Hoe gezond is uw betonconstructie:
Praktijkcases

NEBEST

Naam: Maarten Swinkels

Datum: 27 oktober 2026

NEBEST

1

Maarten Swinkels

- Beton constructies; Civiele techniek, TU Delft 1989
- 1 jaar Nebest; 8 jaar ACN Constructeurs ;
  >25 jaar (SGS) INTRON; 1 jaar Nebest
- Betonschade, -onderhoud, -herstel, -technologie
- Docent BOK
- Circulariteit; hergebruik beton en staal
- Niet destructief Onderzoek
- Forensisch onderzoek.

NEBEST

2

3 cases

- Radar:
  - Palen onder vloer
  - Aantasting onder asfalt
- Ultrasone Pulse Echo: niet gevulde voorspankanalen
- Hergebruik TT-platen

NEBEST

3

Betonradar



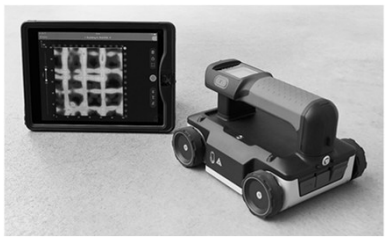
- In 1985 eerste systemen met thermischpapier uitdraai;
- GSSI rond 2000 gebruiksvriendelijkere systemen;
- Hilti PS1000 radar ca. 2012;
- Proceq 2018 en doorontwikkeld;
- Nu neemt de software een grote stap;

NEBEST

4

Betonradar







NEBEST

5

Betonradar

Toepassing traditioneel:

- Tot circa 60-100 cm in beton “kijken”
- Wapeningconfiguratie (hart-op-hartafstand, laagopbouw)
- Opsporen leidingen (PE, PVC, Koper, etc.)
- Inschatting constructiedikte
- Voorkomen beschadiging wapening/leidingen bij boren

NEBEST

6

Nieuw:

- Grote oppervlakken in korte tijd in te scannen
- Software om die grote hoeveelheid data te verwerken.
- Ook:
  - Vocht
  - Chloriden
  - Corrosie

NEBEST

7

Betonradar



NEBEST

8

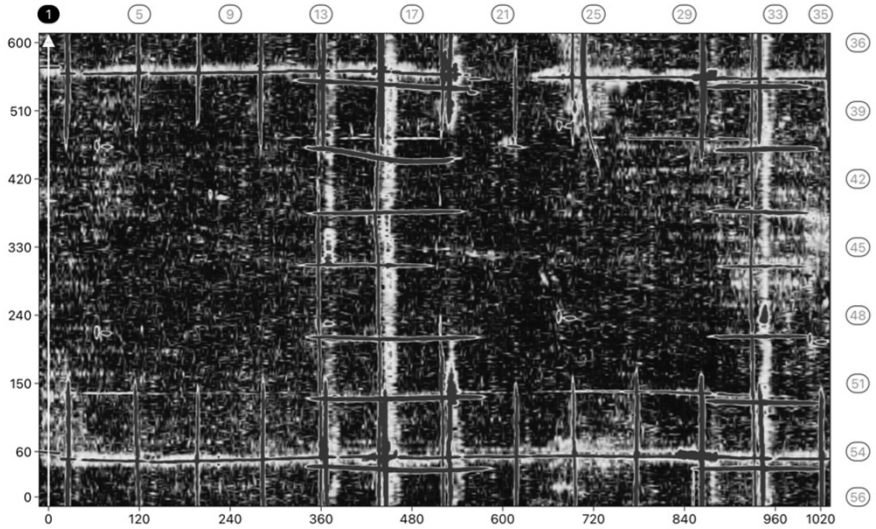
Betonradar: Casus 1

- Geen informatie over de vloer.
- Hergebruik vloer.
- Andere machines plaatsen.

