



STAATSBOSBEHEER

NADER ONDERZOEK 3 FIETSBRUGGEN



Versie	Datum	Documentnr.	Status	Opgesteld door: Frank Hoekstra
1	09-02-23	Sdm.165-010	Definitief	Gecontroleerd door: Mark Groot



INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	1
1.1 OPDRACHT	1
1.2 LEESWIJZER	1
2. WERKWIJZE UITVOERING	2
2.1 METINGEN	2
2.1.1 Carbonatatie/dekkingsmetingen	2
2.2 VERWERKING INSPECTIE	2
3. RESULTATEN	3
3.1 RM4BF044 FIETSBRUG 2 LAGE BERGSE BOS	3
3.1.1 Algemene gegevens	3
3.1.2 Algehele onderhoudstoestand	3
3.1.3 Meetresultaten	4
3.1.4 Geconstateerde schades	4
3.2 RM4BF053 FIETSBRUG 3 LAGE BERGSE BOS	6
3.2.1 Algemene gegevens	6
3.2.2 Algehele onderhoudstoestand	6
3.2.3 Meetresultaten	6
3.2.4 Geconstateerde schades	7
3.3 RM4BF054 FIETSBRUG LAGE BERGSE BOS	9
3.3.1 Algemene gegevens	9
3.3.2 Algehele onderhoudstoestand	9
3.3.3 Meetresultaten	9
3.3.4 Geconstateerde schades	10
3.4 CONCLUSIE EN ADVIES	12
3.5 HERSTELADVIES BETONSCHADES	12
4. OVERZICHT BIJLAGEN	14



1. INLEIDING

1.1 Opdracht

Staatbosbeheer heeft op 12 december 2023 aan Ingenieursbureau Westenberg opdracht verstrekt voor het nader onderzoeken van 3 fietsbruggen gelegen in het recreatieschap Rottemeren, gebied Lage Bergse Bos.

Op 6 februari 2023 is het nader onderzoeken uitgevoerd.

Het doel van de opdracht is het vaststellen van alle betonschades, alsmede de oorzaak. Dit is gedaan door het uitvoeren van een nader onderzoek, waarbij diverse metingen en destructief onderzoek zijn uitgevoerd.

Aanleiding van het nader onderzoek was uw uitvraag per e-mail d.d. 30 november 2022. Hierin was de vraag of de huidige betonreparaties bij de drie bruggen van Staatbosbeheer op correcte wijze uitgevoerd zijn en of er betonschades zijn bijgekomen.

Het projectteam voor deze opdracht is als volgt samengesteld:

Projectleider: M. Groot;

Inspecteur: F. Hoekstra;

Inspecteur: D.J. Gerritsen;

Conclusies en advies zijn vastgesteld door Inspecteur/adviseur F. Hoekstra, gecontroleerd door Technisch adviseur E. Veen.

Namens Staatsbosbeheer is de heer K. Opstal de projectverantwoordelijke en eerste aanspreekpunt tijdens de uitvoering.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de werkwijze toegelicht. De inspectie- en meetresultaten zijn samengevat in hoofdstuk 3. De conclusies en aanbevelingen zijn opgenomen in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 is een overzicht van de bijlagen weergegeven.



2. WERKWIJZE UITVOERING

2.1 Metingen

Tijdens de inspectie zijn diverse metingen gedaan. De uitgevoerde metingen en geconstateerde schadebeelden zijn op standaard inspectieformulieren vastgelegd, waarbij schadebeelden zijn gefotografeerd. In onderstaande tabel staat welke metingen bij welke kunstwerken zijn verricht. In hoofdstuk 3 staan de meetresultaten weergegeven.

Materiaal	Omschrijving meting	Inzet apparatuur en materiaal	Totaal aantal verricht	Verricht bij de volgende objecten:
Beton	Carbonatatie/dekkings-meting	Boormachine, dekkingsmeter en fenolftaleïne	3	RM4Bf044
	Carbonatatie/dekkings-meting	Boormachine, dekkingsmeter en fenolftaleïne	3	RM4Bf053
	Carbonatatie/dekkings-meting	Boormachine, dekkingsmeter en fenolftaleïne	3	RM4Bf054

Op locatie is door de inspecteur vastgesteld dat het zeer onwaarschijnlijk is dat de aangetroffen schades veroorzaakt zijn door chloride geïnitieerde wapeningscorrosie. Om deze reden zijn er geen boorstofmonsters genomen.

