheerder heeft het idee dat de asfaltkwaliteit de laatste tijd snel slechter is geworden. Daarom is het interessant om het verschilbeeld te bekijken tussen de MIRA metingen van 2014 en 2013, en die van 2015 en 2014. De kaarten op de volgende vier pagina's geven dat verschilbeeld weer. De rodere plekken kunnen duiden op een mogelijke achteruitgang van de asfaltkwaliteit van 2014 t.o.v. 2013, resp. 2015 t.o.v. 2014 in Dijkvak II.

Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk

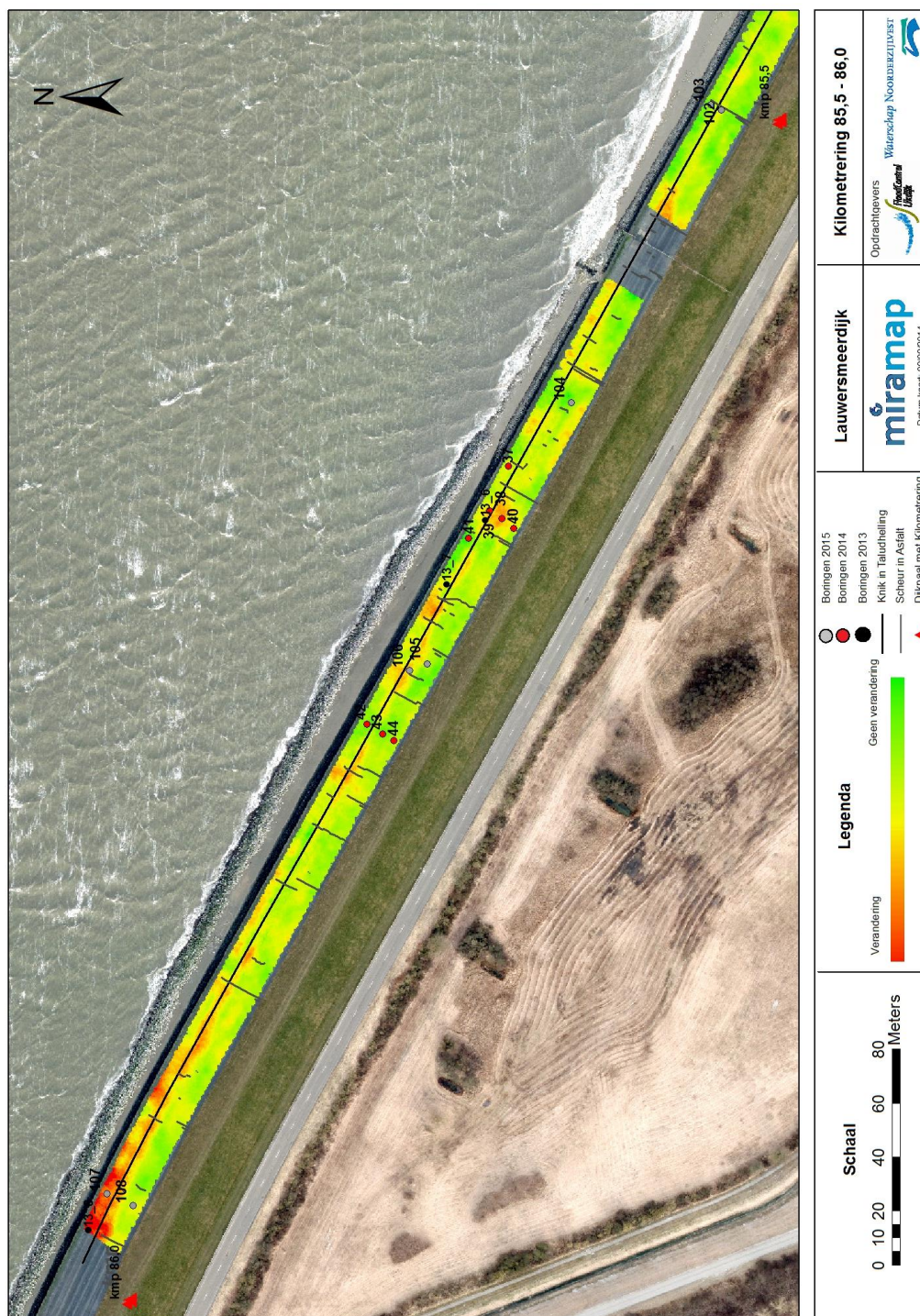
Verskilbeeld 2014 - 2013



Figuur 12 – Verskilbeeld met achteruitgang asfaltkwaliteit km 85,0-85,5 – 2014 minus 2013

Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk

Vershilbeeld 2014 - 2013



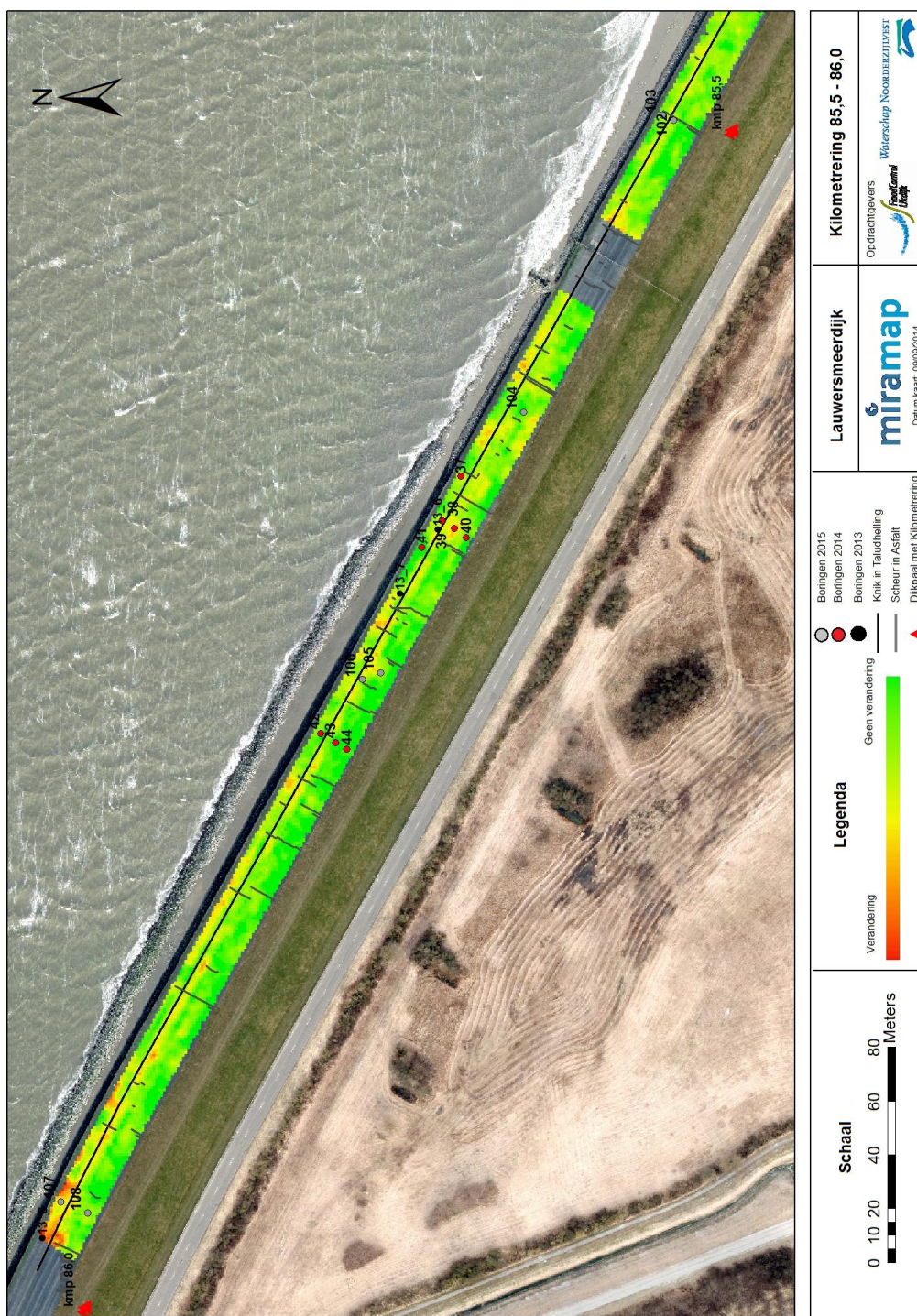
Figuur 13 – Vershilbeeld met achteruitgang asfaltkwaliteit km 85,5-86,0 – 2014 minus 2013



Pagina 23

Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk

Verschilbeeld 2015 - 2014



Figuur 15 – Verschilbeeld met achteruitgang asfaltkwaliteit km 85,5-86,0 – 2015 minus 2014

d. Sterkte van het asfalt

Naast bovenstaande verschilbeelden is de beheerder uiteraard geïnteresseerd in de sterkte van het asfalt. Uit dit onderzoek blijkt dat de MIRA metingen iets zeggen over de structuur van het asfalt, met name of er sprake is van een losliggende slijtlaag, of er holle ruimten in en/of onder het asfalt zijn en of de dichtheid van het asfalt afwijkt. Het is tot nu toe echter niet duidelijk in hoeverre deze indicatoren ook iets zeggen over de sterkte. Om hier meer duidelijkheid over te krijgen zijn de MIRA data in lengteprofiel van km 82,2 tot 86,0 vergeleken met de kans op overschrijden van de asfaltrek, die is berekend uit Val Gewicht Deflectie (VGD) metingen in 2009. De VGD methode wordt momenteel gebruikt bij het toetsen van asfaltdijkbekledingen, en wordt genoemd als dé methode om continu inzicht in de sterkte van asfaltdijkbekledingen te verkrijgen. Daarin betekent een hogere kans op overschrijden van de asfaltrek een lagere sterkte.



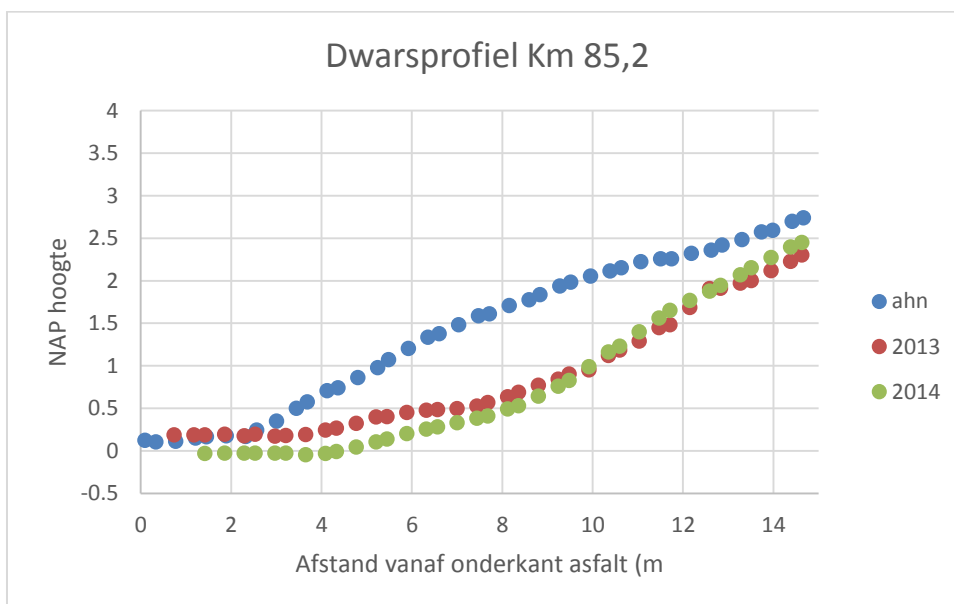
Figuur 16 – Vergelijking methoden voor sterktebepaling d.m.v. VGD en MIRA

Tussen de MIRA methode en de VGD methode is een sterke overeenkomst te zien. De overgangen tussen de zones met een hogere of lagere overschrijdingskans hebben een hoge correlatie met overgangen tussen de zones met een hoge of lage MPDI waarde van de MIRA metingen. Hieruit blijkt dat de MIRA metingen zeer waarschijnlijk kunnen worden herleid naar de sterkte van het asfalt. Nader onderzoek zou dat verder moeten uitwerken. De uitschieters naar boven in de gemeten MPDI waarden zijn de metalen schapenroosters op de dijk.

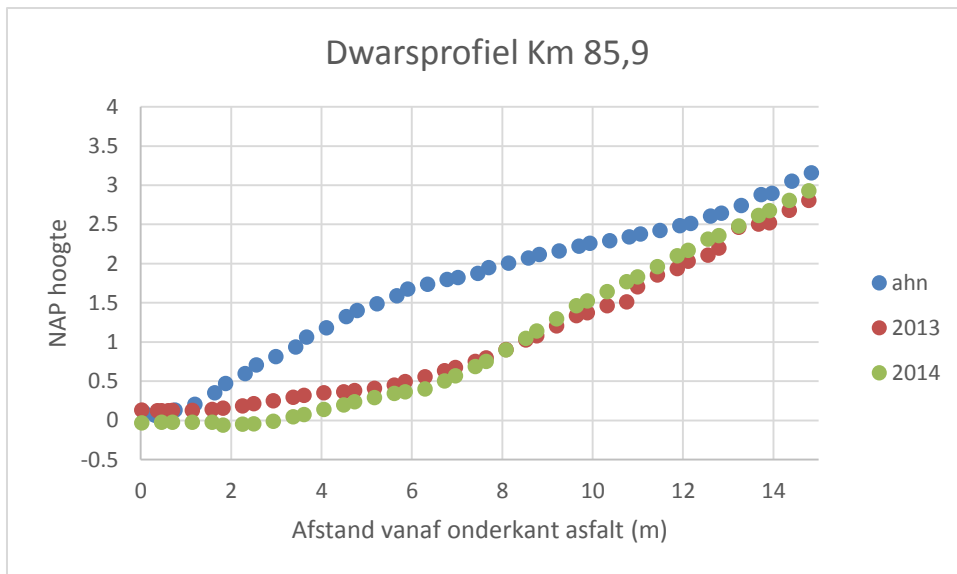
Een groot voordeel van de MIRA metingen voor sterkteberekeningen is dat de MIRA methode een gebiedsdekkende uitkomst geeft van directe puntmetingen, in tegenstelling tot de VGD methode waaruit om de 50 meter één sterktewaarde wordt berekend uit omringende metingen/zones van tientallen meters.

e. Hoogteprofielen en deformaties

In 2013 en 2014 zijn tijdens het rijden ook de exacte hoogte van de asfaltlaag bepaald met RTK-GPS. Onderstaande profielen tonen de dwarsprofielen op twee locaties, bij km 85,2 (Dwarsprofiel 3) en 85,9 (Dwarsprofiel 1). In de figuren zijn ook AHN-2 data geprojecteerd. Uit de vergelijking komt naar voren dat het onderste deel t.o.v. 2013 wat is gezakt en het bovenste deel wat is gestegen. Dat zou kunnen duiden op een deformatie bijvoorbeeld naar aanleiding van de winterstorm eind 2013, maar de meest aannemelijke reden is dat we hier de meet(on)nauwkeurigheid zien van RTK-GPS gemonteerd op een quad. Verder valt op dat beide hoogteprofielen sterk afwijken van de AHN-2 data, die volgens specificatie een hoogteprecisie zou moeten hebben van 15 cm. De verschillen met AHN-2 lopen op tot ruim 1 meter.



Figuur 17 – Vergelijking hoogteprofielen van 2014, 2013 en AHN-2 bij km 85,2



Figuur 18 – Vergelijking hoogteprofielen van 2014, 2013 en AHN-2 bij km 85,9

3.3 Dijkvak III

Situatie

Dijkvak II is het stuk van kilometer 86,0 tot 89,2 en bestaat uit waterbouw-asfaltbeton met een oppervlakbehandeling, dat als dijkbekleding op een ondergrond van zand ligt. In totaal is een lengte gescand van 3200 meter met een breedte van ongeveer 18 meter. Van het dijkvak is een situatiefoto bijgevoegd in Bijlage 1.

Metingen

De MIRA metingen zijn op 9 september 2014 uitgevoerd onder bewolkte omstandigheden. De resultaten van de MIRA waarnemingen met daarop de boorlocaties zijn in stukken van 500 meter opgenomen in Bijlage 2. Onderstaande tabel geeft de resultaten van de boringen. Foto's van de boorgaten en boorkernen met coördinaten zijn opgenomen in Bijlage 3.

