

Bepaling ondergrens verwachte restlevensduur



Edward Ermens

30 juni 2022

Waarom?



Waarom

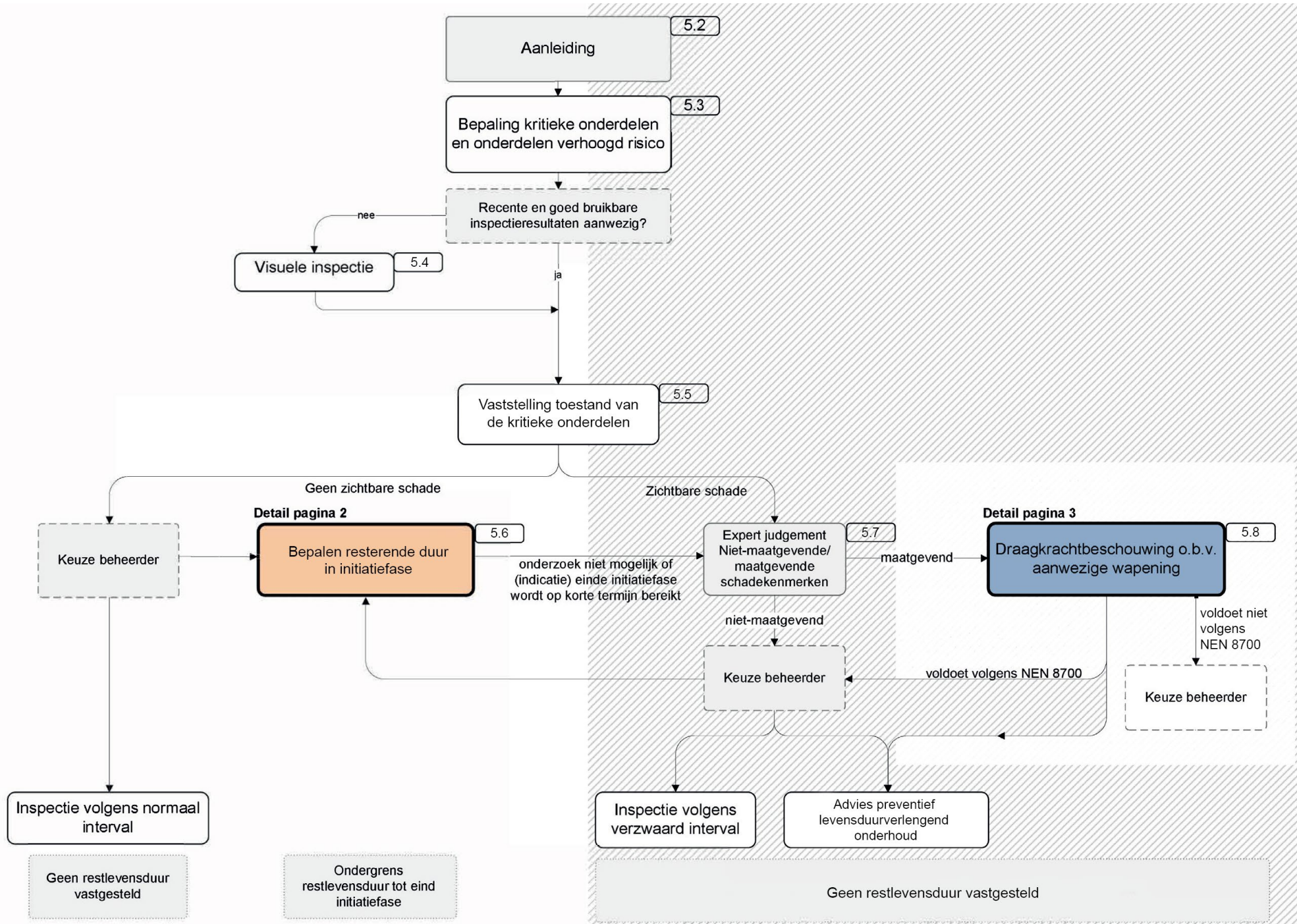
- Bepalen onderhoudstoestand i.r.t. ouderdom
- Toekomstverwachting object en (onderhouds)maatregelen
- Haalbaarheids-studies