2.1.1 Carbonatatie/dekkingsmetingen

De betondekking op de wapening bepalen we met behulp van een dekkingsmeter. Die meet de afstand in mm tussen de dichtst aan het betonoppervlak gelegen wapeningsstaaf en het betonoppervlak. Per locatie van ongeveer 1 m² verkrijgen we zo negen keer een indicatie van de betondekking op de wapening. Op dezelfde locaties meten wij de carbonatatie-indringing in het betonoppervlak met behulp van een boormachine. De carbonatatie-indringing meten wij door kleurloze fenolftaleïne in het boorgat te spuiten. De fenolftaleïne kleurt paars als de pH-waarde groter dan 8 is. De carbonatatediepte is de diepte in mm die je op het moment van paarskleuring met een schuifmaat in het boorgat meet.

'Vers' beton heeft een pH-waarde van 14. Door de indringing van koolzuur (CO₂) uit de lucht vindt in het beton de zogenaamde carbonatatie plaats. Hierdoor daalt de pH-waarde in het beton. Wanneer de pH-waarde tot onder de 8 daalt, kan de wapening gaan corroderen en ontstaat uiteindelijk betonschade. De snelheid waarmee indringing van koolzuur in het beton plaatsvindt is afhankelijk van onder andere de water-cementfactor, de betonkwaliteit en de situatie van het beton (vochtig, droog, wisseling droog – vochtig) enz. Onder water is de indringing van koolzuur minimaal.

De resultaten van de carbonatatie-dieptemetingen en de dekkingsmetingen verwerken wij op statistische wijze. Omdat wapeningscorrosie bij dekkingen >15 mm volgens de laatste inzichten¹ bij goed verdicht beton onwaarschijnlijk is, bepalen we het percentage wapening met een dekking <15 mm. Dit beschouwen we als het maximale percentage wapening waarbij wapeningscorrosie als gevolg van carbonatatie van het beton optreedt.

2.2 Verwerking inspectie

Aan geconstateerde schades zijn acties voor herstel en/of vervanging gekoppeld. Tenslotte zijn inspectietekeningen(schetsen) van de onderzoeklocaties opgesteld. De inspectietekeningen zijn opgenomen in bijlage I.

¹ CUR-rapport 90-3 Carbonatatie, corrosie en vocht



3. RESULTATEN

In dit hoofdstuk wordt het nader onderzocht object beschreven, waarbij de volgende items aan bod komen:

1. Algemene gegevens.
2. Algehele onderhoudstoestand.
3. Uitgevoerde metingen, resultaten en analyse ervan.
4. Fotorapportage van de schadebeelden.

Per schade is het volgende aangegeven:

- Een omschrijving van de schade, waarbij de omvang en de betreffende onderdelen zijn aangegeven.
- De (mogelijke) oorzaak van de schade.
- Een omschrijving van het risico als de schade niet wordt hersteld.
- Het geadviseerde herstel. Dit kan ook een nader onderzoek zijn.

3.1 RM4Bf044 Fietsbrug 2 Lage Bergse Bos

3.1.1 Algemene gegevens

De betonnen fietsbrug ligt in het recreatieschap Rottermeren, gebied Lage Bergse Bos. Het bouwjaar van dit kunstwerk is volgens het paspoort omstreeks 1975. De brug bestaat uit een dek van 8 betonnen liggers met stalen leuning, rustend op twee betonnen landhoofden (1 overspanning). De totale lengte van de overspanning is 11,60 meter en de totale breedte bedraagt 4,30 meter.