NEBEST

9

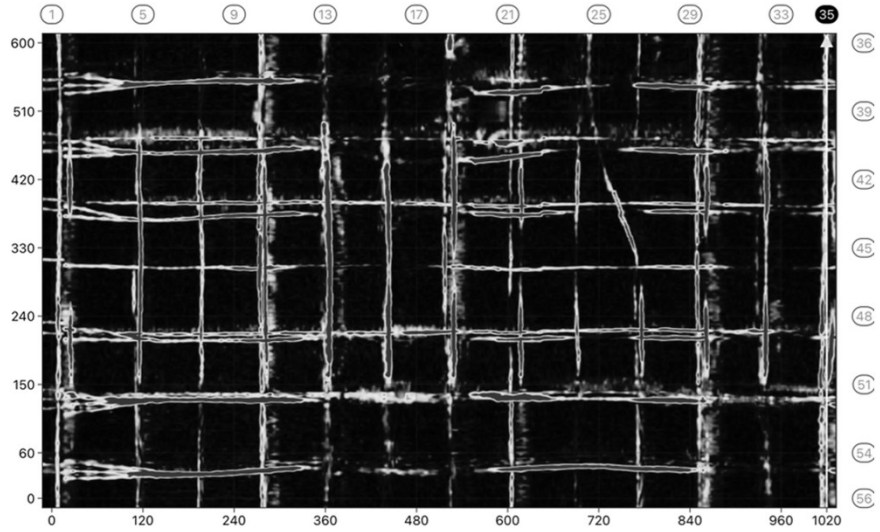
Betonradar: Casus 1



NEBEST

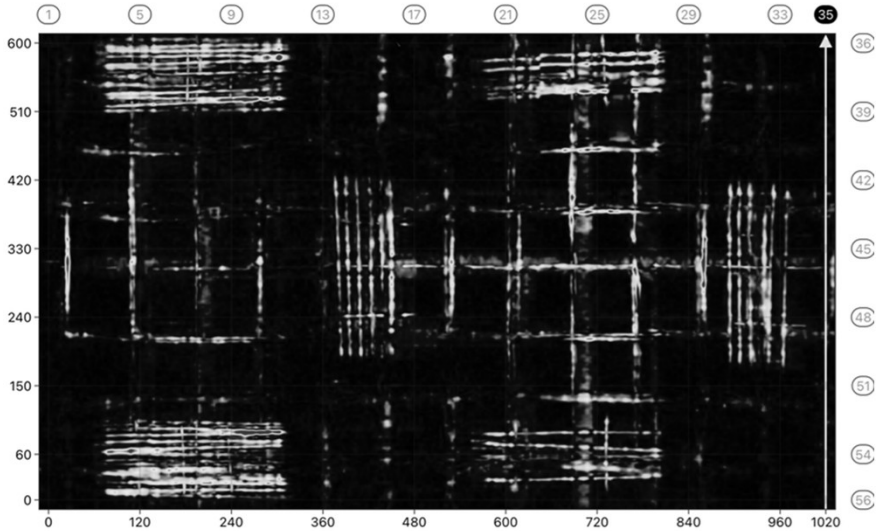
10

Betonradar: Casus 1



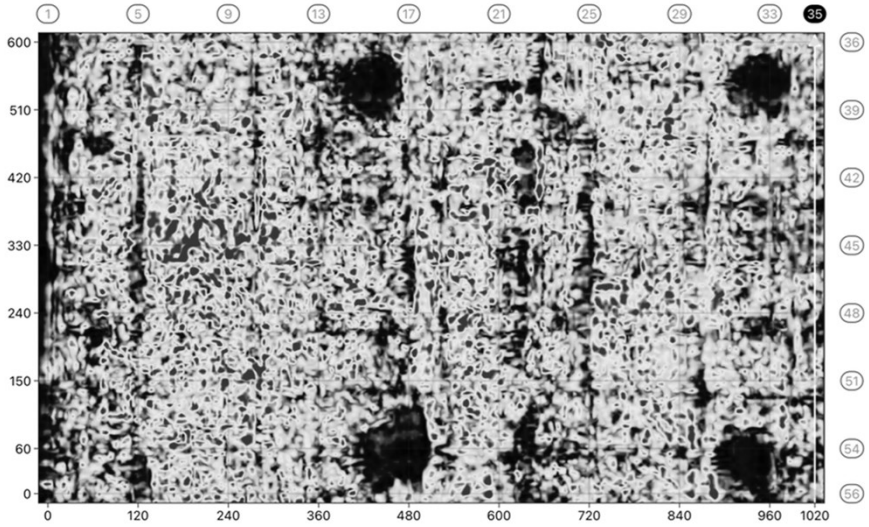
11

Betonradar: Casus 1



12

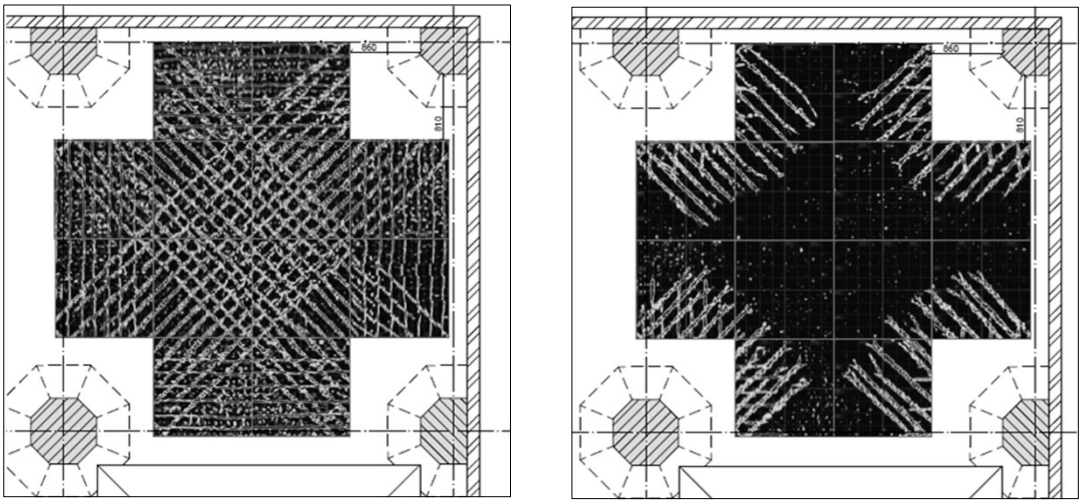
Betonradar: Casus 1



NEBEST

13

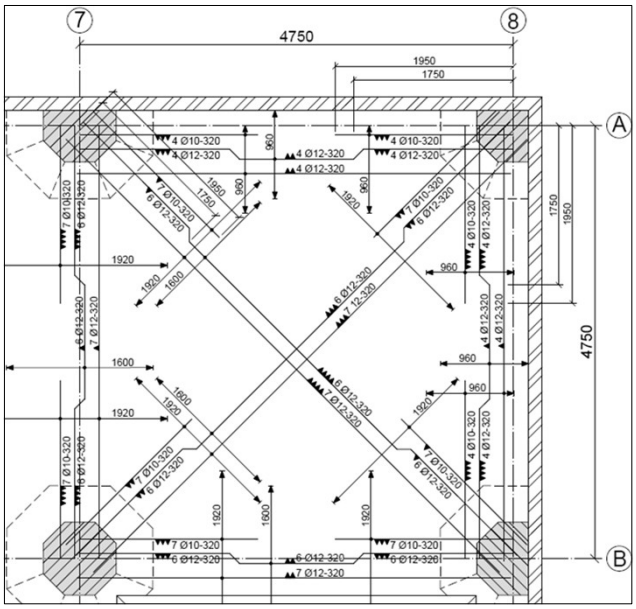
Betonradar



NEBEST

14

Betonradar



15

Betonradar – Casus 2



16

Betonradar – Casus 2

Betonschade onder asfalt

- Wat is de schadeomvang?
- Hoeveel diameter afname?
- Constructieve gevolgen?