Nr	Km	Ligging*	Dikte**	Dichth.***	Opp. Beh. los	Opmerking****
45	86.02	Beneden	344	2182	Ja	0-20 Losse laag, natte boorkern
46	86.02	Talud	262	2211	Nee	0-20 Dwarsscheur
47	86.02	Talud	225	2273	Nee	
48	86.02	Talud	226	2283	Nee	
49	86.10	Beneden	306	2291	Nee	Natte boorkern
50	86.10	Talud	237	2220	Nee	23 Holle ruimte
51	86.10	Talud	261	2204	Ja	0-35 Losse laag, natte boorkern
52	86.12	Talud	199	2248	Nee	
53	86.64	Beneden Talud	233	2217	Ja	0-35 Losse laag, natte boorkern
54	86.64	Weg	232	2345	Nee	18 Holle ruimte
55	86.64	Talud	212	2354	Nee	
56	86.65	Talud	203	2342	Nee	
57	87.16	Talud	245	2275	Ja	0-40 Losse laag
58	87.16	Talud	245	2241	Nee	0-33 Dwarsscheur
59	87.16	Beneden	300	2257	Nee	0-35 Dwarsscheur
60	87.79	Talud	190	2122	Ja	
61	87.79	Talud	194	2359	Ja	0-45 Losse laag, natte boorkern
62	87.79	Beneden	242	2173	Ja	18-30 Stukjes eruit Natte boorkern
63	87.79	Beneden	291	2209	Ja	0-40 Losse laag, natte boorkern
64	88.38	Talud	206	2248	Nee	
65	88.38	Talud	191	2034	Nee	0-30 Dwarsscheur
66	88.38	Beneden	392	2231	Nee	0-35 Dwarsscheur 0-25 Stukje eruit
67	88.38	Talud	197	2187	Nee	
68	88.55	Talud	218	2076	Ja	0-30 Losse laag, gras/riet
69	88.55	Talud	192	2146	Nee	
70	88.55	Talud	n/a	n/a		Losse brokken
71	88.55	Beneden	n/a	n/a		Losse brokken
72	88.80	Talud	205	2030	Nee	0-30 Dwarsscheur

*Geeft aan of de boring op het vlakke deel beneden (onder de knik) of op het hellende talud is gezet

**Dikte Boorkern van WAB en Oppervlaktebehandeling samen [mm]

***Dichtheid Totaal van WAB en Oppervlaktebehandeling samen [kg/m³]

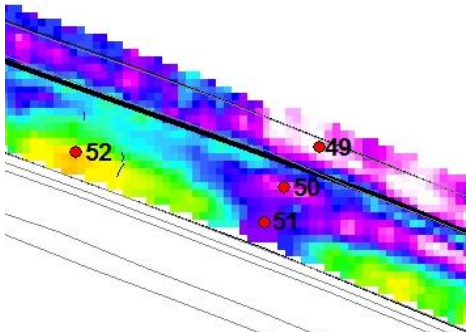
****Opmerkingen door KOAC-NPC; Holle Ruimte = Diepte van het boorgat minus Dikte Boorkern [mm]

Figuur 19 – Resultaten van de boringen Dijkvak III

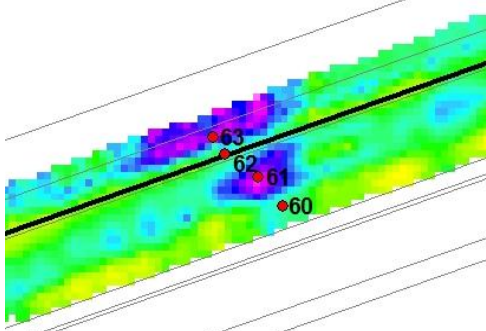
Diagnose

De MIRA metingen geven over het gehele Dijkvak III bekeken op een aantal plekken een structuur die wijst op slechter asfalt. Dat zijn:

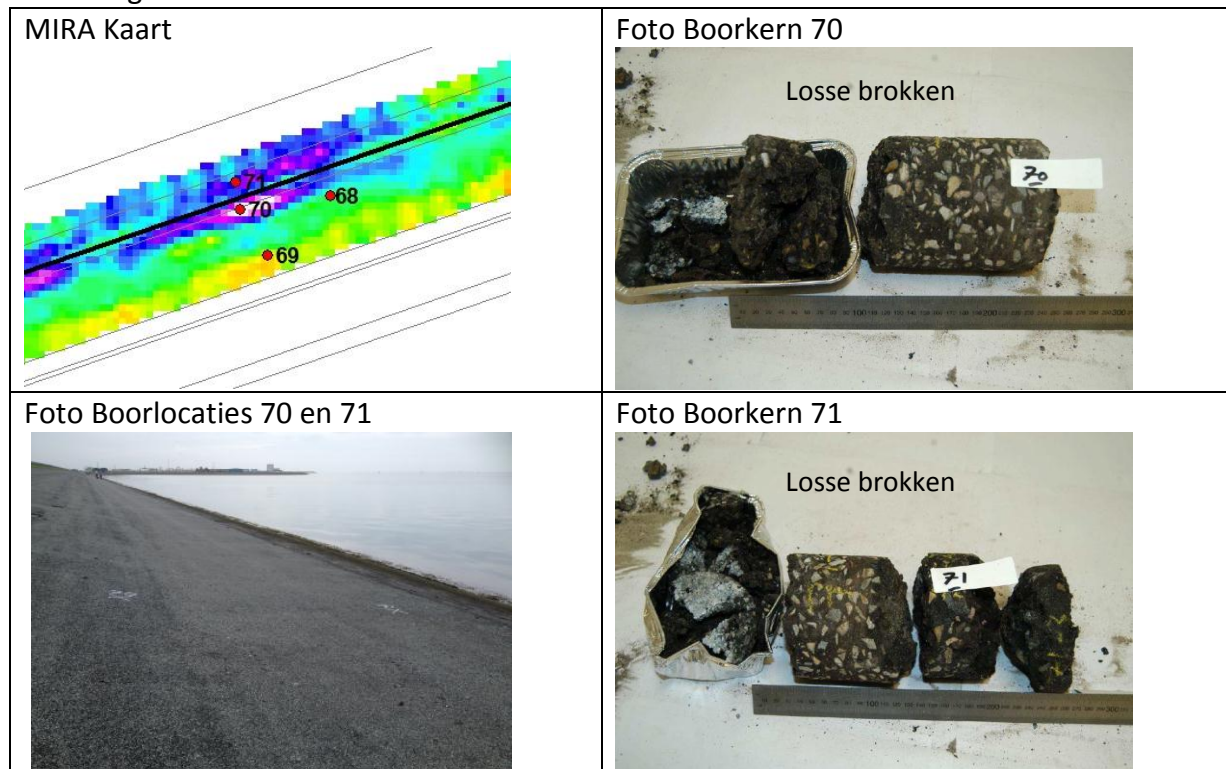
- Boringen 50 en 51

MIRA Kaart 	Foto Boorkern 50 23 Holle ruimte 
Foto Boorlocaties 50 en 51 	Foto Boorkern 51 0-35 Losse laag 

- Boringen 60 t/m 63

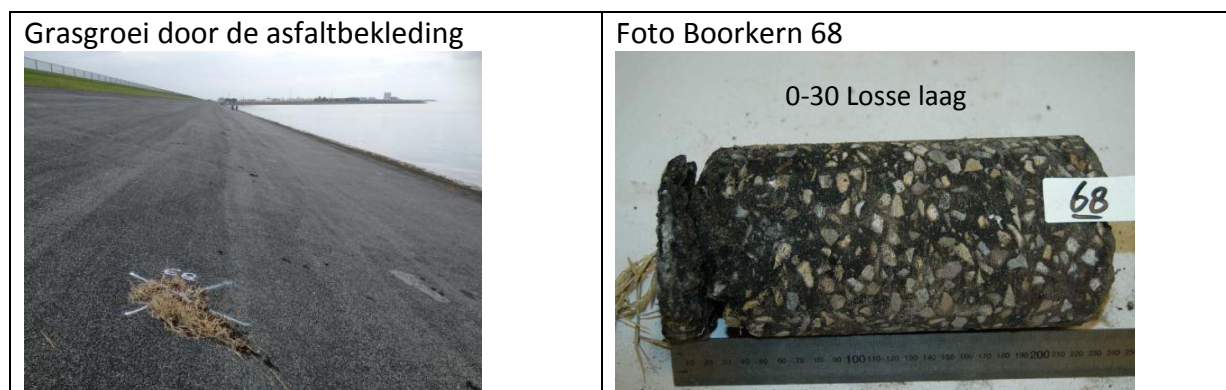
MIRA Kaart 	Foto Boorkern 61 0-45 Losse laag 
Foto Boorlocaties 60 t/m 63 	Foto Boorkern 63 0-40 Losse laag 

- Boringen 70 en 71



Overige signaleringen

Op sommige plaatsen groeit gras door het asfalt heen wat impact kan hebben op de sterkte van de huidige bekleding. Onderstaande figuur toont een dergelijke grasgroei en de bijbehorende boorkern 68.



Figuur 20 – Grasgroei door de asfaltbekleding

Op één plaats in Dijkvak III was een flinke scheur aanwezig van een paar centimeter. Deze was al door de beheerder gesignaleerd en is inmiddels gerepareerd.



Figuur 21 – Scheurvorming in Dijkvak III

4. Conclusies en Aanbevelingen

In opdracht van de Stichting FloodControl-IJkdijk en Waterschap Noorderzijlvest heeft Miramap B.V. in het kader van LiveDijk XL in september 2014 en 2015 aanvullend asfaltonderzoek uitgevoerd op de locatie Lauwersmeerdijk. In totaal is in 2014 een traject van 7 km lengte met een 18 meter brede asfaltbekleding gebiedsdekkend ingemeten en gediagnostiseerd, waarvan het traject tussen dijkpalen 85 en 86 in 2015 nogmaals is gescand. De dijkvakken zijn gescand met twee MIRA scanners, en tegelijkertijd opgenomen met een warmtebeeldcamera, een digitale camera en positiebepaling met RTK-GPS. Op basis van de resultaten van de scan zijn vervolgens samen met de beheerder ruim tachtig boorlocaties geselecteerd. Op deze plaatsen zijn asfaltkernen geboord.

MIRA geeft dekkend overzicht om gericht te boren

Structuurmetingen met de MIRA scanners geven een gebiedsdekkend beeld van de kwaliteit van het asfalt. Dit beeld beslaat het volledige dijktraject over de volle breedte van de asfaltbekleding. Omdat de metingen zijn gecombineerd met RTK-GPS is de positie ervan op enkele centimeters nauwkeurig weergegeven. Plekken met een indicatie 'slechte asfaltkwaliteit' zijn met het blote oog (visuele inspectie) niet altijd waarneembaar. De kans dat dergelijke plekken exact aan het licht komen met een puntmeting (bijvoorbeeld Val Gewicht Deflectie) of een willekeurige boring is minimaal. Op basis van het verkregen gedetailleerde, gebiedsdekkende, en nauwkeurige beeld worden vervolgens zeer gericht boorlocaties geselecteerd. De boringen op de geselecteerde locaties geven vervolgens gedetailleerd uitsluitsel over wat de oorzaak is van de slechte asfaltkwaliteit op die plek (holle ruimte, losliggende slijtlaag of afwijkende dichtheid).

Asfaltkwaliteit Lauwersmeerdijk

De structuurmetingen met de MIRA scanners geven aan dat over de gehele Lauwersmeerdijk op diverse plaatsen sprake is van een slechte asfaltkwaliteit. Gericht geplaatste boringen bevestigen dit beeld, en geven nadere informatie over de oorzaak van de slechte kwaliteit. Slechte asfaltkwaliteit concentreert zich met name rondom km82,3, km84,4, km85,3, km86,1 en km88,5. Voor dijkvak II (km85-km86) zijn de metingen uit 2014 vergeleken met de metingen uit 2013, en die van 2015 met 2014. De beheerder heeft het idee dat de asfaltkwaliteit de laatste tijd snel slechter is geworden. Dit beeld wordt bevestigd met de data. Vanaf 2013 is de asfaltkwaliteit achteruit gegaan met name rond km85,3 en op enkele plekken vanaf km85,7 tot km86,0.

Indicatie voor de sterkte van het asfalt

Behalve in asfaltkwaliteit en achteruitgang van asfaltkwaliteit is de beheerder geïnteresseerd in de sterkte van het asfalt. Om meer duidelijkheid te krijgen over de mate waarin MIRA metingen een indicatie zijn voor de sterkte van het asfalt is de data over een lengte van 3,8 km vergeleken met sterkteberekeningen uit Val Gewicht Deflectie (VGD) metingen uit 2009. Tussen de MIRA metingen en de sterkteberekeningen is een sterke overeenkomst te zien. Hieruit kan de voorzichtige conclusie getrokken worden dat MIRA metingen inderdaad een indicatie geven van de sterkte van het asfalt. Nader onderzoek wordt hier aanbevolen.

Data-validatie

Miramap heeft in dit project de MIRA meetmethode kunnen valideren en verder kunnen ontwikkelen, onder meer door projectpartner Witteveen en Bos mee te laten kijken met de metingen, data-uitwerking en data-analyse. Binnen het project heeft Witteveen en Bos een tweetal adviezen uitgebracht aan Miramap. Ten eerste een advies over het inrichten van de meetmethodiek en ten tweede een analyse en advies over de dataverwerking. De data van de asfaltmetingen is uitgebreid geanalyseerd om een beeld te krijgen van de betrouwbaarheid van de data en de meetmethode. Zo is de meetmethode gestandaardiseerd en zijn de optimale condities voor een meting bepaald (m.b.t. meteorologische condities, getij, rijsnelheid, rijrichting, sensorconfiguratie, stroomvoorziening, boringen etc.). Ook is n.a.v. het advies van W+B een methode ontwikkeld voor het correct vergelijken van datasets van opeenvolgende jaren. Daarnaast geeft Witteveen + Bos terecht aan dat de met MIRA gemeten parameters (stralingstemperatuur en MPDI) voor waterbouwkundigen onbekende parameters zijn. W+B adviseert om deze parameters aan een waterbouwkundige grootheid te relateren.

Relatie met asfaltsterkte

Uit dit onderzoek blijkt dat de MIRA parameters (stralingstemperatuur en MPDI) een maat zijn voor de structuur van het asfalt, met name of er sprake is van een losliggende slijtlaag, of er holle ruimten in en/of onder het asfalt zijn en of de dichtheid van het asfalt afwijkt. Om duidelijkheid te krijgen in hoeverre deze parameters te relateren zijn aan de asfaltsterkte zijn de MIRA data vergeleken met de kans op overschrijden van de asfaltrek, die is berekend uit eerdere Val Gewicht Deflectie (VGD) metingen. Hieruit blijkt dat de MIRA metingen zeer waarschijnlijk kunnen worden herleid naar de sterkte van het asfalt. Nader onderzoek zou dat verder moeten uitwerken. Een groot voordeel van de MIRA metingen voor sterkteberekeningen is dat de MIRA methode een gebiedsdekkende uitkomst geeft van directe puntmetingen, in tegenstelling tot de VGD methode waaruit om de 50 meter één sterkte waarde wordt berekend uit omringende zones van honderden meters.

Wat heeft het project opgeleverd voor de beheerder

De beheerder heeft op een drietal momenten (2013, 2014, 2015) inzicht gekregen in de staat en sterkte van het asfalt, de locatie van kwalitatief zwakke plekken, alsmede de mate van achteruitgang van de asfaltbekleding tussen 2013 en 2015. Deze informatie biedt de beheerder de mogelijkheid om een prioritering aan te brengen bij zowel het (jaarlijkse) beheersplan als bij het plan voor dijkverbetering.

Aanbevelingen

De veiligheidsketen bestaat uit de stappen (1) Toetsen, (2) Ontwerpen, (3) Realiseren en (4) Beheer en onderhoud. Binnen dit project LivedijkXL Lauwersmeer is de MIRA technologie ingezet om een gedetailleerd inzicht in de kwaliteit van de asfaltbekleding van afgekeurde dijkvakken te verkrijgen, en de mate, locatie en tijdstip van mogelijke achteruitgang van zwakke plekken voor de beheerder in beeld te brengen. De beheerder gebruikt deze informatie als input voor het beheersplan en eventueel al input voor (gehele of gedeeltelijke) reconstructie van de bekleding. Met andere woorden, de technologie is in dit project ingezet in de stap *beheer en onderhoud*.

De aanbeveling is om te onderzoeken of de MIRA technologie kan worden ingezet in één of meerdere van de andere stappen in het dijkverbeteringstraject. Een veelbelovende toepassing zou kunnen zijn het inzetten van de methode MIRA bij de *toetsing* van dijkvakken, zowel de ‘continue toetsing’ als de vierde toetsing conform WTI 2017 (Waterwet). In het project is gebleken dat met de methode MIRA de kwaliteit en daarmee de sterkte van de asfaltdijkbekleding goed in beeld gebracht kan worden. Opname van de methode MIRA als toetsingsinstrument in het WTI 2017 zou daarom een logische stap zijn. Momenteel zijn in het WTI (versie 2011) alleen toetsing op basis van een visuele inspectie, aangevuld met Val Gewicht Deflectie opgenomen als instrumentarium voor het toetsen van asfaltdijkbekledingen. Hiermee wordt echter geen compleet (vlakdekkend) beeld verkregen. De toetsing op basis van VGD is gebaseerd op puntmetingen om de 50 meter op het middentalud van de dijk, op basis waarvan via een model een dijkbekleding in delen van enkele kilometers wordt goed- of afgekeurd. Het is niet onwaarschijnlijk dat binnen een dergelijk groot dijkvak voor toetsing meerdere kleine plekken ten onrechte worden goed- of afgekeurd. Een vergelijking met de VGD methode leert dat MIRA mogelijk geschikt is voor niet-destructieve, vlakdekkende sterktebepaling van het asfalt.

Een tweede veelbelovende toepassing zou kunnen zijn het inzetten van de methode MIRA bij het ontwerpen en realiseren van dijkverbeteringstrajecten. Zo is het bij een ontwerp interessant te weten hoe de dijk er precies bij ligt, om later bij de uitvoering niet voor verrassingen te komen staan. Bijvoorbeeld wanneer het ontwerp is om bestaande bekleding te overlagen, is inzicht in holle ruimte onder of in de huidige bekleding belangrijk. Bij diverse andere projecten is de methode al op deze manier ingezet. Daarnaast kan na de realisatie en aanleg van nieuwe bekleding het werk van de aannemer gecontroleerd worden met de methode MIRA. Hierbij is het zaak dat de methode wordt opgenomen in een inspectieprotocol.

#

Bijlage 1: Situatiefoto's van de Dijkvakken

Dijkvak I

Foto nabij Dijkpaal 82,5



Dijkvak II

Foto nabij Dijkpaal 86,0 (de gele buis is van StabiAlert).