3.1.2 Algehele onderhoudstoestand

De brug verkeert over het algemeen in een matige staat van onderhoud. Op diverse locaties zijn betonschades aangetroffen, onderzijde dek en landhoofd vertoont lekkage sporen. De deklaag en conservering leuning hebben hun functie grotendeels verloren. Op het landhoofd is volwassen wortelgroei aangetroffen. In 2022 zijn diverse maatregelen geadviseerd. Deze zijn echter nog niet uitgevoerd.



3.1.3 Meetresultaten

Carbonatatie/dekkingsmetingen:

Op drie locaties zijn carbonatatie/dekkingsmetingen verricht. Uit de meetresultaten kan gesteld worden dat bij alle drie de meetpunten het carbonatatie front de wapening in het rijdek heeft bereikt. De schades zijn zeer waarschijnlijk ontstaan door lokaal slecht verdicht beton met als gevolg carbonatatie geïnitieerde wapeningscorrosie.

MP.	Onderdeel	Dekking		Carbonatatie		Perc. Wap. In gecarbon. Zone	Perc. Dekking <15 mm
		Gem.	Stand. Afw.	Gem.	Stand. Afw.		
MP01	Onderzijde dek	26,71	2,56	17,00	2,65	6,2%	0,0%
MP02	Onderzijde dek	26,50	1,87	23,00	2,00	36,6%	0,0%
MP03	Onderzijde dek	26,43	3,78	19,33	3,06	29,7%	0,1%

Meetpunt MP02 is een referentie metingen op een voor het oog onbeschadigde locatie van de liggers.

3.1.4 Geconstateerde schades

Voor de volledigheid is besloten behalve de geconstateerde betonschades ook andere schades die directe invloed hebben op de functionaliteit en restlevensduur van het kunstwerk op te nemen.



Schade: Betonschade, blootliggende wapening aan liggers onderzijde schampkant en landhoofd (RT, GK2, XD) met een totale omvang van 0,15 m²

Oorzaak: Carbonatatie geïnitieerde wapeningscorrosie.

Risico: Verdere aantasting wapeningsstaal met als gevolg afname draagkracht en verminderde restlevensduur beton

Maatregel: Betonreparatie conform CUR-Aanbeveling 118



Schade: Wortelgroei tussen liggers bij de oplegging zuidzijde

Oorzaak: Achterstallig onderhoud

Risico: Aantasting en verdringen betonnen delen met als gevolg afname draagkracht en verminderde restlevensduur beton.

Maatregel: begroeiing grondig verwijderen



Schade: Loskomend reparatie mortel en holklinkende plekken waar reparaties zijn uitgevoerd
 Oorzaak: Reparatiewerkzaamheden niet juist uitgevoerd
 Risico: Verdere aantasting wapeningsstaal met als gevolg afname draagkracht en verminderde restlevensduur beton
 Maatregel: Betonreparatie conform CUR-Aanbeveling 118



Schade: Functie afwezig voegafdichtingen
 Oorzaak: Eindelevensduur
 Risico: Aantasting onderliggende betonnen constructie door vochtintreding met als gevolg afname draagkracht en verminderde restlevensduur beton
 Maatregel: Kitvoegen vervangen



Schade: Ernstige lekkage voegovergangen
 Oorzaak: Ontbreken van een deugdelijke voegconstructie
 Risico: Aantasting onderliggende betonnen constructie door vochtintreding met als gevolg afname draagkracht en verminderde restlevensduur beton
 Maatregel: Aanbrengen/vervangen voegovergangen





3.2 RM4Bf053 Fietsbrug 3 Lage Bergse Bos

3.2.1 Algemene gegevens

De betonnen fietsbrug ligt in het recreatieschap Rottermereen. Gebied Lage Bergse Bos. Het bouwjaar van dit kunstwerk is volgens het paspoort omstreeks 1970. De brug bestaat uit een dek van 8 betonnen liggers met stalen leuningen, rustend op twee betonnen landhoofden. De totale lengte van de overspanning is 11,60 meter en de totale breedte bedraagt 4,30 meter.



3.2.2 Algehele onderhoudstoestand

De brug verkeert over het algemeen in een matige staat van onderhoud. Op diverse locaties zijn betonschades aangetroffen, onderzijde dek en landhoofd vertoont lekkage sporen. De deklaag en conservering leuningen hebben hun functie grotendeels verloren. Op het landhoofd is volwassen wortelgroei aangetroffen. In 2022 zijn diverse maatregelen geadviseerd. Deze zijn echter nog niet uitgevoerd.