NEBEST

17

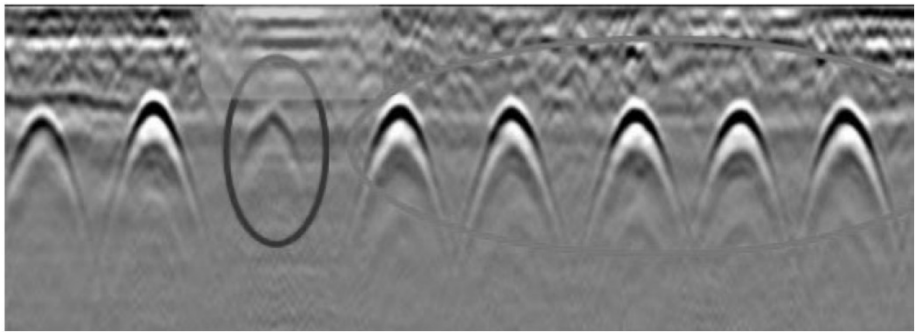
Betonradar – Casus 2



NEBEST

18

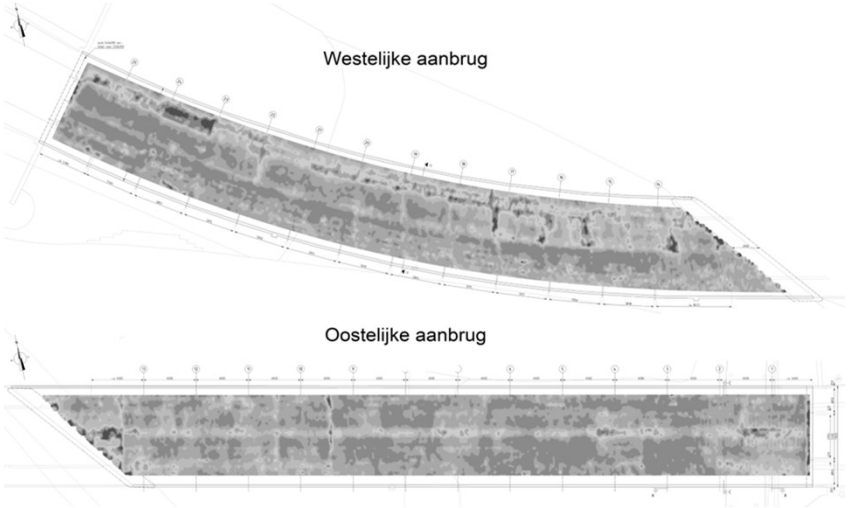
Betonradar – Casus 2



NEBEST

19

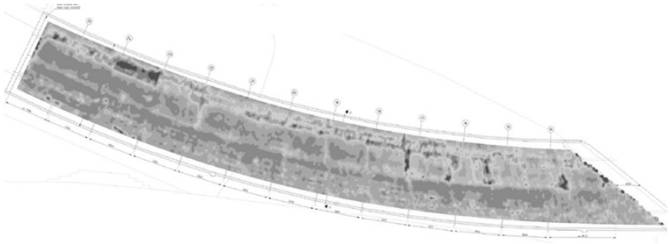
Betonradar – Corrosie kaart



NEBEST

20

Radar – Verfieren







NEBEST

21

Radar

- Corrosiekaart, ook waar potentiaalmetingen niet lukken.
- Aanwezigheid chloriden.
- Kleine dekking.
- Vochtige delen.
- Voorspelling schade onder asfalt
- Selecteren locatie nader onderzoek

NEBEST

22

Ook bruikbaar:

- Parkeergarages
- Samen met dekkingsmetingen

NEBEST

23

Ultrasone Pulse Echo Onderzoek aan voorgespannen bruggen

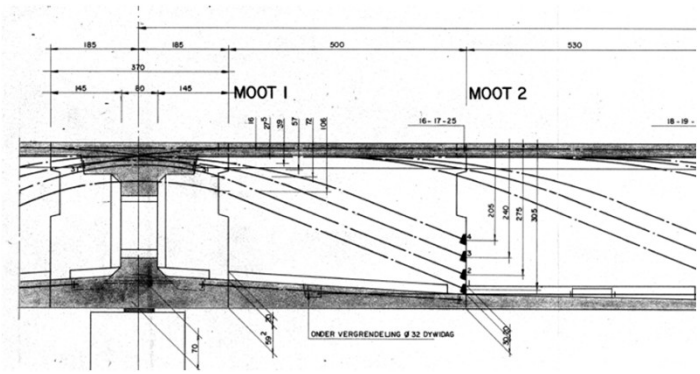


NEBEST

24

Visuele inspectie

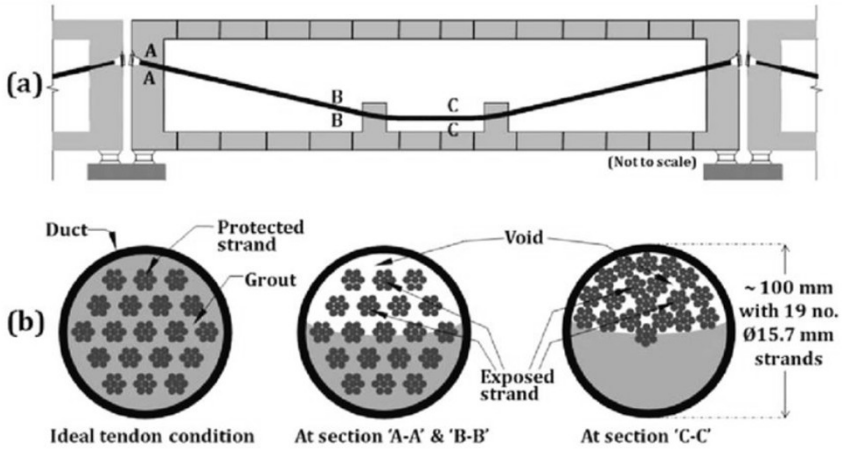
- Visuele inspectie
  - Risicovolle punten in kabelverloop
  - Scheuren
  - Corrosiesporen
  - Lekkages
  - HWA



NEBEST

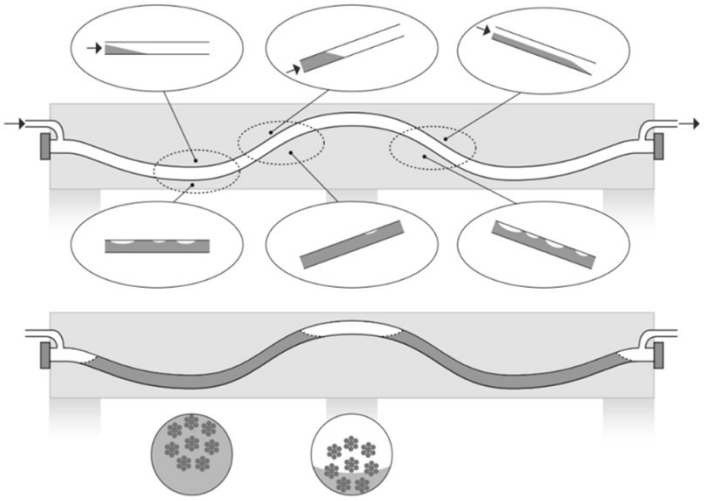
25

Niet gevulde voorspankanalen / gains



NEBEST

26

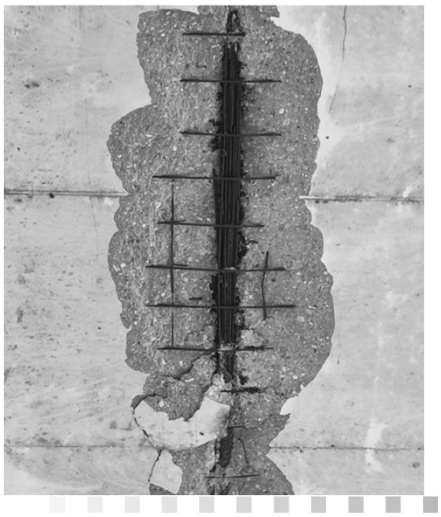


Bron: Betoniek, juli 2025 (aangepast overgenomen).

NEBEST

27

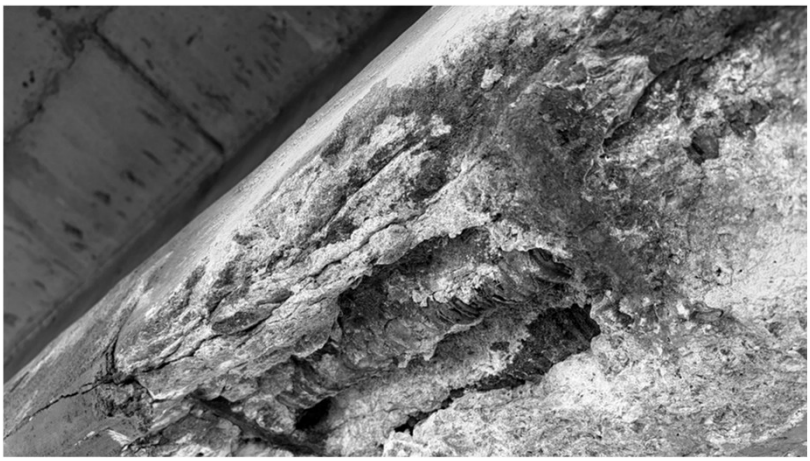
Ultrasone Pulse Echo, voorspankanalen





NEBEST

28



NEBEST

29

Ultrasone Pulse Echo

Toepassing:

- Bepaling betondikte vanaf 1 zijde
- Opsporen van holtes en grindnesten in beton
- Opsporen van holtes injectiegrout voorspankanalen
- Scheuren, delaminaties in wanden
- Doormeten van tandopleggingen
- Doormeten van staalvezelbeton

NEBEST

30

Ultrasone Pulse Echo

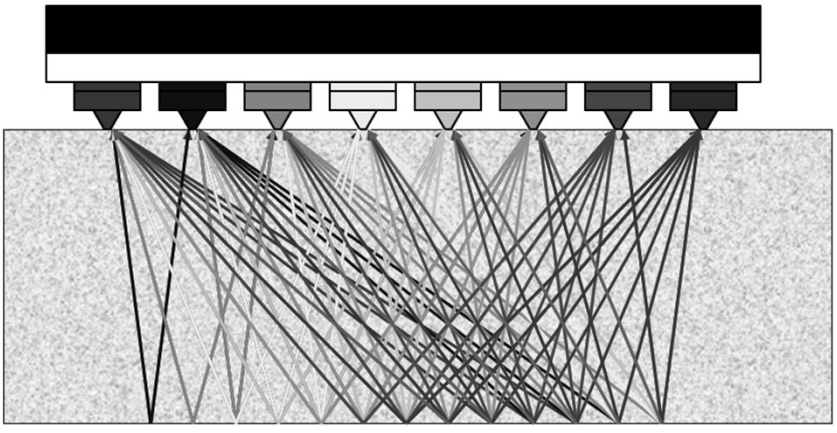




NEBEST

31

Ultrasone Pulse Echo



NEBEST

32

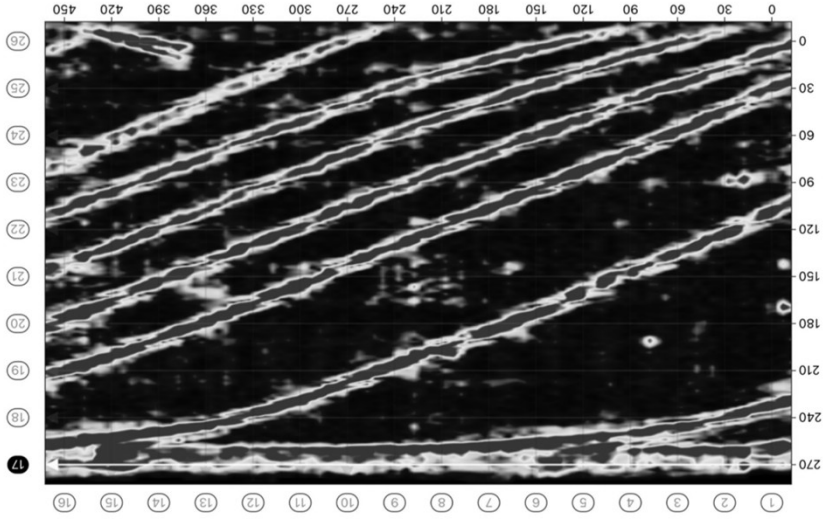
Ultrasone Pulse Echo, voorspankanalen

- Stappenplan
  - Detectie voorspankanaal mbv radar
    - Aantal en locatie voorspankanalen
  - Doormeten voorspankanaal mbv ultrasoon
    - Locatiebepaling kijkvensters
  - Beoordeling met kijkvensters of endoscopie
    - Verificatie ultrasoonmeting inclusief beoordeling injectiegrout en voorspanstaal