Dijkvak III

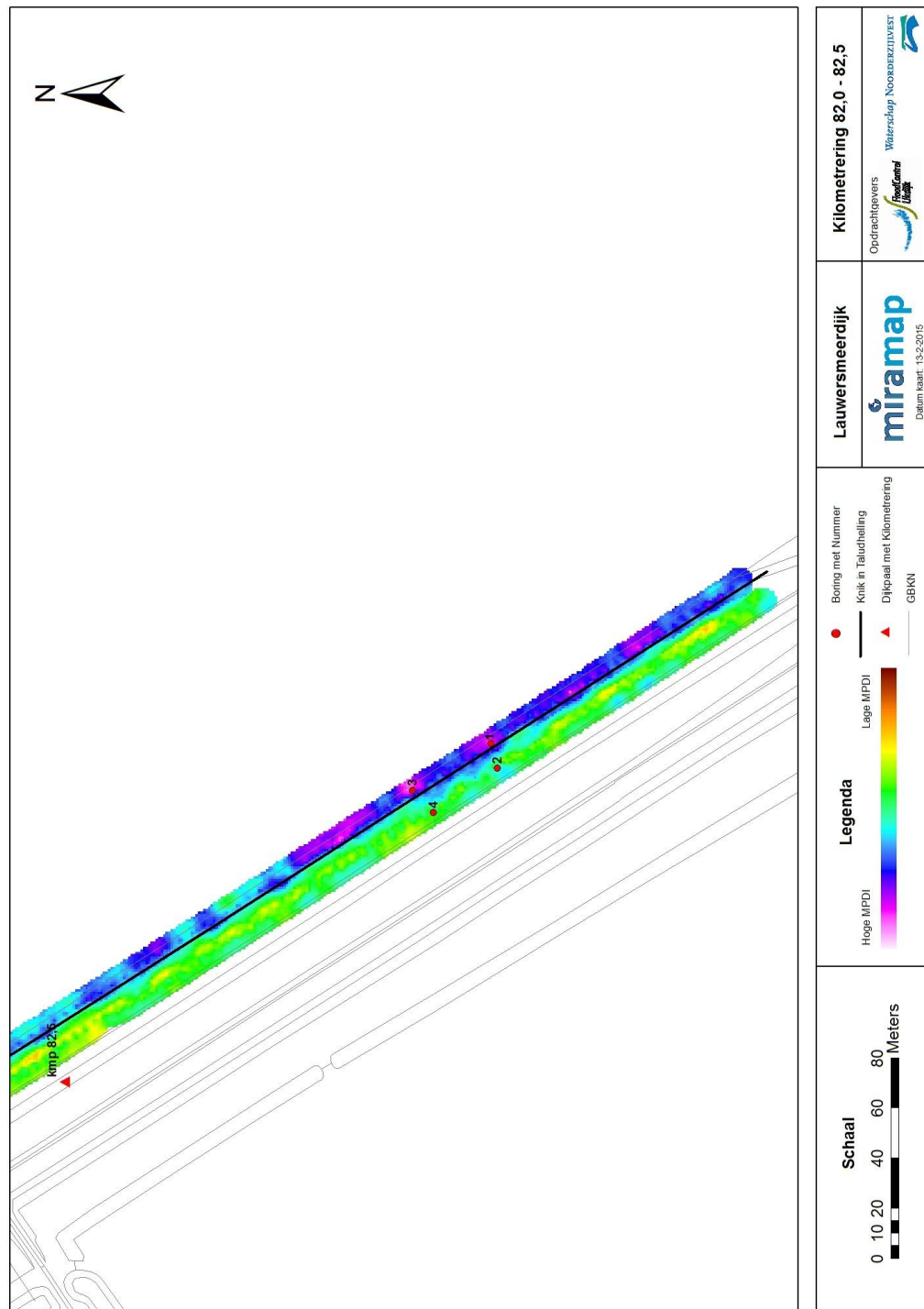
Foto nabij Dijkpaal 89,0 richting Lauwersoog



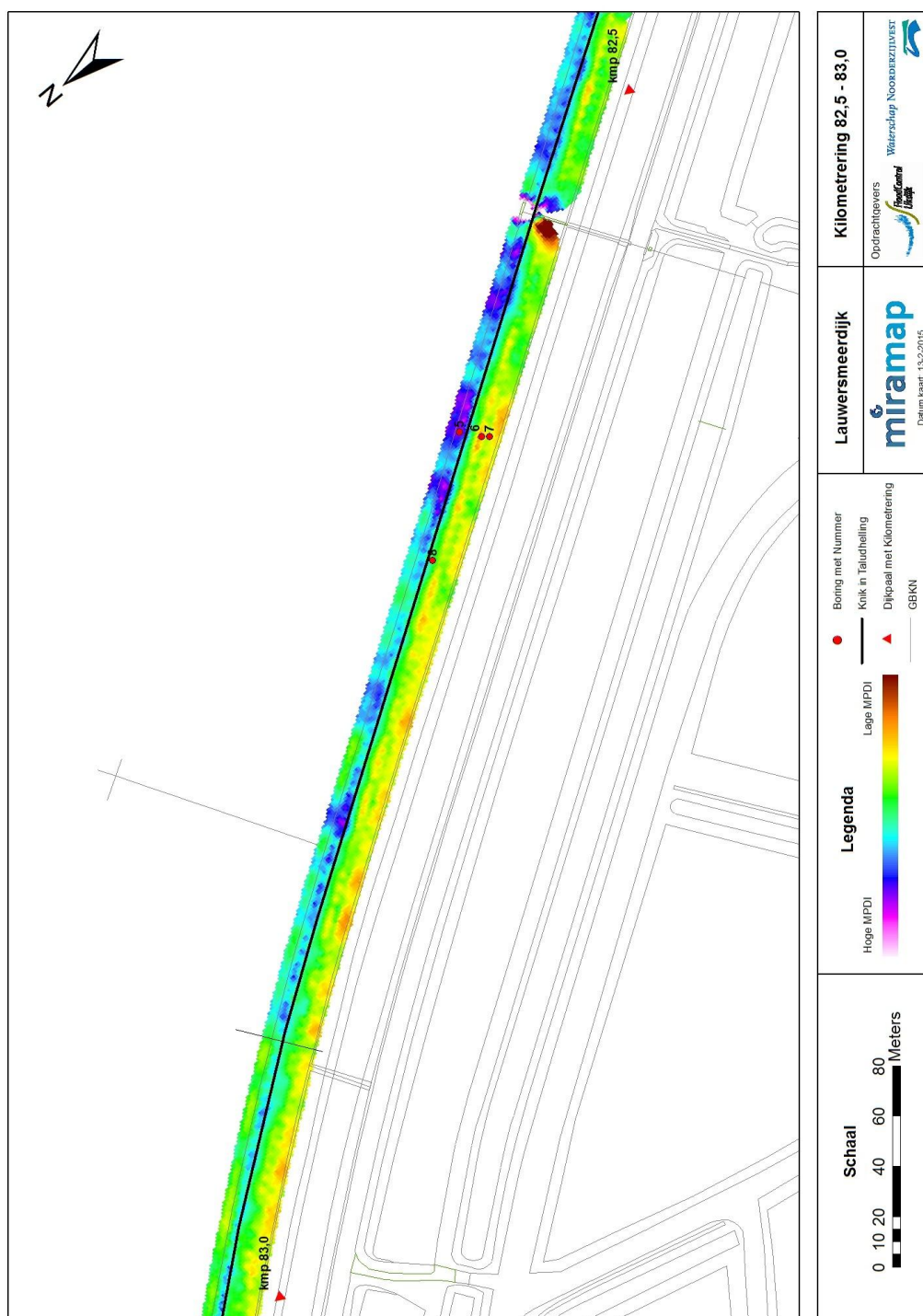
Bijlage 2: Resultaten MIRA Waarnemingen

Dijkvak I (2014)

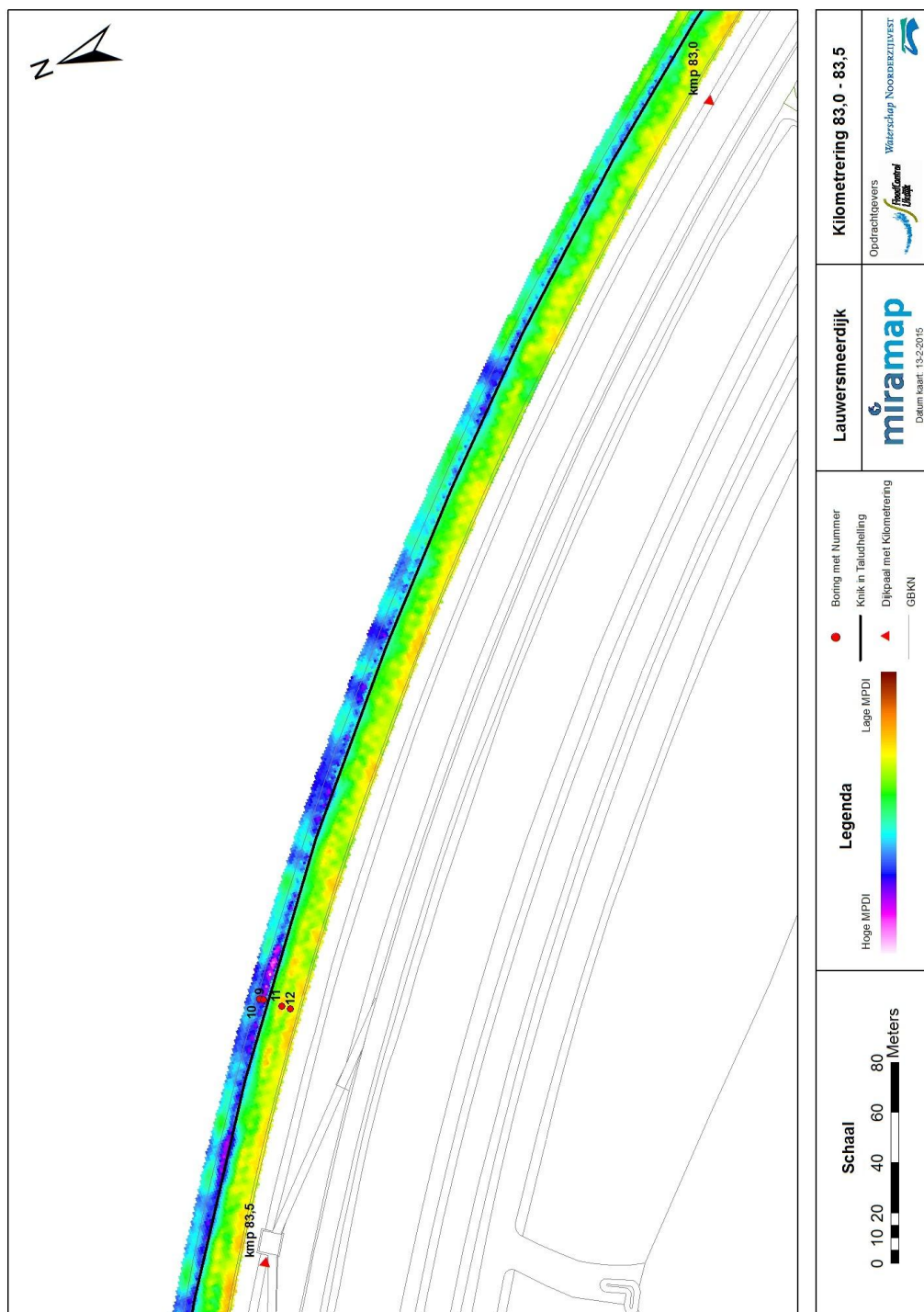
Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk



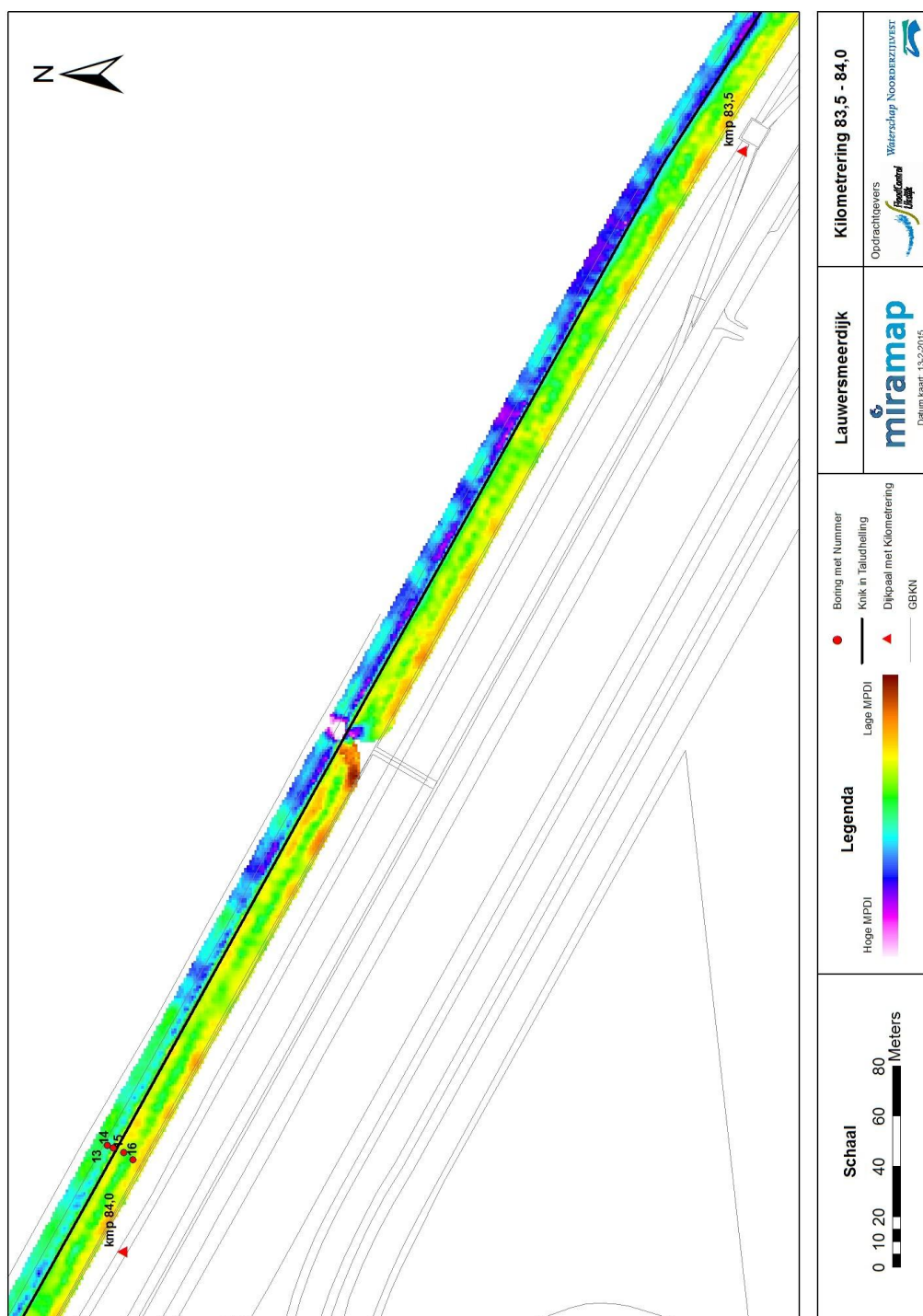
Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk



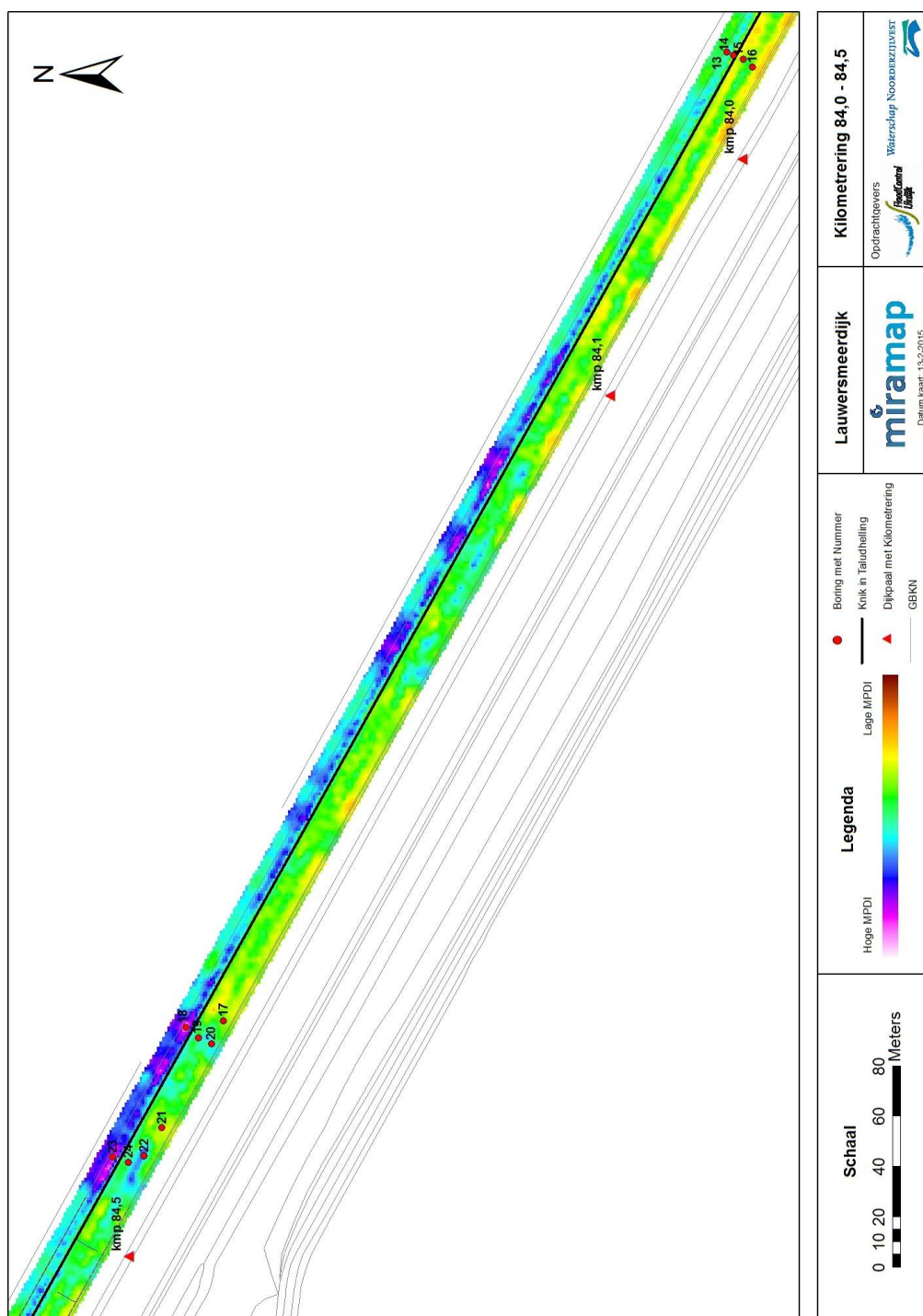
Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk



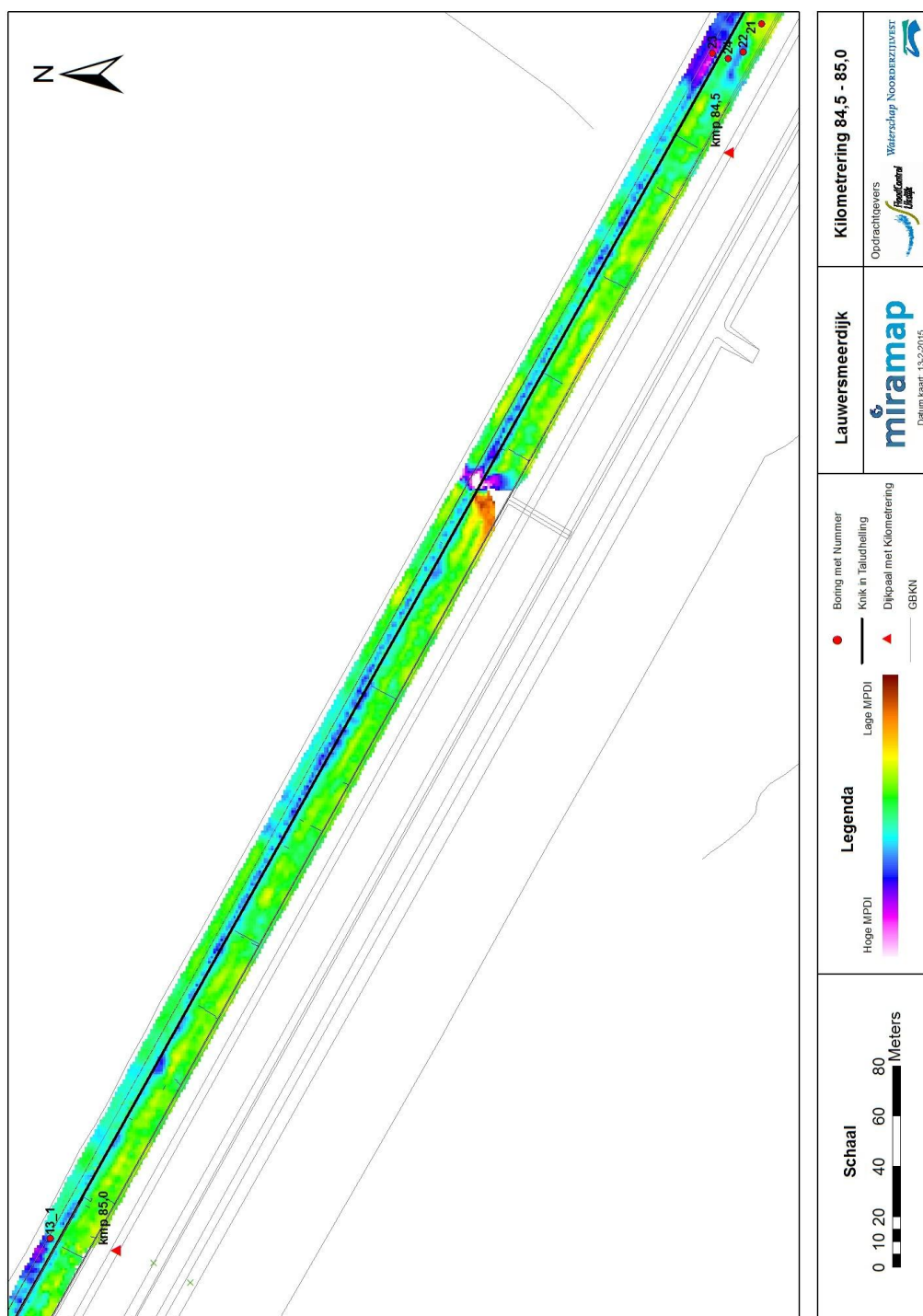
Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk



Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk

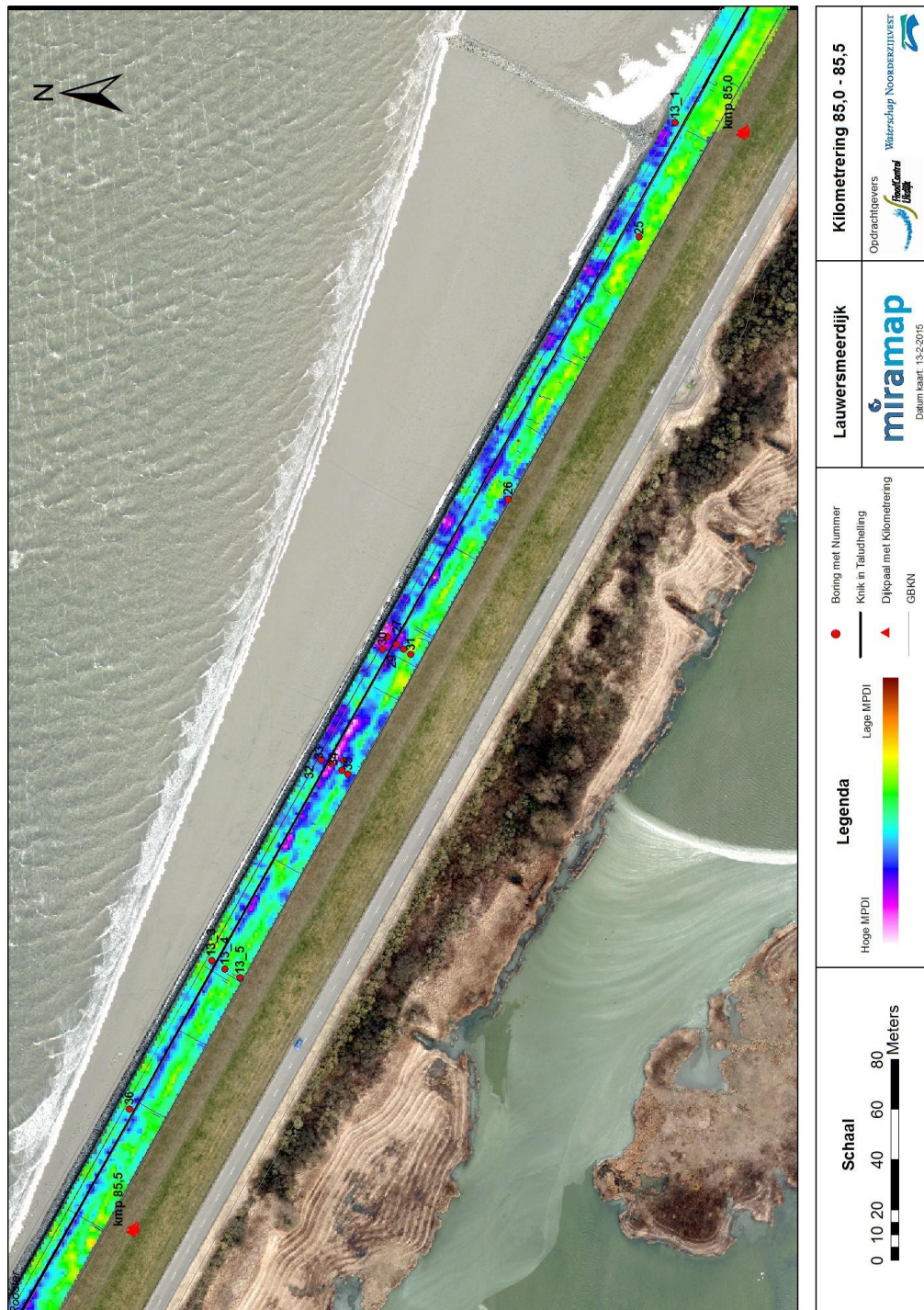


Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk

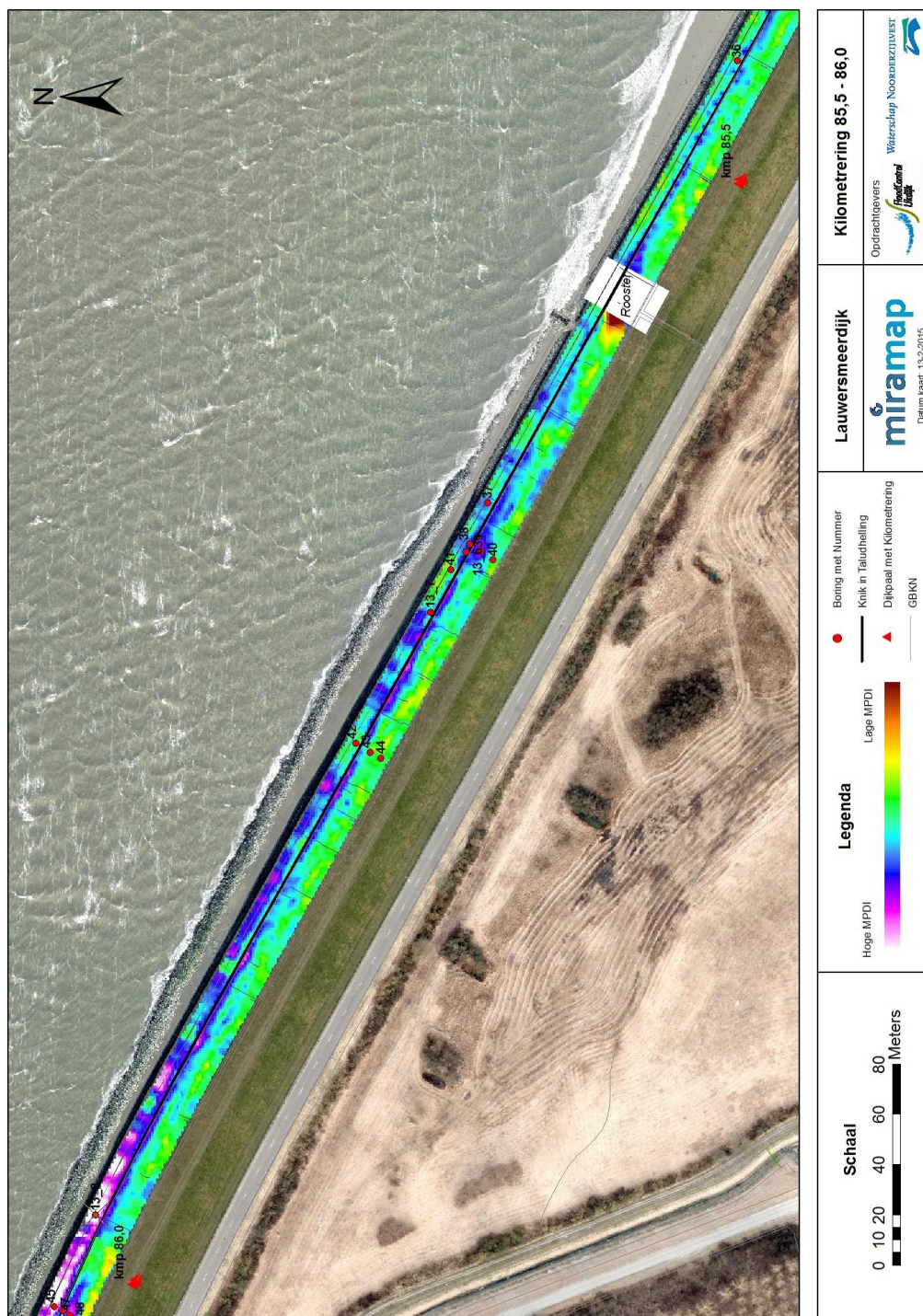


Dijkvak II (2014 en 2015)

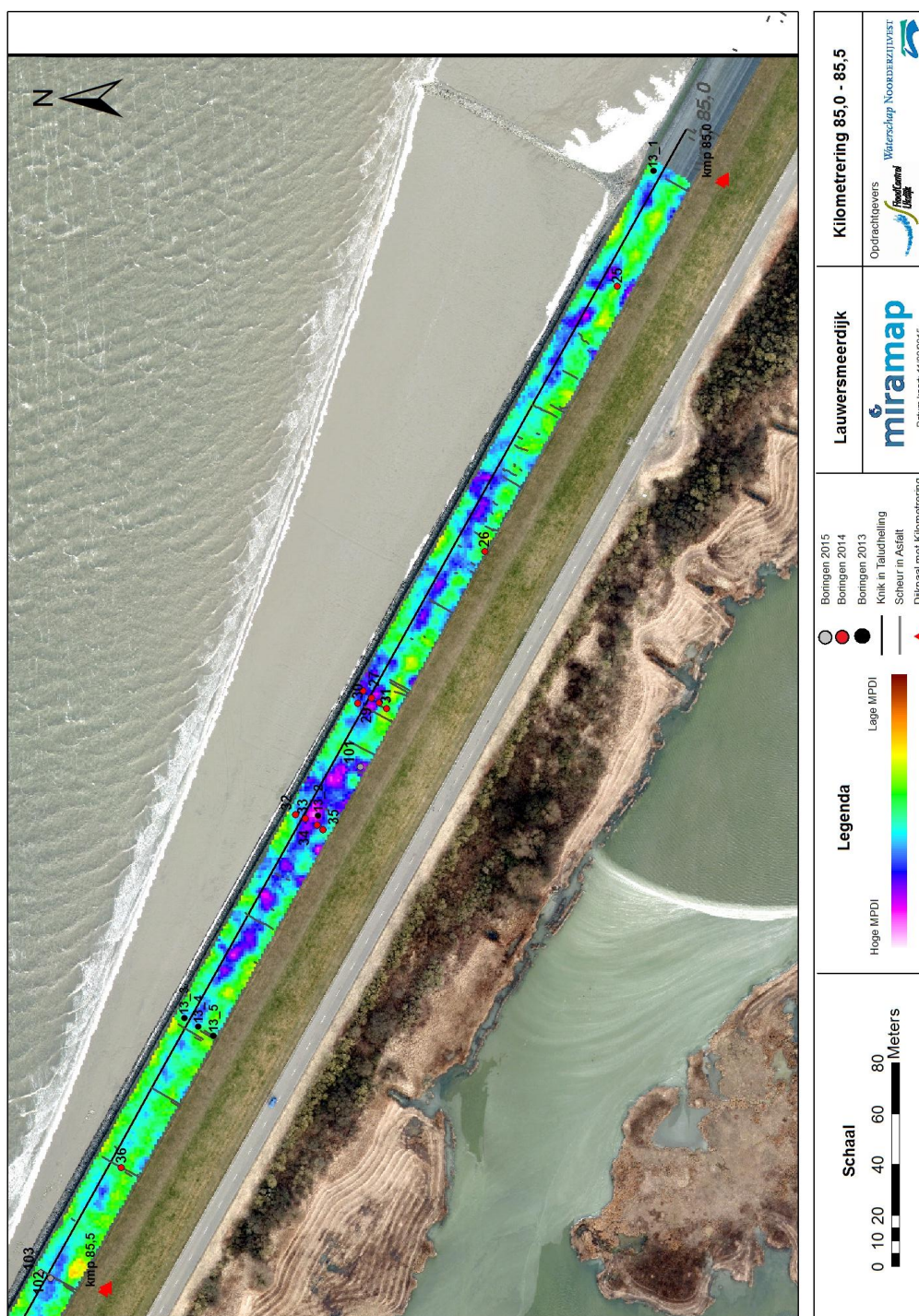
Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk 2014



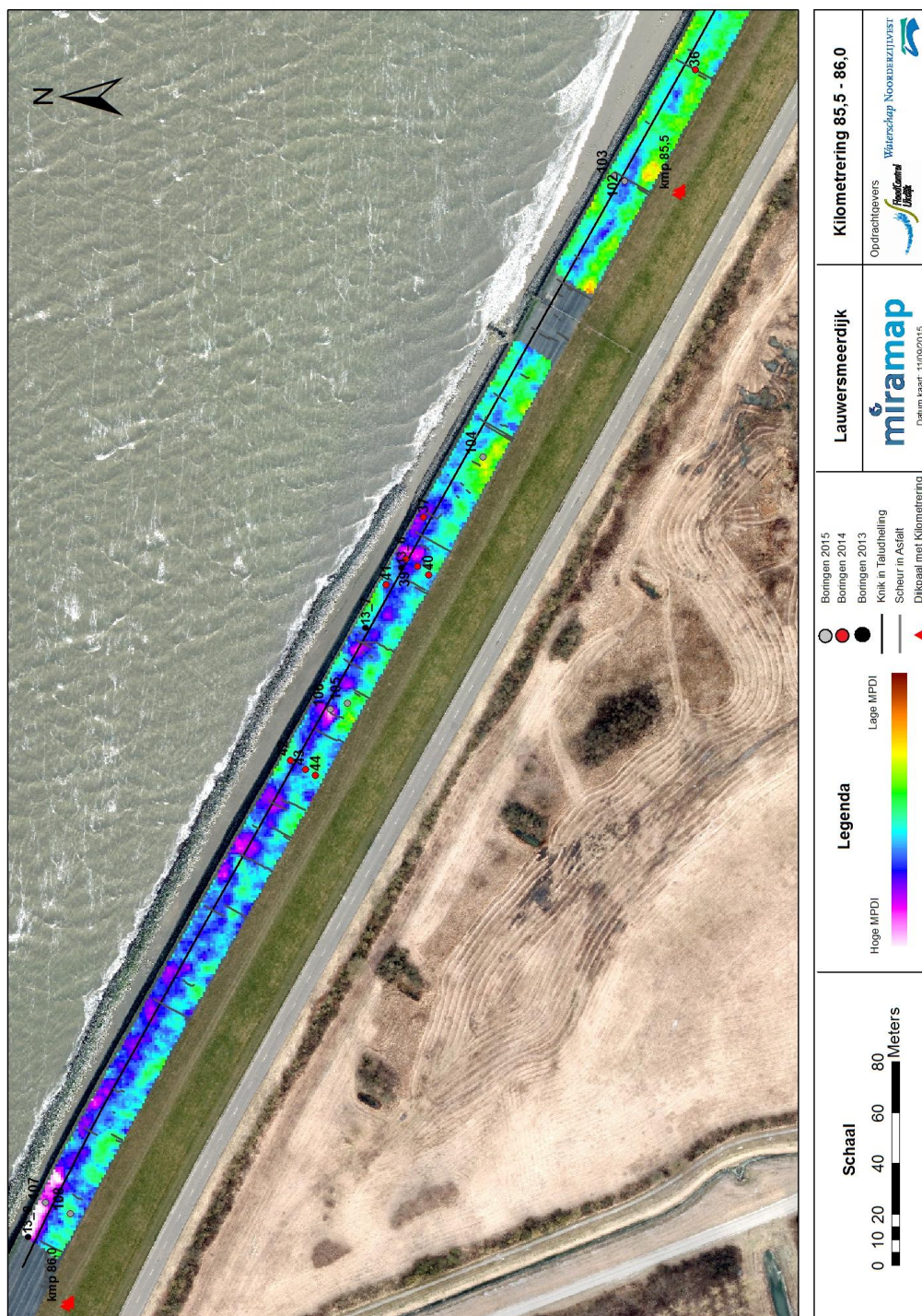
Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk 2014



Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk 2015

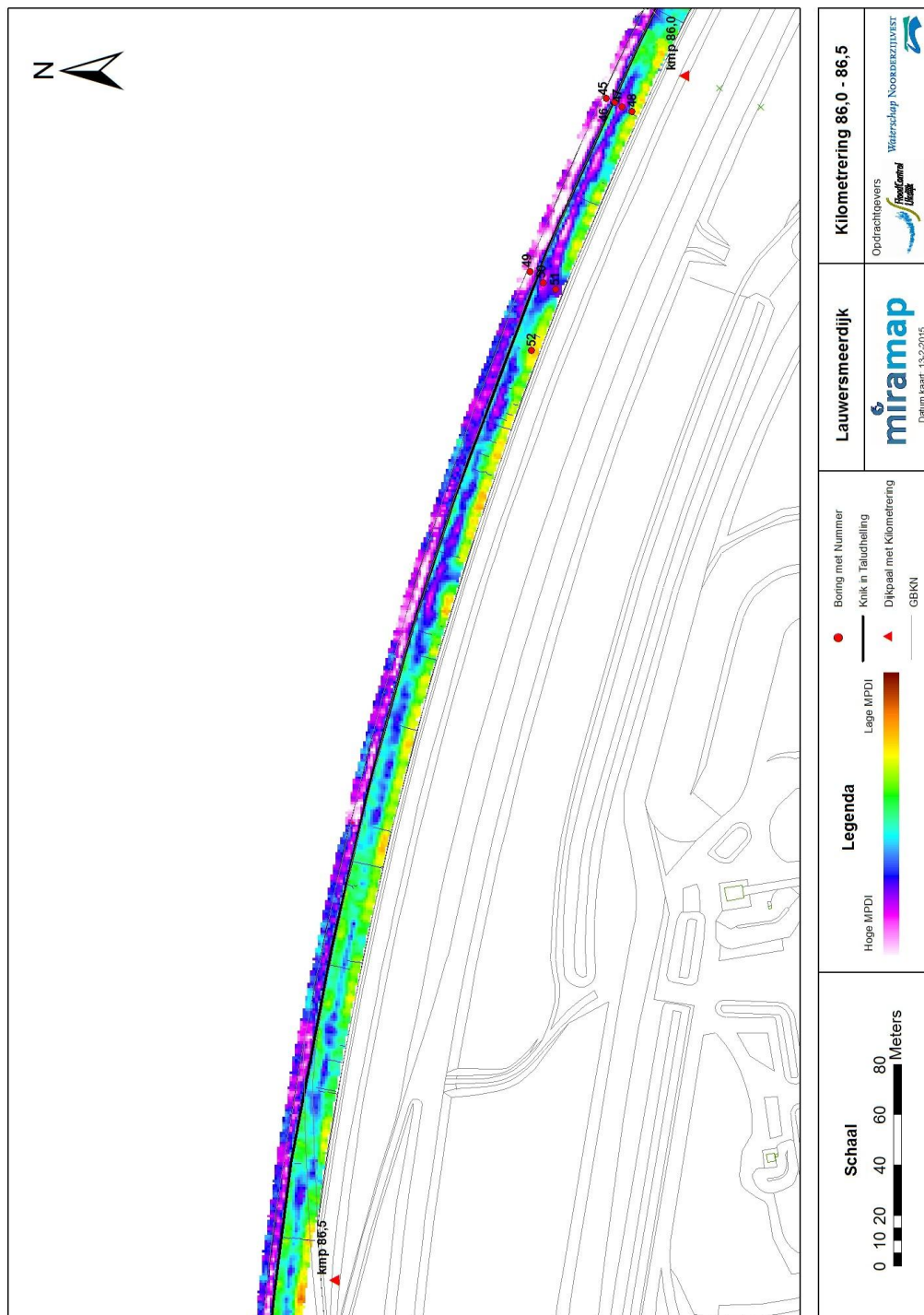


Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk 2015

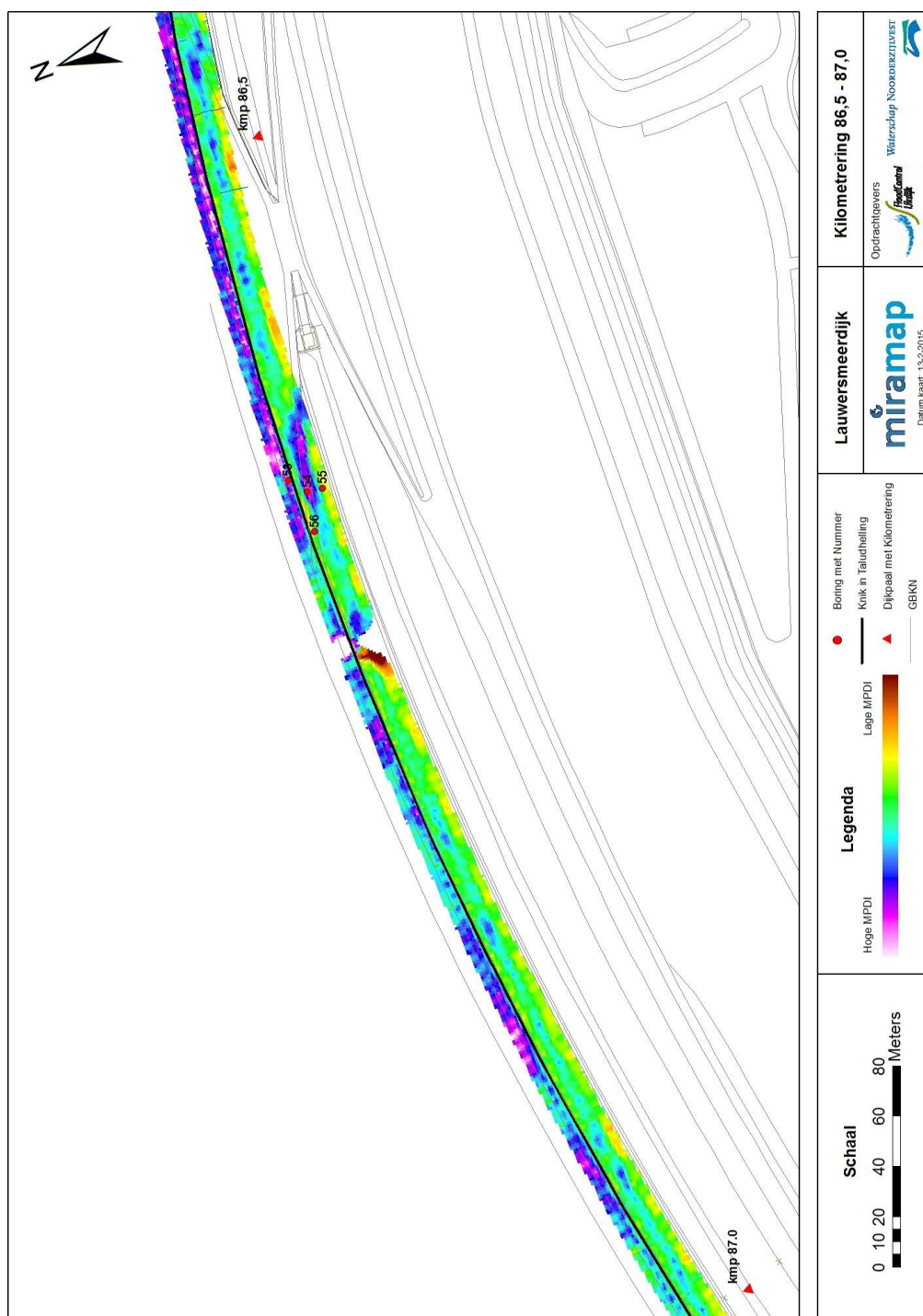


Dijkvak III (2014)

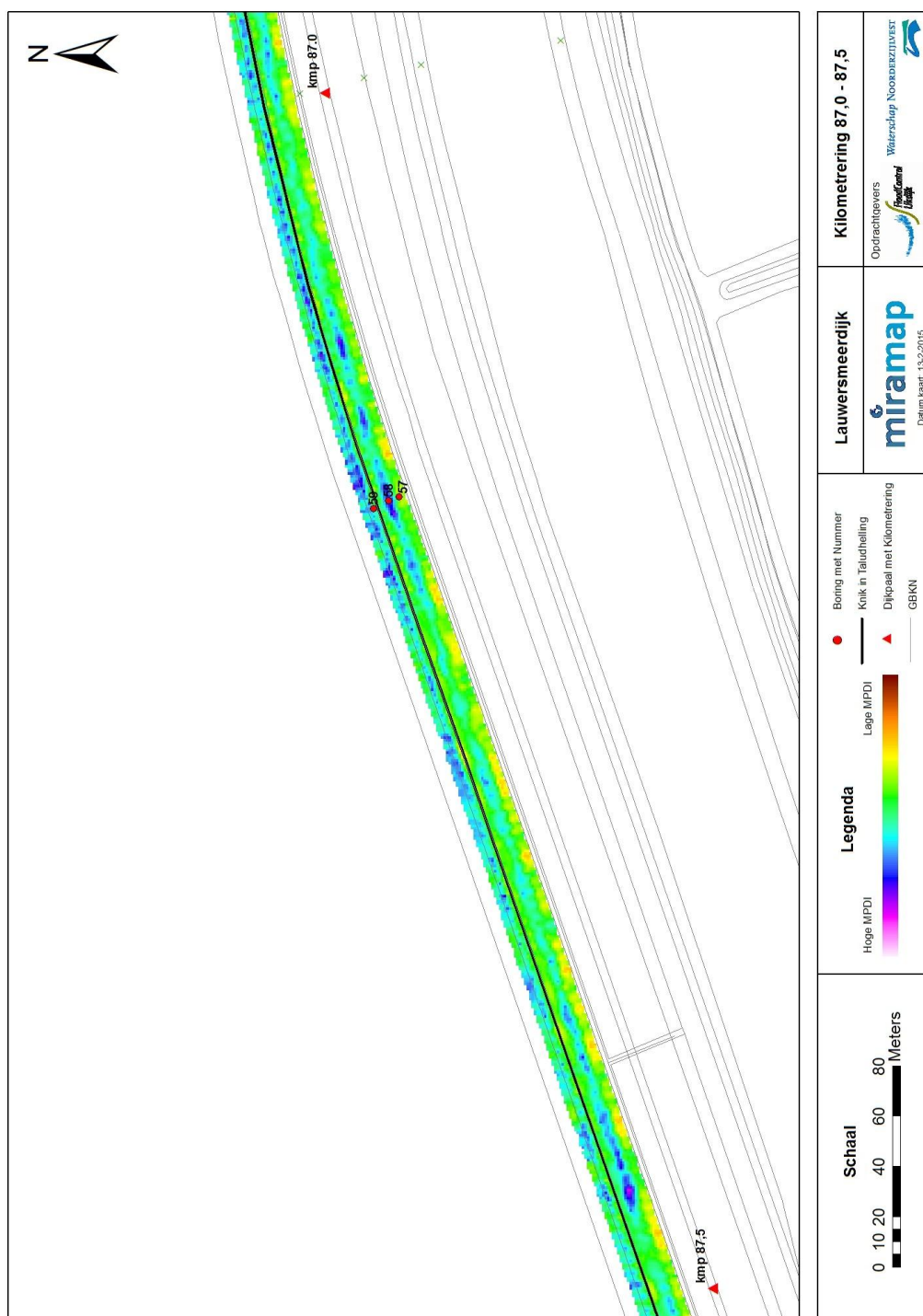
Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk



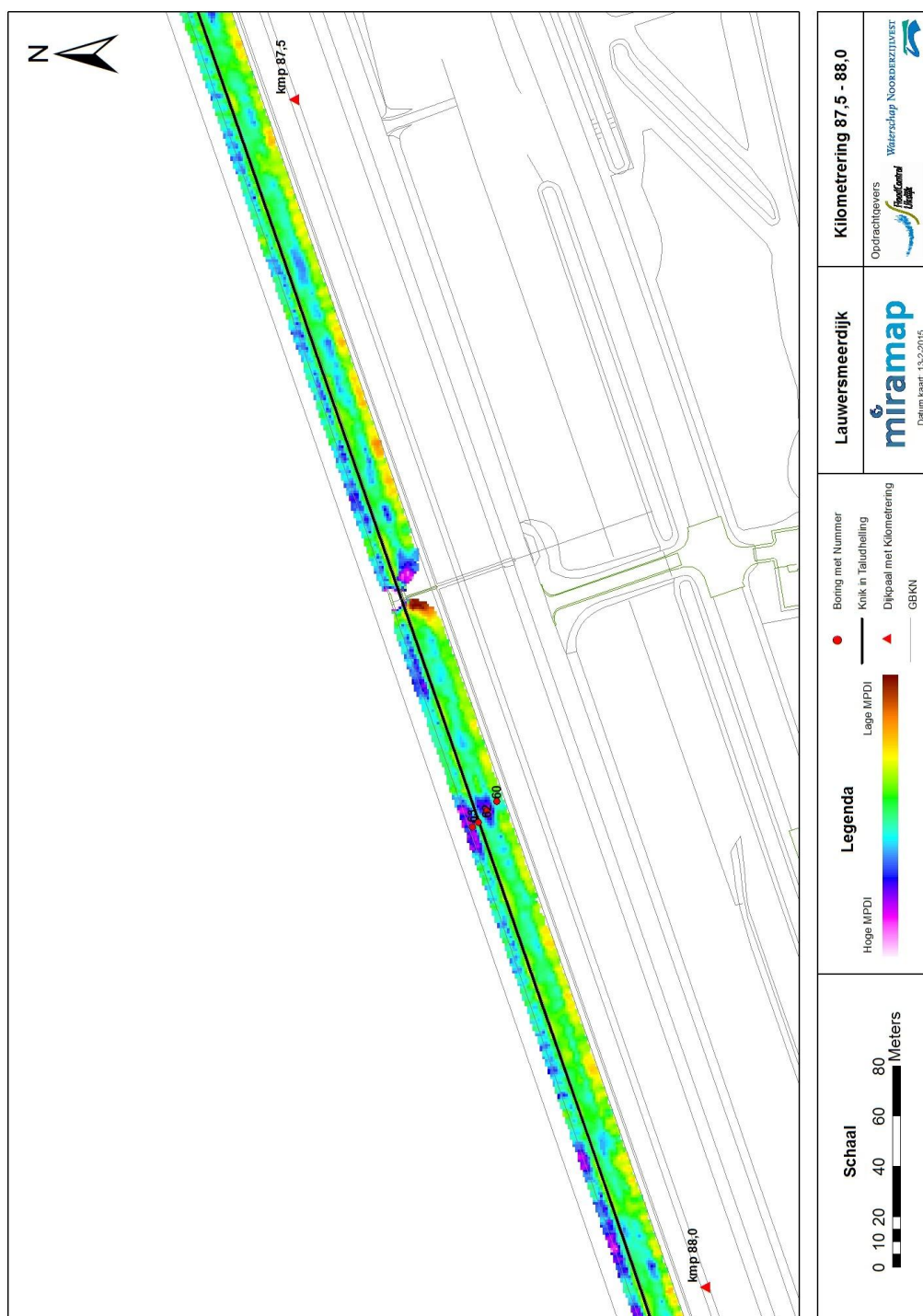
Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk



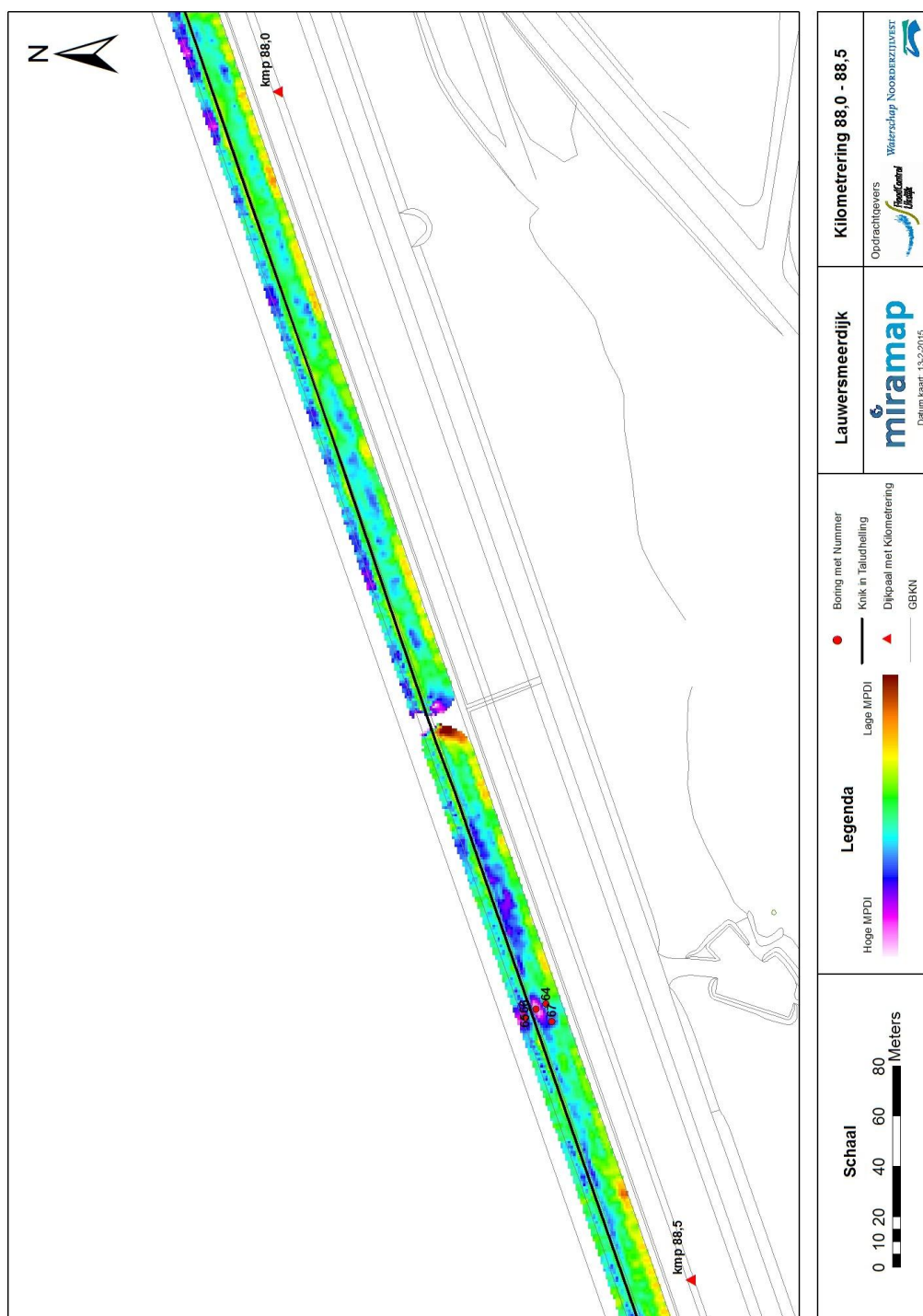
Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk



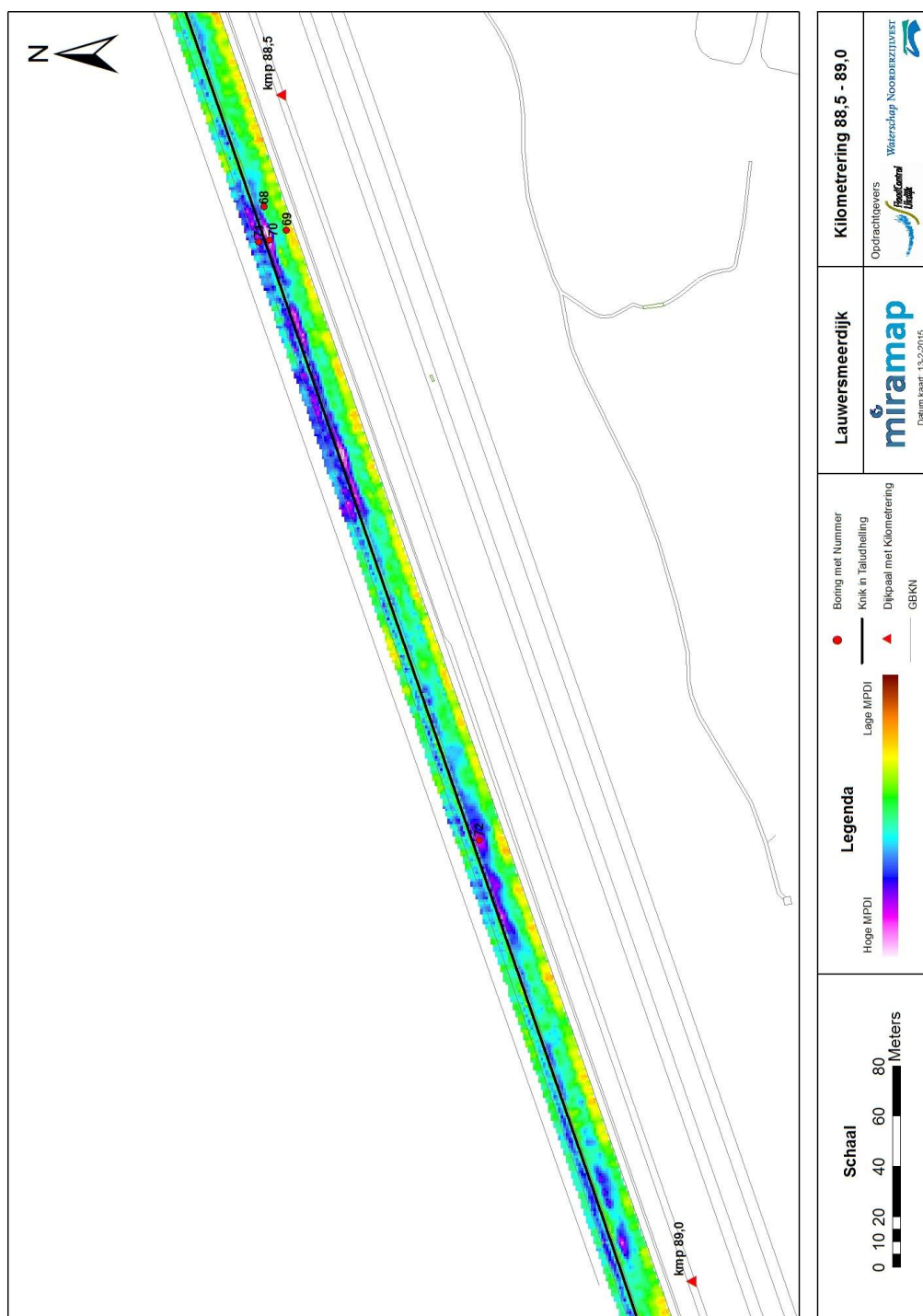
Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk



Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk

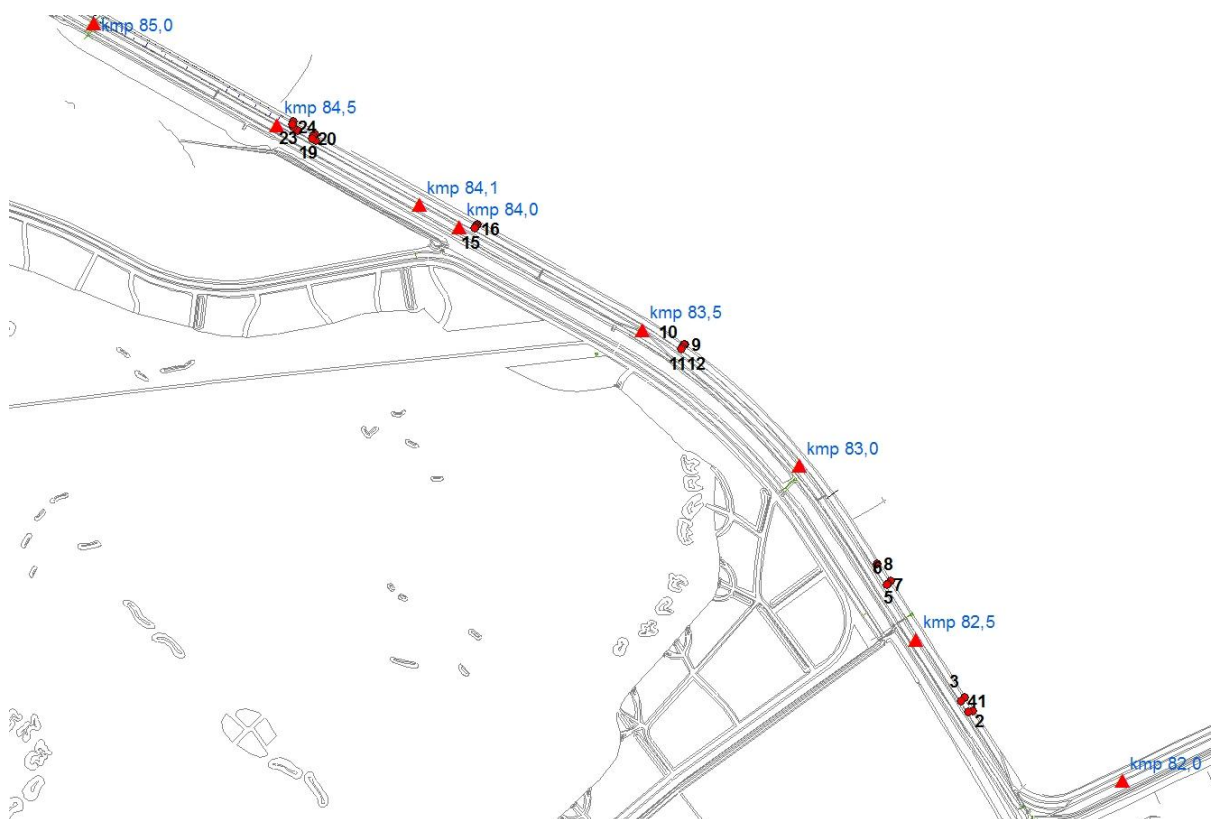


Onderzoek Asfalt Dijkbekleding Lauwersmeerdijk



Bijlage 3: Foto's van de Boorkernen

Dijkvak I



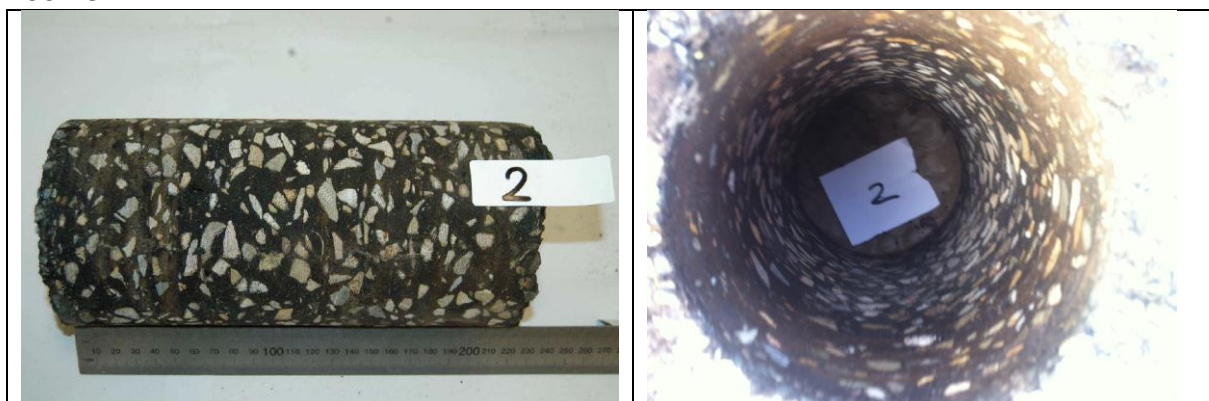
Coördinaten

1,216004.895,601283.465	13,214821.399,602444.606
2,215995.029,601280.783	14,214820.271,602442.068
3,215986.121,601314.501	15,214818.579,602438.119
4,215977.308,601306.263	16,214815.617,602434.453
5,215808.880,601591.843	17,214436.245,602644.770
6,215801.877,601586.083	18,214433.617,602659.589
7,215799.844,601583.937	19,214429.414,602654.754
8,215776.704,601632.936	20,214426.996,602649.604
9,215316.697,602157.890	21,214393.610,602669.237
10,215315.681,602156.467	22,214382.411,602676.355
11,215310.801,602150.570	23,214381.888,602688.705
12,215308.666,602147.622	24,214379.899,602682.530