CUR-Aanbeveling 121:2018

Bepaling ondergrens verwachte restlevensduur
van bestaande gewapende betonconstructies

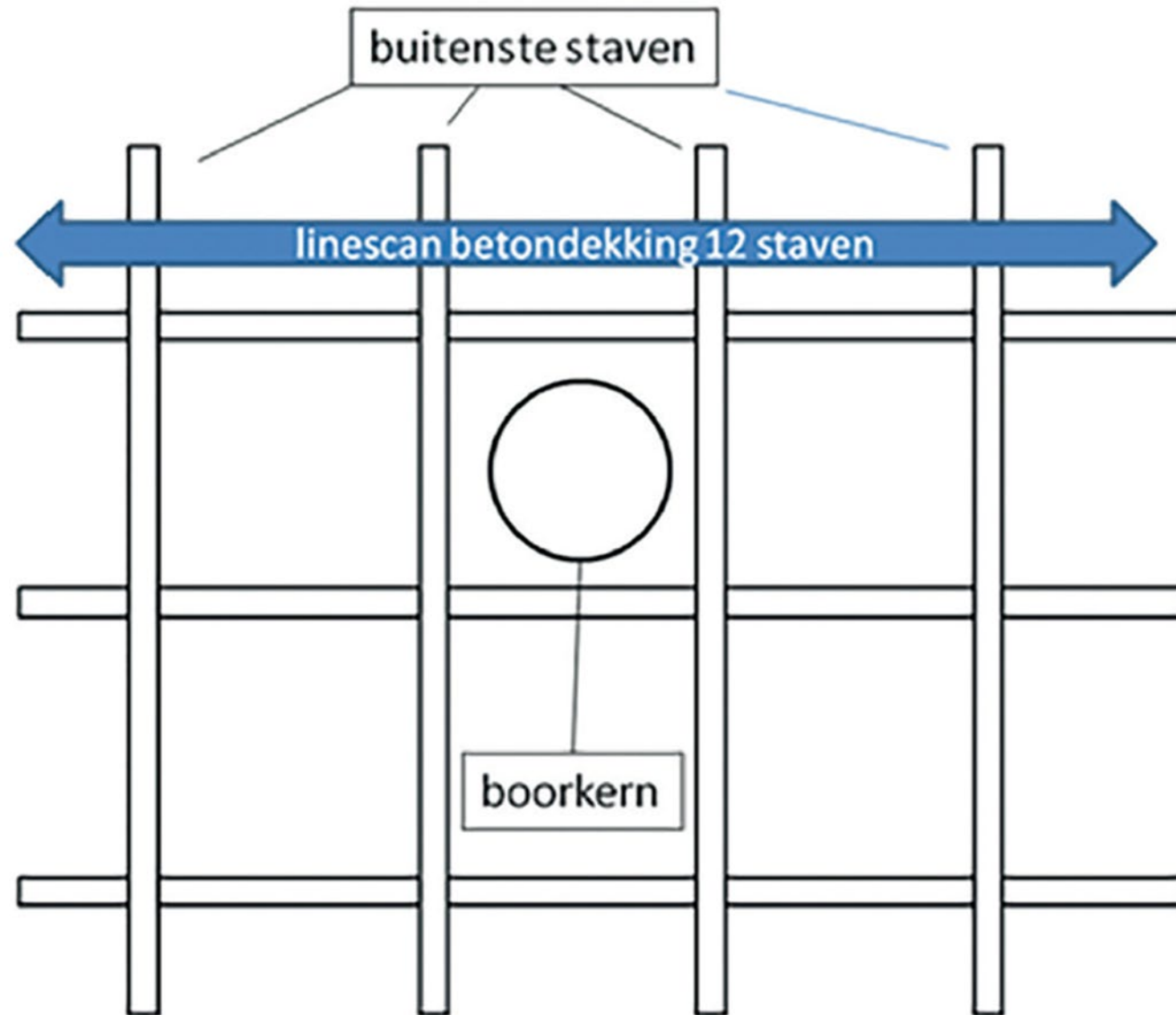
Methode voor het bepalen van het einde van de
initiatiefase bij bestaande civiele betonconstructies