NEBEST

33

Radar



NEBEST

34

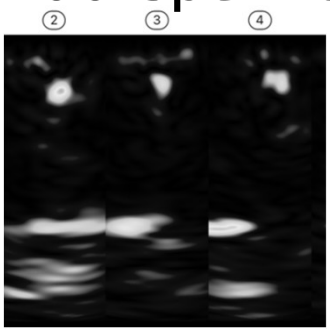
Ultrasone Pulse Echo, voorspankanalen



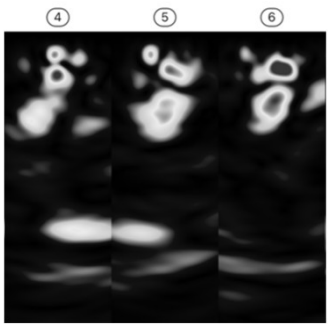
NEBEST

35

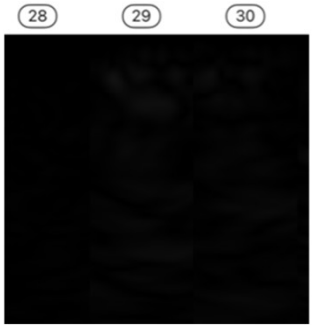
Ultrasone Pulse Echo, voorspankanalen



Goede meting



Indicatie

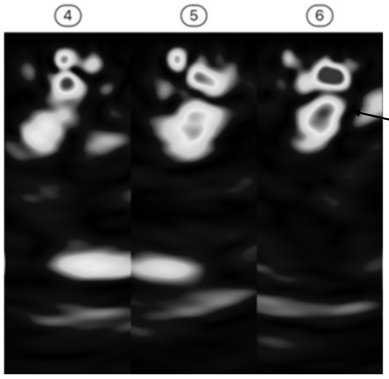


Indicatie

NEBEST

36

Ultrasone Pulse Echo, voorspankanalen

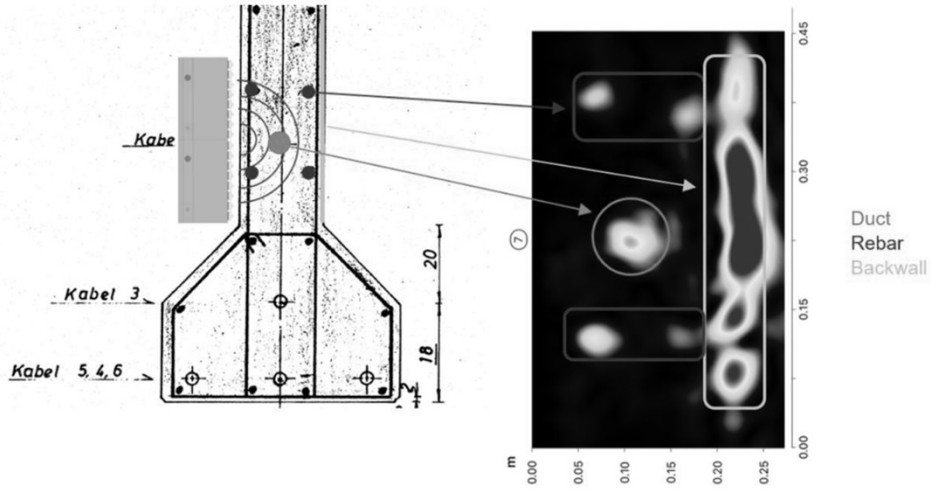




NEBEST

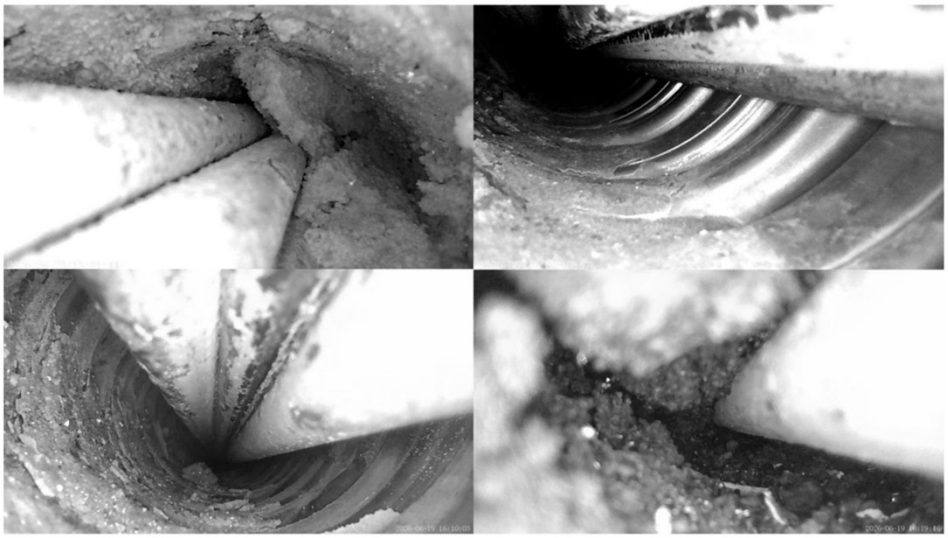
37

Amplitudeanalyse



NEBEST

38

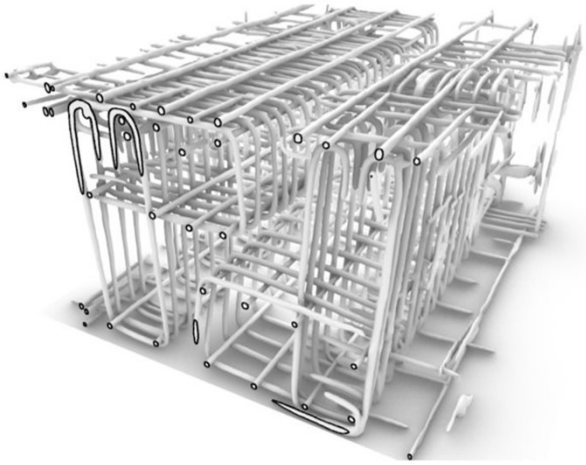


NEBEST

39

Muon flux





NEBEST

40

Hergebruik TT-platen



NEBEST

41

Succesverhaal: Parkeergarages

TT-liggers op staalconstructie

- Ziekenhuis Delft → Dierenpark Amersfoort
- Ziekenhuis Nieuwegein → Strijp-S Eindhoven