3.2.3 Meetresultaten

Carbonatatatie/dekkingsmetingen:

Op drie locaties zijn carbonatatatie/dekkingsmetingen verricht. Uit de meetresultaten kan gesteld worden dat bij alle drie de meetpunten het carbonatatatie front de wapening in het rijdek heeft bereikt. De schades zijn zeer waarschijnlijk ontstaan door lokaal slecht verdicht beton met als gevolg carbonatatatie geïnitieerde wapeningscorrosie.

MP.	Onderdeel	Dekking		Carbonatatatie		Perc. Wap. In gecarbon. Zone	Perc. Dekking <15 mm
		Gem.	Stand. Afw.	Gem.	Stand. Afw.		
MP01	Onderzijde dek	23,13	2,90	17,00	1,00	10,4%	0,3%
MP02	Onderzijde dek	16,29	2,69	29,33	6,43	100%	31,6%
MP03	Onderzijde dek	21,29	3,35	12,33	2,89	15,1%	3,0%

Meetpunt MP02 is een referentie metingen op een voor het oog onbeschadigde locatie van de liggers.

3.2.4 Geconstateerde schades

Voor de volledigheid is besloten behalve de geconstateerde betonschades ook andere schades die directe invloed hebben op de functionaliteit en restlevensduur van het kunstwerk op te nemen.



Schade: Betonschade, blootliggende wapening aan liggers en onderzijde schampkant (RT, GK2, XD) met een totale omvang van 0.59 m²

Oorzaak: Carbonatie geïnitieerde wapeningscorrosie

Risico: Verdere aantasting wapeningsstaal met als gevolg

afname draagkracht en verminderde restlevensduur beton

Maatregel: Betonreparatie conform CUR-Aanbeveling 118



Schade: Wortelgroei tussen liggers bij de oplegging zuidzijde

Oorzaak: Achterstallig onderhoud

Risico: Aantasting en verdringen betonnen delen met als gevolg afname draagkracht en verminderde restlevensduur beton

Maatregel: begroeiing grondig verwijderen



Schade: Loskomend reparatie mortelen holklinkende

plekken waar reparaties zijn uitgevoerd

Oorzaak: Reparatiewerkzaamheden niet juist uitgevoerd

Risico: Verdere aantasting wapeningsstaal met als gevolg

afname draagkracht en verminderde restlevensduur beton

Maatregel: Betonreparatie conform CUR-Aanbeveling 118



Schade: Functie afwezig voegafdichtingen

Oorzaak: Eindelevensduur

Risico: Aantasting onderliggende betonnen constructie door vochtintreding met als gevolg afname draagkracht en verminderde restlevensduur beton

Maatregel: Kitvoegen vervangen



Schade: Ernstige lekkage voegovergangen

Oorzaak: Ontbreken van een deugdelijke voegconstructie

Risico: Aantasting onderliggende betonnen constructie door vochtintrede met als gevolg afname draagkracht en verminderde restlevensduur beton

Maatregel: Aanbrengen/vervangen voegovergangen

3.3 RM4Bf054 Fietsbrug Lage Bergse Bos

3.3.1 Algemene gegevens

De betonnen fietsbrug ligt in het recreatieschap Rottermieren. Gebied Lage Bergse Bos. Het bouwjaar van dit kunstwerk is volgens het paspoort omstreeks 1970. De brug bestaat uit een dek van 8 betonnen liggers met stalen leuningen, rustend op twee betonnen landhoofden (1 overspanning). De totale lengte van de overspanning is 11,90 meter en de totale breedte bedraagt 4,30 meter.



3.3.2 Algehele onderhoudstoestand

De brug verkeert over het algemeen in een matige staat van onderhoud. Op diverse locaties zijn betonschades aangetroffen, onderzijde dek en landhoofd vertoont lekkage sporen. De deklaag en conservering leuningen hebben hun functie grotendeels verloren. In 2022 zijn diverse maatregelen geadviseerd. Deze zijn echter nog niet uitgevoerd.