Boorkern 1



Boorkern 2



Boorkern 3



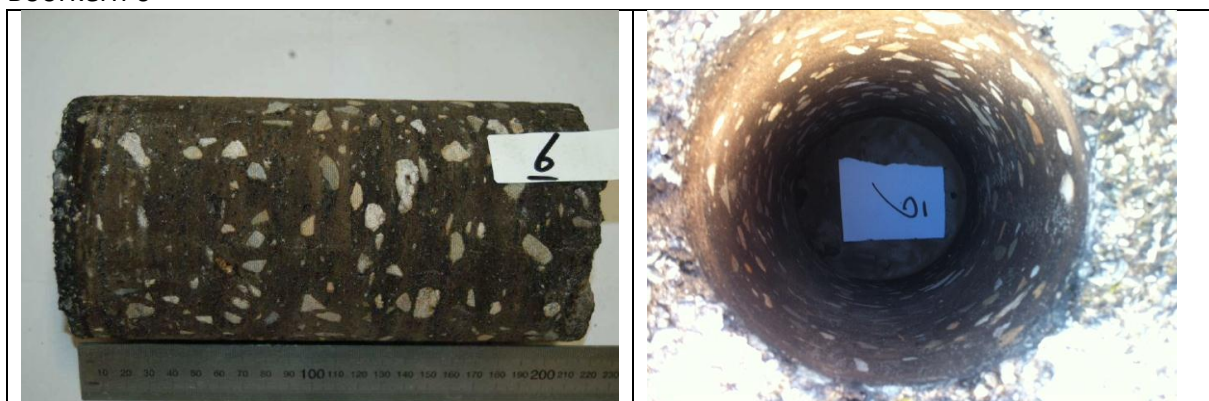
Boorkern 4



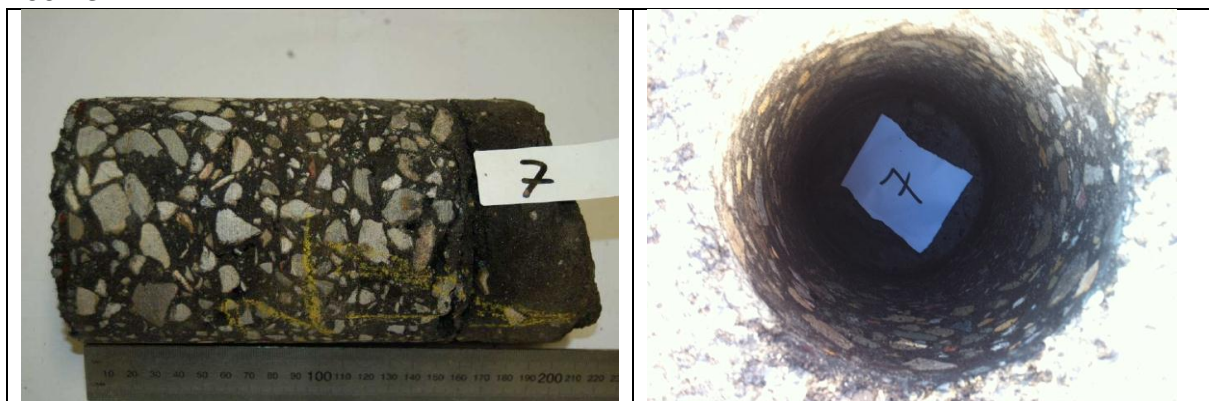
Boorkern 5



Boorkern 6



Boorkern 7



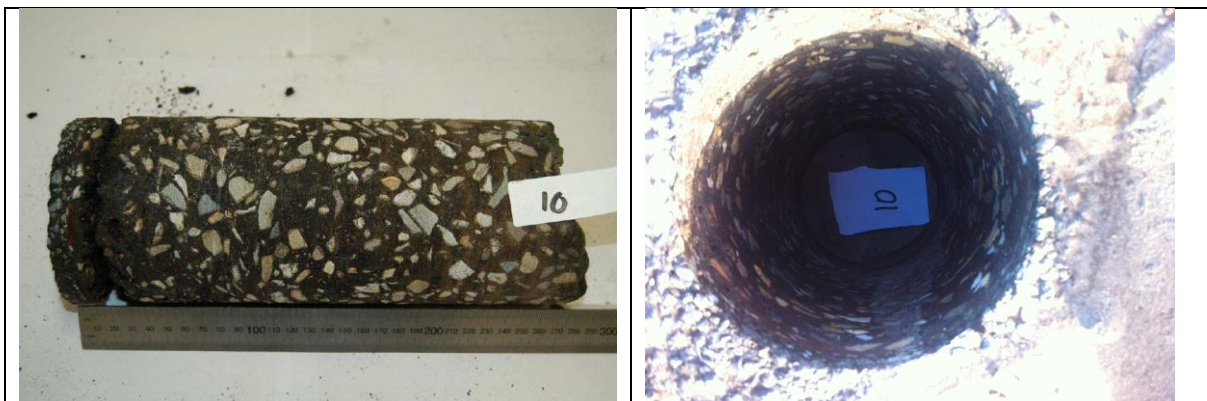
Boorkern 8



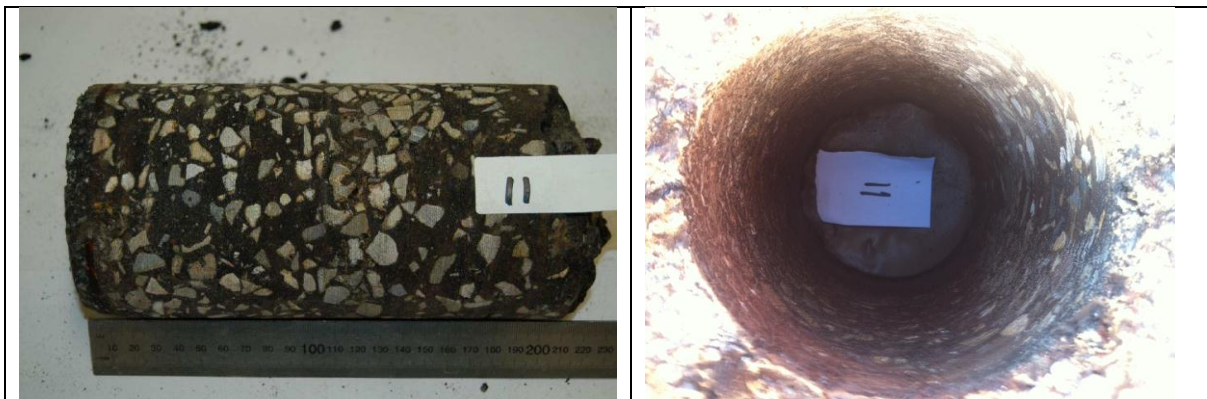
Boorkern 9



Boorkern 10



Boorkern 11



Boorkern 12



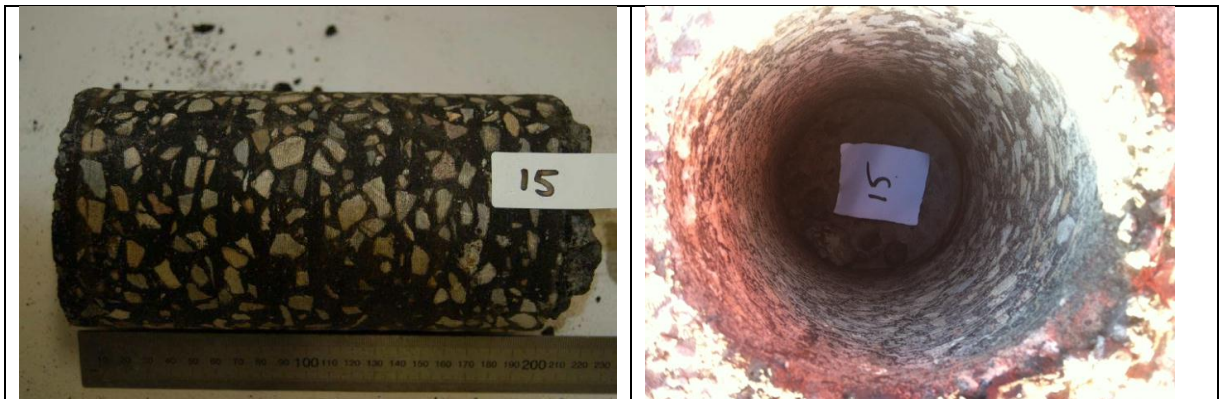
Boorkern 13



Boorkern 14



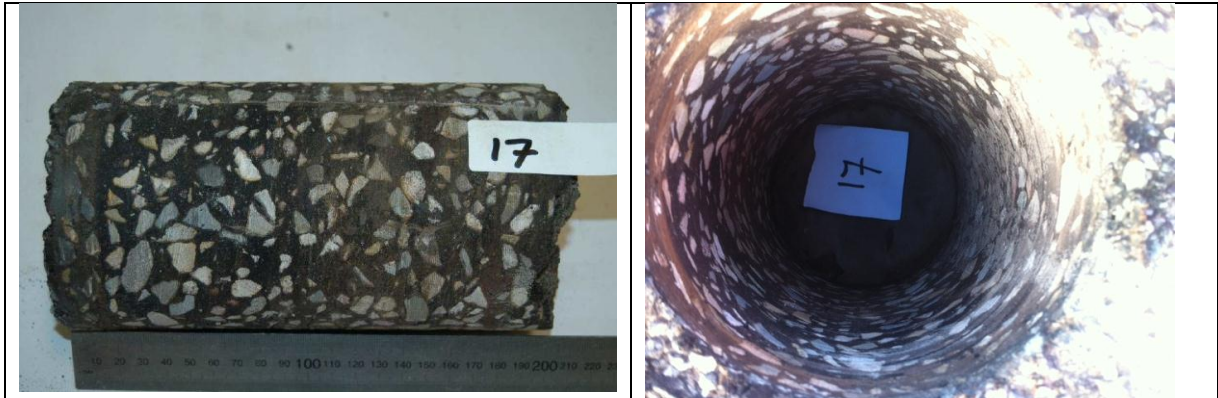
Boorkern 15



Boorkern 16



Boorkern 17



Boorkern 18



Boorkern 19



Boorkern 20



Boorkern 21



Boorkern 22



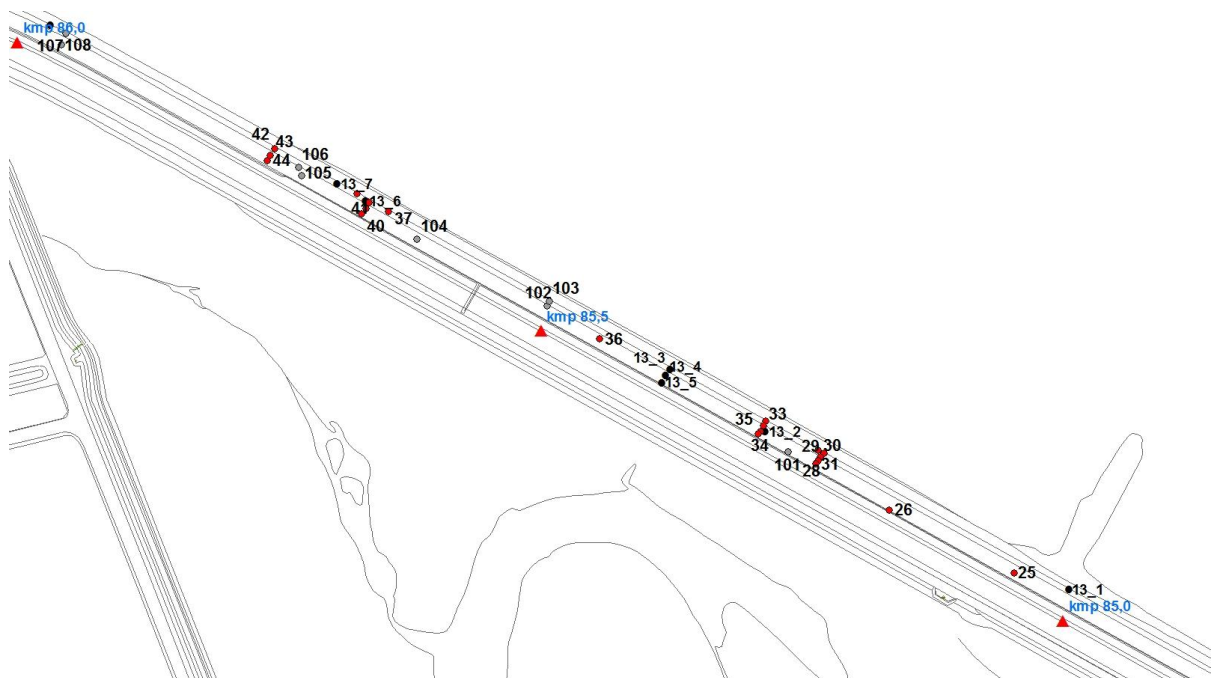
Boorkern 23



Boorkern 24



Dijkvak II



Coördinaten

2015:

101,213675.726,603067.184
102,213474.071,603189.347
103,213476.135,603193.304
104,213365.501,603245.095
107,213071.965,603417.327
108,213067.664,603407.520
105,213268.630,603298.433
106,213266.222,603305.144

2014:

25,213864.880,602966.050
26,213760.600,603018.310
27,213705.682,603066.209
28,213702.668,603062.860
29,213700.827,603059.930
30,213700.721,603068.234
31,213698.734,603057.084
32,213656.791,603092.831
33,213655.284,603088.980
34,213652.689,603084.376

35,213651.015,603082.115
36,213517.740,603161.230
37,213341.848,603268.374
38,213325.336,603275.451
39,213322.454,603270.879
40,213318.976,603266.407
41,213315.299,603283.103
42,213246.131,603320.768
43,213242.553,603315.004
44,213240.168,603310.929

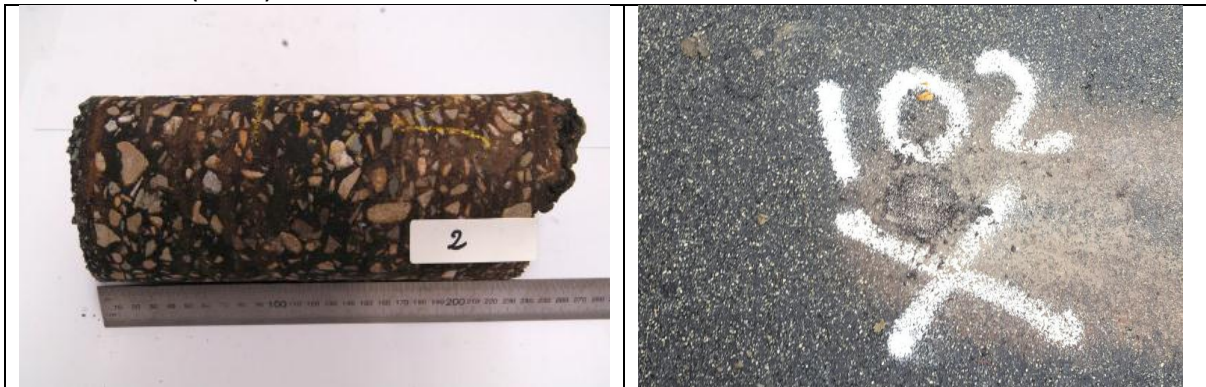
2013:

13_1,213910.539,602951.848
13_2,213656.543,603083.849
13_3,213576.921,603136.320
13_4,213573.482,603130.979
13_5,213569.912,603125.063
13_6,213322.125,603276.873
13_7,213298.349,603291.099
13_8,213058.621,603424.137

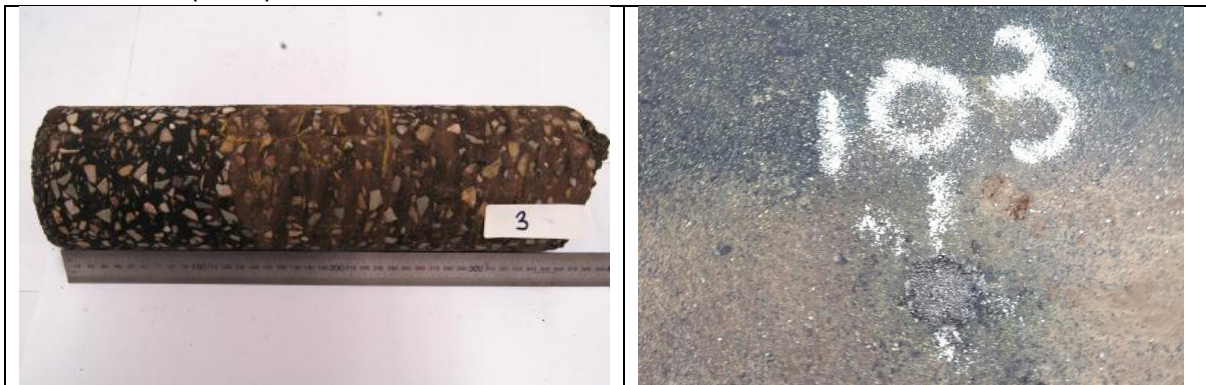
Boorkern 101 (2015)



Boorkern 102 (2015)



Boorkern 103 (2015)



Boorkern 104 (2015)

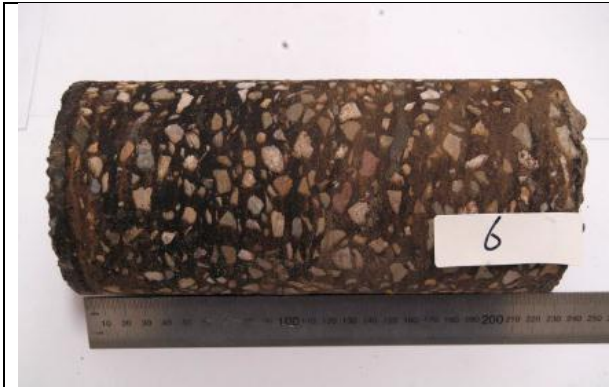


Boorkern 105 (2015)



Geen foto beschikbaar

Boorkern 106 (2015)

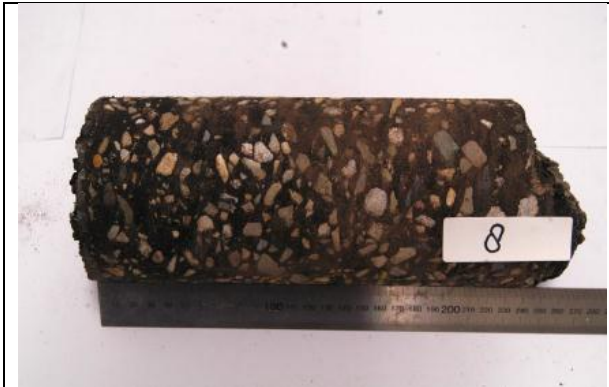


Geen foto beschikbaar

Boorkern 107 (2015)



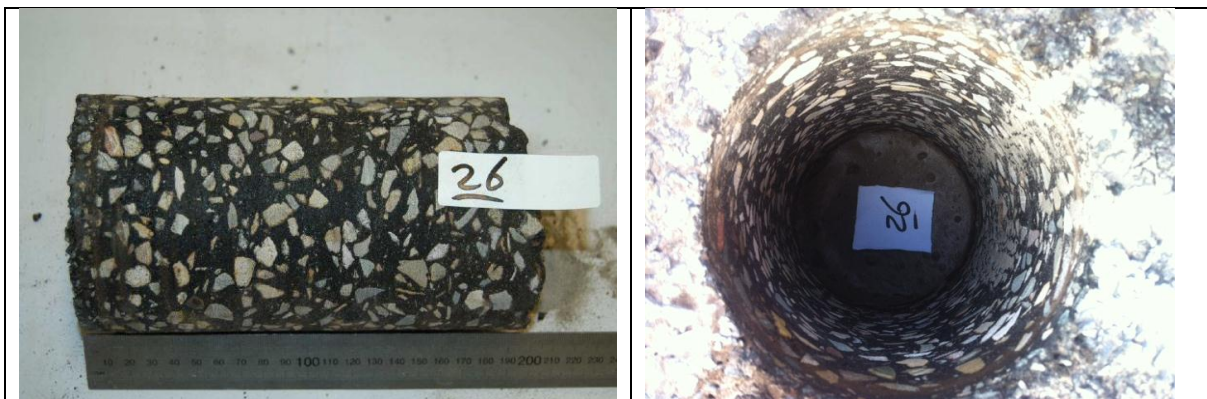
Boorkern 108 (2015)