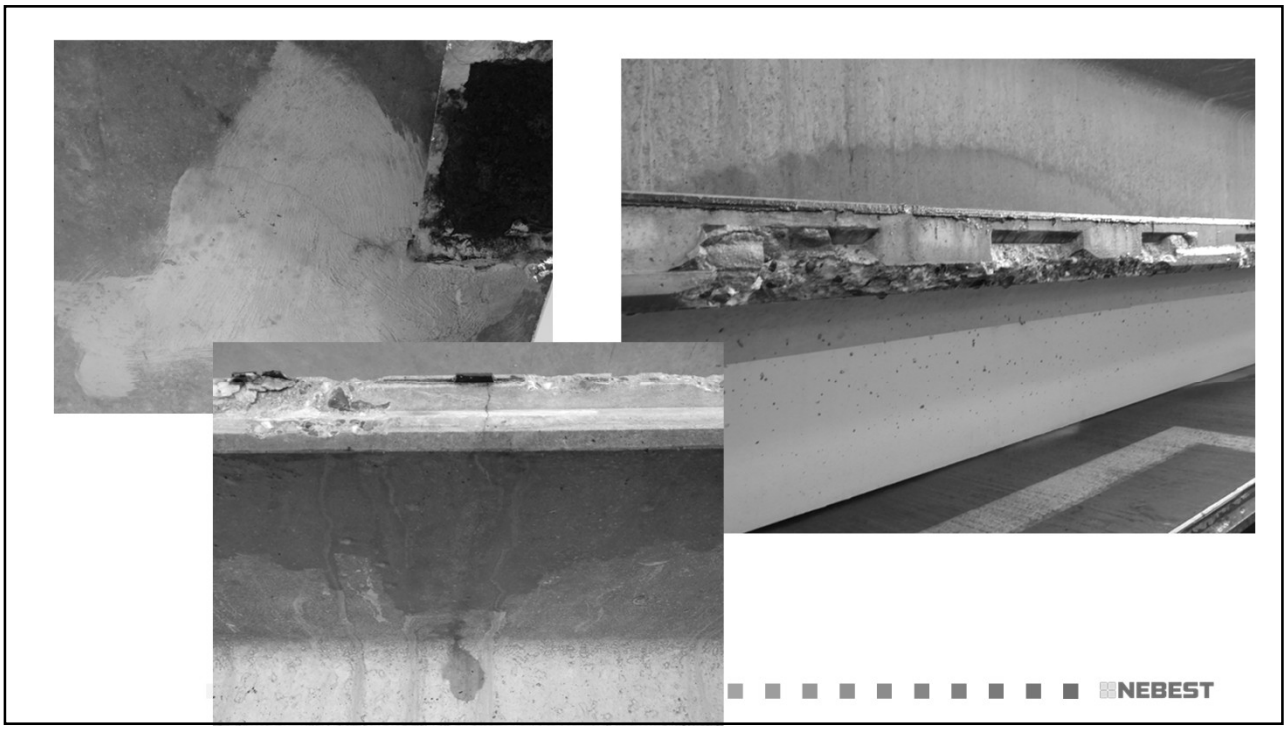
- Onderzoek schade
- Levensduur beschouwing
  - Risico-analyse
  - Onderzoek restlevensduur
  - Chloriden, carbonatatie
- Onderzoek na demonteren
- Moeten wel aan nieuwe normen voldoen.
- Wat bij 2e en 3e keer hergebruik?