3.3.3 Meetresultaten

Carbonatatie/dekkingsmetingen:

Op drie locaties zijn carbonatatie/dekkingsmetingen verricht. Uit de meetresultaten kan gesteld worden dat bij alle drie de meetpunten het carbonatatie front de wapening in het rijdek heeft bereikt. De schades zijn zeer waarschijnlijk ontstaan door lokaal slecht verdicht beton met als gevolg carbonatatie geïnitieerde wapeningscorrosie.

MP.	Onderdeel	Dekking		Carbonatatie		Perc. Wap. In gecarbon. Zone	Perc. Dekking <15 mm
		Gem.	Stand. Afw.	Gem.	Stand. Afw.		
MP01	Onderzijde dek	28,00	3,29	14,00	1,00	0,1%	0,0%
MP02	Onderzijde dek	31,00	4,18	10,00	1,00	0,1%	0,0%
MP03	Onderzijde dek	25,00	3,21	14,00	1,00	0,8%	0,1%

Meetpunt MP02 is een referentie metingen op een voor het oog onbeschadigde locatie van de liggers.



3.3.4 Geconstateerde schades

Voor de volledigheid is besloten behalve de geconstateerde betonschades ook andere schades die directe invloed hebben op de functionaliteit en restlevensduur van het kunstwerk op te nemen.



Schade: Betonschade, blootliggende wapening aan liggers en onderzijde schampkant (RT, GK2, XD) met een totale omvang van 0,4 m²

Oorzaak: Carbonatie geïnitieerde wapeningscorrosie.

Risico: Verdere aantasting wapeningsstaal met als gevolg afname draagkracht en verminderde restlevensduur beton

Maatregel: Betonreparatie conform CUR-Aanbeveling 118



Schade: Loskomend reparatie mortel en holklinkende plekken waar reparaties zijn uitgevoerd

Oorzaak: Reparatiewerkzaamheden niet juist uitgevoerd

Risico: Verdere aantasting wapeningsstaal met als gevolg afname draagkracht en verminderde restlevensduur beton

Maatregel: Betonreparatie conform CUR-Aanbeveling 118



Schade: Ernstige lekkage voegovergangen

Oorzaak: Ontbreken van een deugdelijke voegconstructie.

Risico: Aantasting onderliggende betonnen constructie door vochtintrede met als gevolg afname draagkracht en verminderde restlevensduur beton

Maatregel: Aanbrengen/vervangen voegovergangen





Schade: Voegafdichting afwezig
Oorzaak: Eindelevensduur
Risico: Aantasting onderliggende betonnen constructie door vochtintreding met als gevolg afname draagkracht en verminderde restlevensduur beton
Maatregel: Kitvoegen vervangen



3.4 Conclusie en advies

Op basis van de inspectie-/meetresultaten is een hersteladvies opgesteld. Maatregelen welke bij de vorige inspectie geadviseerd zijn in en niet direct in verband staan met de te onderzoeken schadebeelden zijn niet opgenomen in het huidige hersteladvies (bijvoorbeeld regulier reinigen, conservering leuningen en graffiti).

De aangetroffen betonschades zijn waarschijnlijk carbonatatie geïnitieerde schades. Geconcludeerd kan worden dat de huidige betonreparaties aan de drie bruggen niet zijn uitgevoerd conform de CUR118 aanbevelingen. Dit leidt tot onvoldoende en degelijk herstel welke uiteindelijk uitmondt in opnieuw uitvoeren van betonherstel of vervroegd vervangen van de kunstwerken. Geadviseerd wordt om de schades aan het beton, inclusief de oude gerepareerde schades, te herstellen conform CUR Aanbeveling 118. Tevens wordt geadviseerd de wortelgroei, aanslag en aangroei van mossen en alg te verwijderen.

Geadviseerd wordt bovenstaand voorstel uit te voeren gecombineerd met het aanbrengen van een waterdicht voegovergang in het rijdek, het vervangen van de asfaltconstructie en het vervangen van de kitafdichtingen.