Boorkern 25



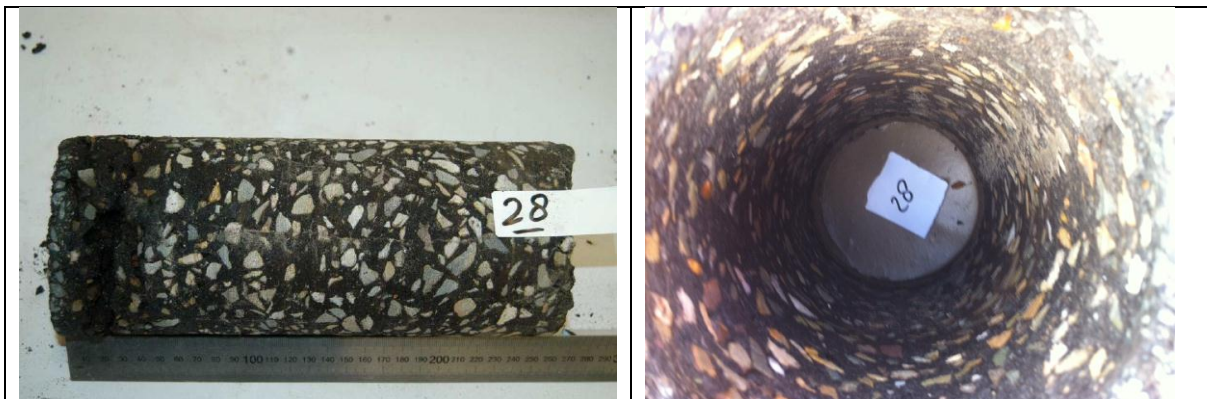
Boorkern 26



Boorkern 27



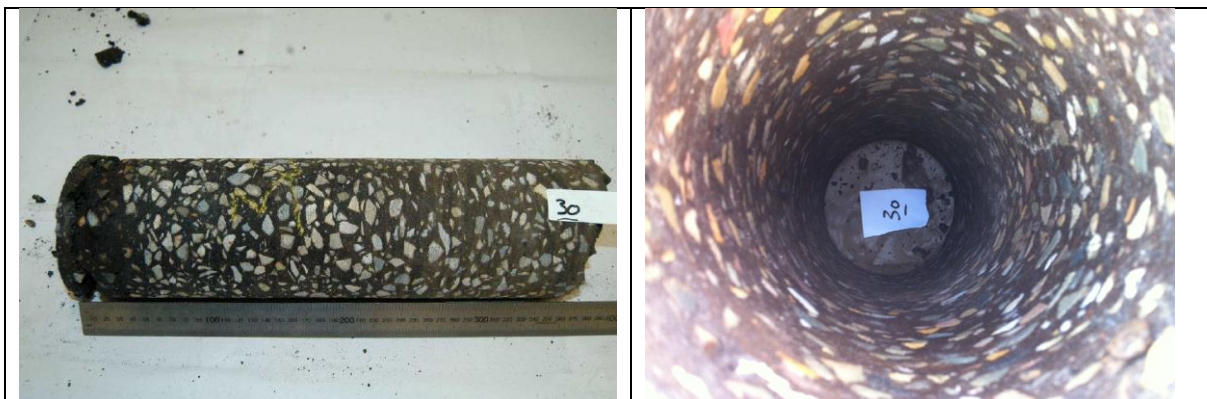
Boorkern 28



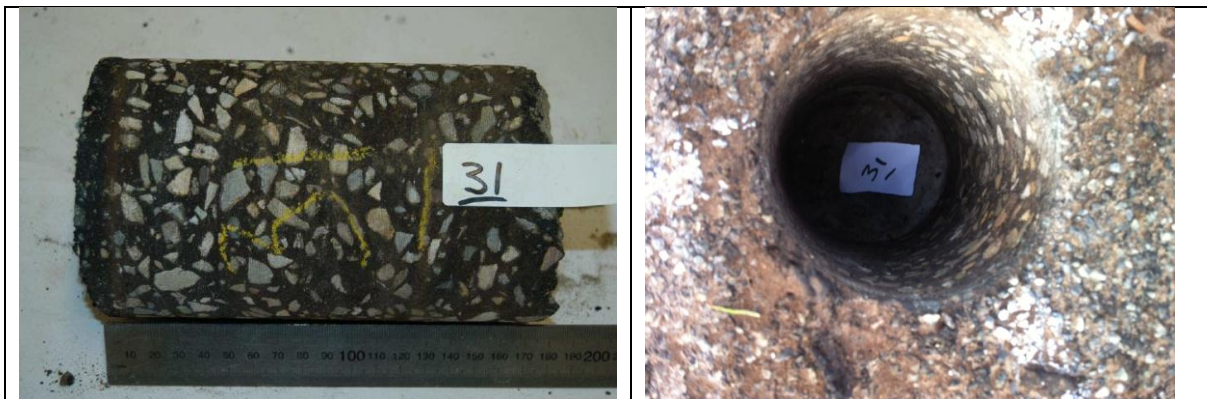
Boorkern 29



Boorkern 30



Boorkern 31



Boorkern 32



Boorkern 33



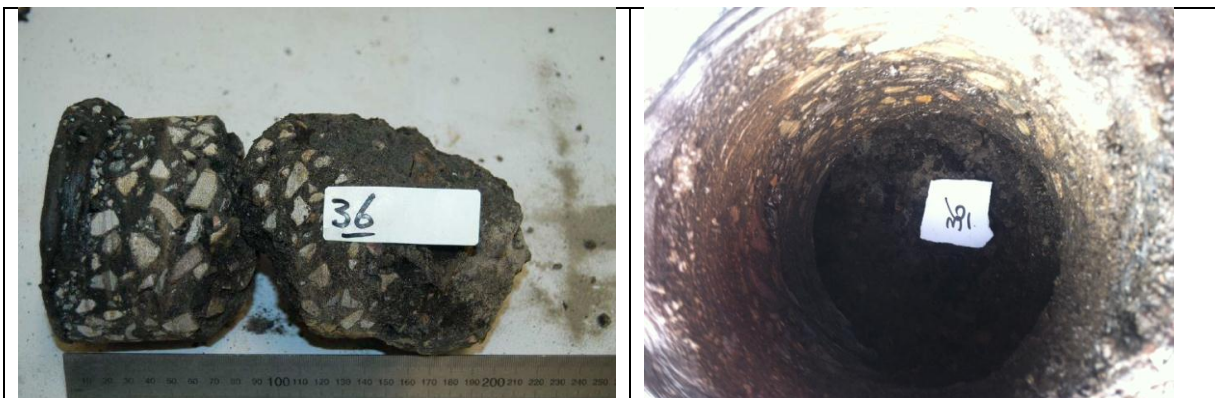
Boorkern 34



Boorkern 35



Boorkern 36



Boorkern 37



Boorkern 38



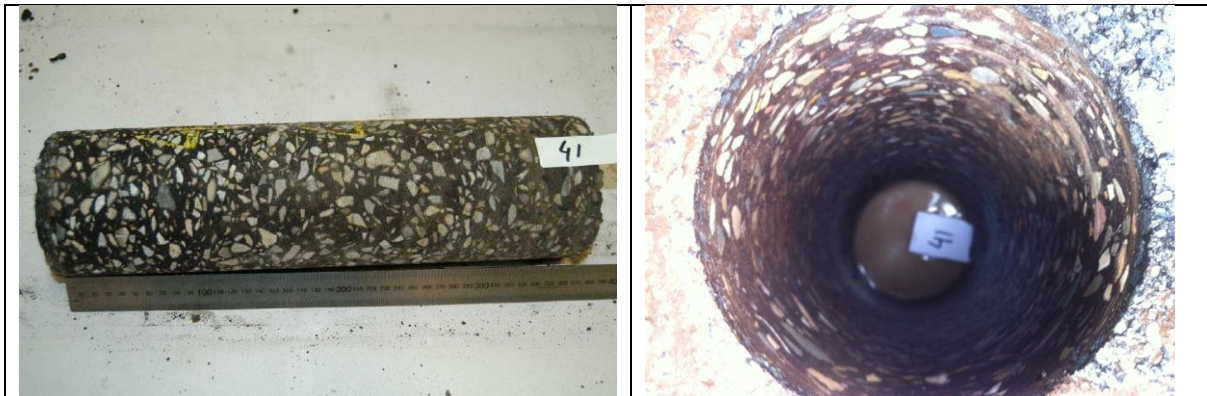
Boorkern 39



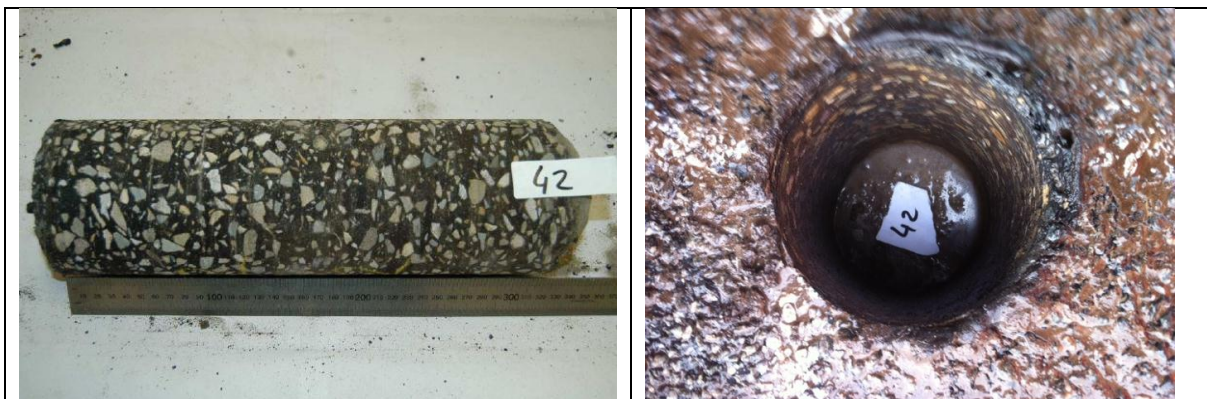
Boorkern 40



Boorkern 41



Boorkern 42



Boorkern 43



Boorkern 44



Boorkern 13_1



Boorkern 13_2



Boorkern 13_3



Boorkern 13_4



Boorkern 13_5



Boorkern 13_6



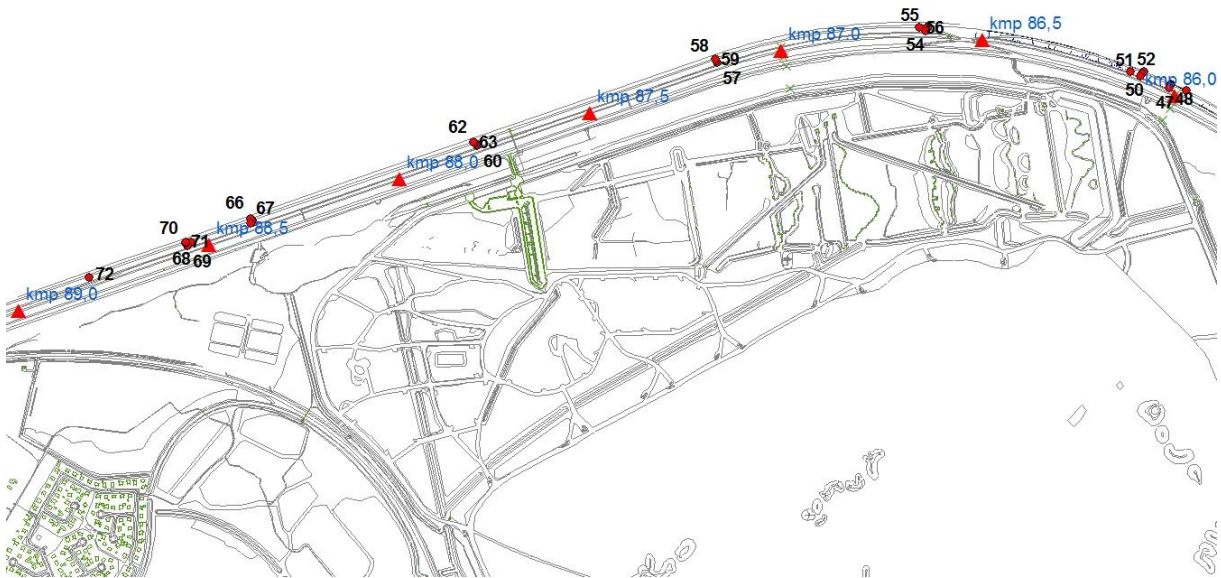
Boorkern 13_7



Boorkern 13_8



Dijkvak III



Coördinaten

45,213022.040,603440.536	59,211890.446,603502.856
46,213020.390,603437.079	60,211301.221,603287.255
47,213018.740,603434.251	61,211297.696,603291.309
48,213016.934,603430.481	62,211292.995,603294.541
49,212953.320,603470.740	63,211291.173,603296.892
50,212948.827,603465.437	64,210745.353,603097.743
51,212946.156,603460.724	65,210743.288,603101.668
52,212921.883,603470.150	66,210739.880,603106.315
53,212420.648,603583.443	67,210738.434,603095.472
54,212413.805,603577.717	68,210591.200,603047.060
55,212413.107,603571.572	69,210581.928,603038.218
56,212397.885,603580.510	70,210577.922,603045.057
57,211895.129,603492.722	71,210577.245,603049.124
58,211893.521,603496.845	72,210339.318,602961.654

Boorkern 45



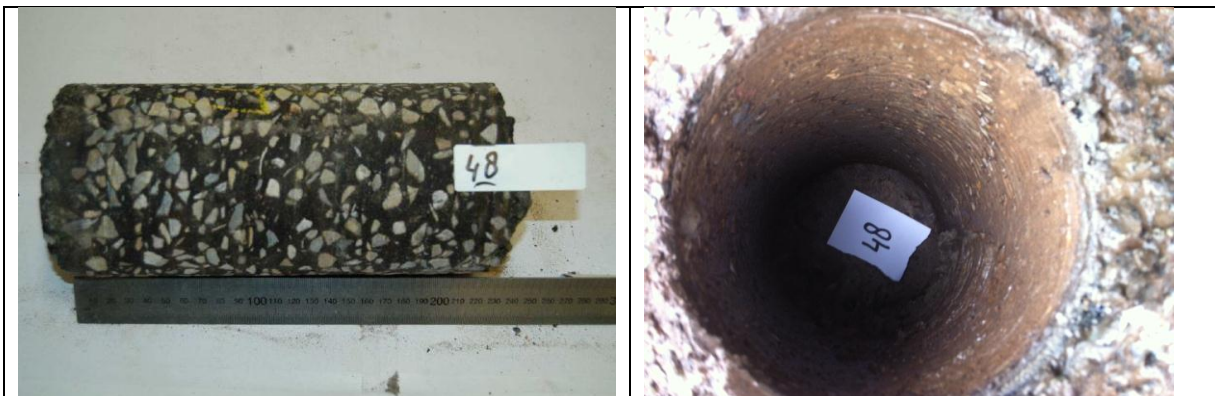
Boorkern 46



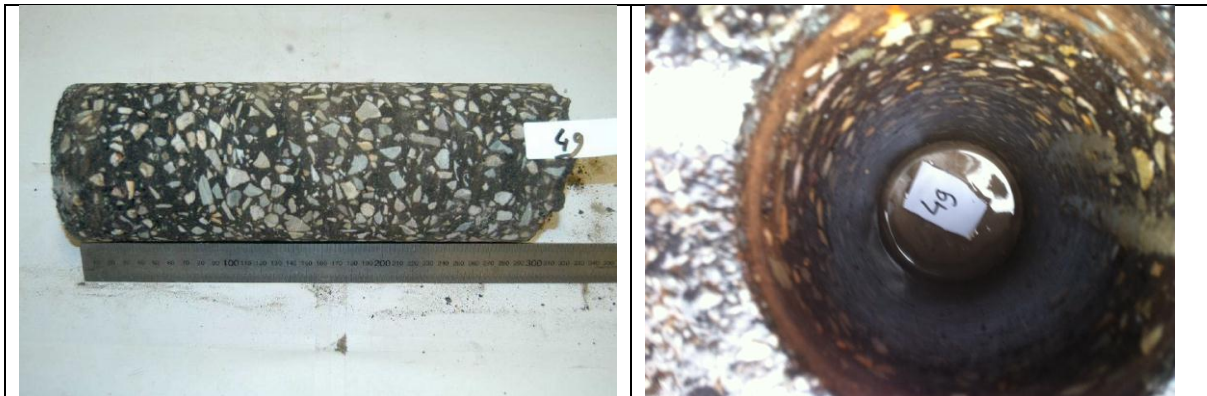
Boorkern 47



Boorkern 48



Boorkern 49



Boorkern 50



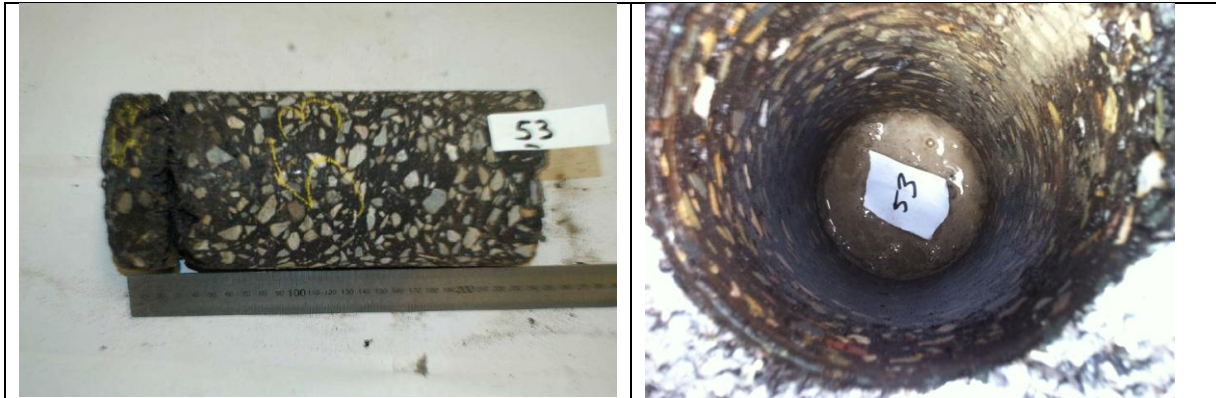
Boorkern 51



Boorkern 52



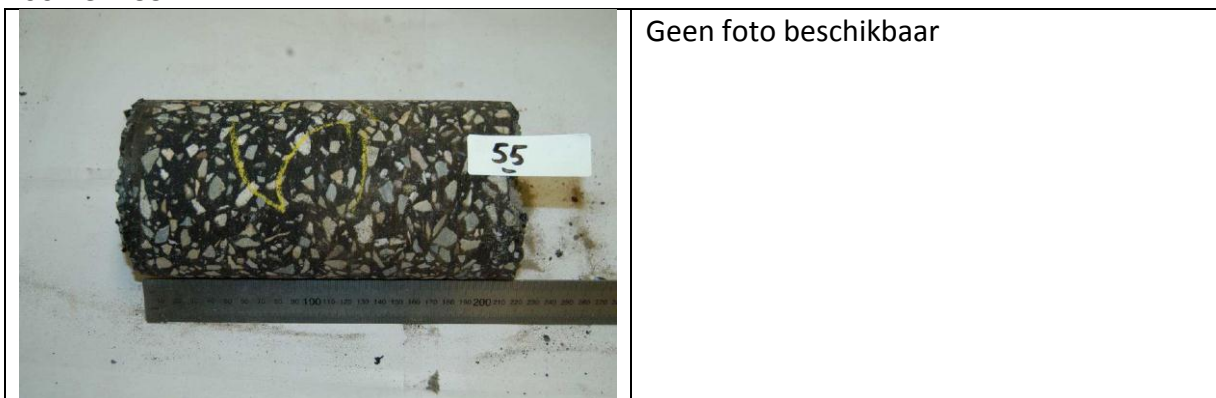
Boorkern 53



Boorkern 54



Boorkern 55



Boorkern 56



Boorkern 57



Geen foto beschikbaar

Boorkern 58



Boorkern 59



Boorkern 60



Boorkern 61



Boorkern 62



Boorkern 63



Boorkern 64



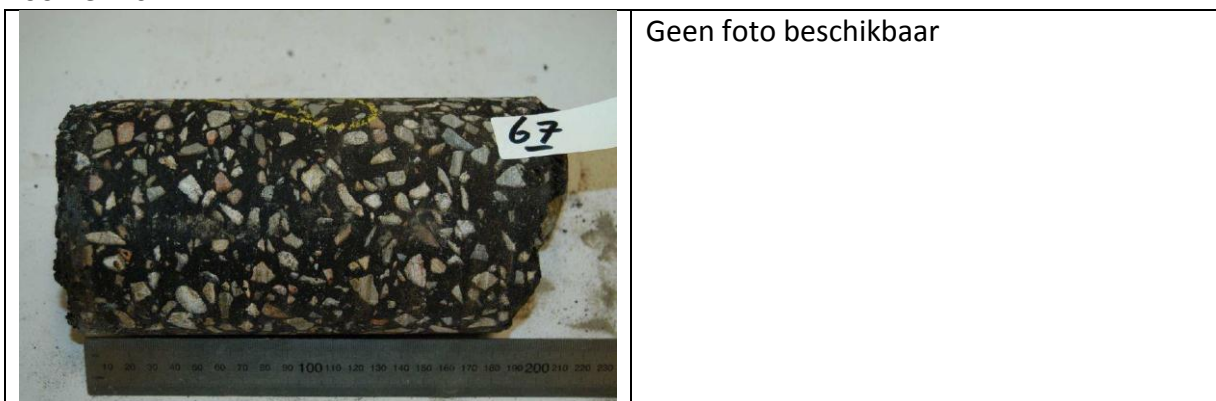
Boorkern 65



Boorkern 66



Boorkern 67



Boorkern 68



Boorkern 69



Geen foto beschikbaar

Boorkern 70



Geen foto beschikbaar

Boorkern 71



Geen foto beschikbaar

Boorkern 72



Geen foto beschikbaar

Einde van het rapport.