42

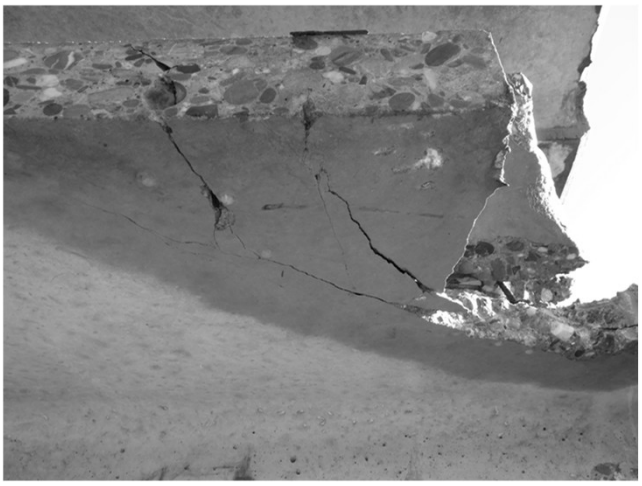


43



44

Veel schade door demonteren



NEBEST

45





NEBEST

46



NEBEST

47

chloridegehalte

Locatie	Onderdeel	Leverancier & jaartal	Betondekking						Chloridegehalte t.o.v. cementmassa			
			[mm]						[%]			
			st.	min.	max.	gem.	s.a.	95%-grens	0-10 mm	10-20 mm	20-30 mm	30-40 mm
K1	Bovenzijde flens	Hoco 2004	16	25	32	29	2	26	0,2	0,1	0,0	-
K2	Bovenzijde flens	Hoco 2004	17	23	33	29	3	24	0,7	0,0	0,0	-
K3	Bovenzijde flens	Hoco 2004	17	21	34	29	3	24	1,0	0,3	0,0	-
K4	Bovenzijde flens	Hoco 2004	12	24	35	30	2	27	0,7	0,2	0,0	-
K5	Bovenzijde flens	Hoco 2004	12	26	35	31	2	28	0,4	0,0	0,0	-
K6	Bovenzijde flens	Hoco 2004	14	20	36	31	5	23	-	0,0	0,0	0,0
K7	Bovenzijde flens	Haitsma 1994	13	28	44	39	2	36	-	0,1	0,0	0,0
K8	Bovenzijde flens	Haitsma 1994	12	37	44	40	3	35	-	0,2	0,0	0,0
K9	Bovenzijde flens	Haitsma 1994	17	35	43	39	2	36	-	0,0	0,0	0,0
K10	Bovenzijde flens	Haitsma 1994	15	36	42	39	2	36	-	0,3	0,1	0,0
K11	Bovenzijde flens	Haitsma 1994	13	34	42	37	2	34	-	0,0	0,0	0,0
K12	Bovenzijde flens	Haitsma 1994	13	35	43	39	2	36	-	0,0	0,0	0,0
s.a.	Standaardafwijking.											
95%-grens	Statistisch bepaalde ondergrens waar boven 95% van de betondekking zich bevindt. Berekening 95%-grens = gem – (1,64 * s.a.).											

NEBEST

48

Carbonatatiediepte

Locatie	Onderdeel	Betondekking						Carbonatatiediepte	
		[mm]						[mm]	
		st.	min.	max.	gem.	s.a.	95% grens	gem.	max.
K1	Bovenzijde flens	16	25	32	29	2	26	< 1	< 1
K2	Bovenzijde flens	17	23	33	29	3	24	< 1	< 1
K3	Bovenzijde flens	17	21	34	29	3	24	< 1	< 1
K4	Bovenzijde flens	12	24	35	30	2	27	< 1	< 1
K5	Bovenzijde flens	12	26	35	31	2	28	< 1	< 1
K6	Bovenzijde flens	14	20	36	31	5	23	< 1	< 1
K7	Bovenzijde flens	13	28	44	39	2	36	1	1
K8	Bovenzijde flens	12	37	44	40	3	35	1	2
K9	Bovenzijde flens	17	35	43	39	2	36	< 1	< 1
K10	Bovenzijde flens	15	36	42	39	2	36	< 1	< 1
K11	Bovenzijde flens	13	34	42	37	2	34	< 1	1
K12	Bovenzijde flens	13	35	43	39	2	36	< 1	< 1
K13	Zijkant lijf	10	26	31	28	2	25	< 1	< 1
K14	Zijkant lijf	12	24	34	29	3	24	< 1	< 1
K15	Zijkant lijf	12	25	32	27	2	24	< 1	1

NEBEST

49

Druksterkte

Locatie	Onderdeel	Leverancier & jaartal	Eigenschappen		Resultaten beproevingen	
			Diameter	Vol. massa	Bezwijklast	Druksterkte
			[mm]	[kg/m3]	[kN]	[N/mm2]
K13	Lijf TT-plaat	Hoco 2004	76	2360	493,9	109,4
K14	Lijf TT-plaat	Hoco 2004	76	2350	502,0	111,1
K15	Lijf TT-plaat	Hoco 2004	76	2360	511,2	113,7
K16	Lijf TT-plaat	Hoco 2004	96	2360	822,4	114,5
K17	Lijf TT-plaat	Hoco 2004	76	2410	520,1	115,1
K18	Lijf TT-plaat	Hoco 2004	76	2410	552,1	121,9
K19	Lijf TT-plaat	Hoco 2004	76	2360	542,9	120,0
K20	Lijf TT-plaat	Hoco 2004	76	2360	519,7	115,2
K21	Lijf TT-plaat	Haitsma 1994	95	2420	714,4	100,2
K22	Lijf TT-plaat	Haitsma 1994	95	2430	800,0	112,2
K23	Lijf TT-plaat	Haitsma 1994	96	2450	739,3	103,0
K24	Lijf TT-plaat	Haitsma 1994	95	2440	740,6	103,8
K25	Lijf TT-plaat	Haitsma 1994	96	2430	771,6	107,5
K26	Lijf TT-plaat	Haitsma 1994	95	2460	819,7	115,2
K27	Lijf TT-plaat	Haitsma 1994	96	2450	773,3	107,3
K28	Lijf TT-plaat	Haitsma 1994	95	2510	706,9	99,0

NEBEST

50

Advies

- Duurzaamheid Evt volgens CUR 121
- Dekking Brandveiligheid, duurzaamheid
- Gegevens voor herberekening

- Hersteladvies
  - Duurzaamheid herstellen
  - Uiterlijk en bruikbaarheid

NEBEST

51





NEBEST

52

Lessen

- Per schade type en plek op plaat nauwkeurige afspraken maken hoe hersteld moet worden.
- Per plaat vooraf inventariseren.
- Werkplan reparatieaannemer te vaag.
- Zeker als ze er niet als nieuw uithoeven te zien.

NEBEST

53

Bedankt

- Maarten Swinkels
- 06 – 5312 1574

NEBEST

54