3.5 Hersteladvies betonschades

Wij adviseren de betonreparaties uit te laten voeren conform de Europese normenserie NEN-EN 1504 en de CUR-Aanbeveling 118. In de NEN-EN 1504 staan eisen voor "Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies". De CUR 118 geeft een verduidelijking en/of aanvullende eisen op de normdelen.

In de CUR 118 staan aandachtspunten en eisen voor de organisatie van het werkproces, toe te passen materialen, uitvoering en keuring van betonreparaties aangegeven. In een bestek kunnen de vereisten waaraan de aannemer moet voldoen, worden gespecificeerd.

De werkwijze bij een betonreparatie wordt bepaald door:

- de uitvoeringsklasse;
- de milieuklasse volgens NEN-EN 206;
- de gevolgklasse;
- het niveau van controle.

Voor dit rapport en het betonreparatie-advies, heeft de inspecteur per schade de uitvoeringsklasse, de milieuklasse en de gevolgklasse voor de betreffende onderdelen aangegeven. Deze zijn bij de schadefoto's in hoofdstuk 3 benoemd.



In de CUR 118 wordt onderscheid gemaakt in 3 uitvoeringsklassen voor betonherstel met bijbehorende kenmerken:

RE: esthetische betonreparatie	RT: technische betonreparatie	RS: constructieve betonreparatie*
Kenmerken: <ul style="list-style-type: none">• oppervlakkige schade• geen effect op duurzaamheid• geen constructieve gevolgen• geen betonstaal op reparatieplek• primair doel: herstel geometrie of gelijkmatigheid oppervlak	Kenmerken: <ul style="list-style-type: none">• schade niet oppervlakkig• schade heeft gevolgen voor duurzaamheid beton• primair doel: herstel duurzaamheid en voorkomen verdergaande corrosie van betonstaal	Kenmerken: <ul style="list-style-type: none">• schade niet oppervlakkig• schade heeft constructieve gevolgen voor het onderdeel• primair doel: herstel of vergroten van het draagvermogen

Opmerking*: bij constructieve betonreparaties wordt ingegrepen in de draagconstructie en zal er in beginsel een vergunningsplicht gelden. Daarbij is het noodzakelijk de draagkracht van het te repareren bouwdeel te toetsen aan het Bouwbesluit.

De gevolgklasse geeft de gevolgen aan bij falende reparatie. Er wordt onderscheid gemaakt in de volgende 3 klassen:

GK1	Falen reparatie heeft geringe gevolgen: geen reële kans op letselschade, geen of geringe kans op materiële schade. De kosten van de gevolgen en het herstel zijn beperkt.
GK2	Falende reparatie heeft middelmatige gevolgen: geringe kans op letselschade, redelijke kans op materiële schade. De kosten van de gevolgen en het herstel zijn aanzienlijk.
GK3	Falende reparatie heeft grote gevolgen: kans op letselschade of verlies van mensenlevens, grote kans op materiële schade. De kosten van de gevolgen en het herstel zijn hoog.

Voor het bepalen van de milieuklasse verwijzen wij naar de NEN-EN 206. Het niveau van controle van de uitgevoerde werkzaamheden is vastgelegd in tabel 3.2 van de CUR 118.

Het herstellen van scheuren dient overeenkomstig de recentste uitgave van de CUR-Aanbeveling 119 'Specialistische instandhoudingstechnieken - vullen en injecteren van scheuren, naden en holle ruimten in beton' te worden uitgevoerd.

Tenslotte adviseren wij om alle reparatie-, keuring/controle- en herstelwerkzaamheden aan betonconstructies onder een geldig KOMO-procescertificaat 'Betonreparaties' (BRL 3201/02) te laten uitvoeren.



4. OVERZICHT BIJLAGEN

Nr.	Titel	Versie	Datum	Document	Omvang*
I	Inspectietekeningen (schetsen)	1	07-02-23	Sdm.165-011	3 pag.

* De omvang van het document exclusief eventuele kaften, titelbladen en bijlagen



Staatsbosbeheer

Bijlage I

Inspectietekening