Het begin... ■ CUR-121 ■ **Methodiek** ■ Carbonatatie ■ Chloride

■ Betondekking



Het begin... ■ CUR-121 ■ Methodiek ■ Carbonatatie ■ Chloride

Locatie 1: $X_{m-5} = 15 \text{ mm}$ $X_{c,m} = 13 \text{ mm}$	Locatie 2: $X_{m-5} = 16 \text{ mm}$ $X_{c,m} = 8 \text{ mm}$	Locatie 3: $X_{m-5} = 12 \text{ mm}$ $X_{c,m} = 10 \text{ mm}$
 $t_R = 7 \text{ jaar}$	 $t_R = 60 \text{ jaar}$	 $t_R = 9 \text{ jaar}$
$t_R = 13 \text{ jaar}$ 	$t_R = -3 \text{ jaar}$ 	$t_R = 105 \text{ jaar}$ 
Locatie 4: $X_{m-5} = 18 \text{ mm}$ $X_{c,m} = 14 \text{ mm}$	Locatie 5: $X_{m-5} = 12 \text{ mm}$ $X_{c,m} = 13 \text{ mm}$	Locatie 6: $X_{m-5} = 15 \text{ mm}$ $X_{c,m} = 6 \text{ mm}$

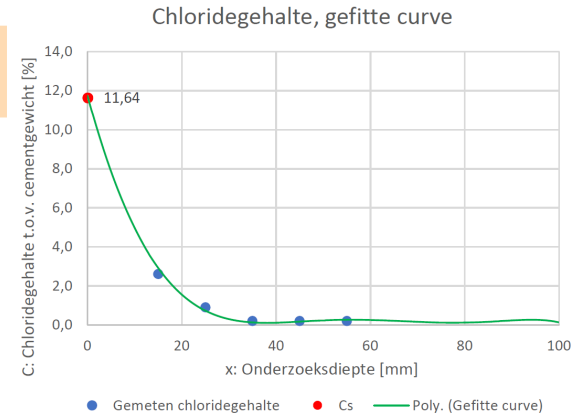
Resterende duur initiatie

Rekenwijze resterende duur initiatiefase voor chloride-geïnitieerde wapeningscorrosie
Conform CUR-Aanbeveling 121:2018 Bijlage A

$$C(x, t) = C_s - (C_s - C_i) \cdot \operatorname{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{4 \cdot D_a \cdot t}}\right)$$

Invoer

Bouwjaar	1971
t_{insp}	49 jaar
C_{crit}	0,5 %
x_M	74,0 mm
Sa	8,0 mm
x_{M-5}	69,0 mm



Laboratoriumresultaten

Midden van gemeten plak [mm]	Gemeten chloridegehalte [%]	C_{geschat}	Standaardfout ²
x	C		
5			
15	2,6	2,8	0,005703
25	0,9	0,7	0,052671
35	0,2	0,2	0,038769
45	0,2	0,2	0,004566
55	0,2	0,2	0,007079

C_s	11,64
C_i	0,18
D_a	1,58

Som 0,108788 <--

Bepaling modelparameters C_s , C_i en D_a , door standaardfout zo klein mogelijk te maken

$$C_{\text{crit}} = C_s - (C_s - C_i) \cdot \operatorname{erf}\left(\frac{x_m}{\sqrt{4 \cdot D_a \cdot t_i}}\right)$$

t_i 311 jaar einde initiatiefase t.o.v. bouwjaar

$C_{\text{crit_berekend}}$ 0,5 % <-- $C_{\text{crit_berekend}}$ matchen aan C_{crit} door wijzigen t_i

Restlevensduur	$(t_i - t_{\text{insp}})$	=	262 jaar
----------------	---------------------------	---	----------

Tijdsinterval

a	≤ 5 jaar	
b	> 5 en < 15 jaar	
c	≥ 15 jaar	<--

Bepalen resterende duur
in initiatiefase

Uitvoeren onderzoeken:
- Carbonatatie
- Chlorideindringing
.....

degelijk onderzoek niet mogelijk

Bepaling tijd (T_R) tot einde
initiatiefase

≤ 5 jaar

5-15 jaar

≥ 15 jaar

Risicoanalyse
constructieve veiligheid

hoog

laag

Nauwkeuriger/nader
onderzoek

hoog risico

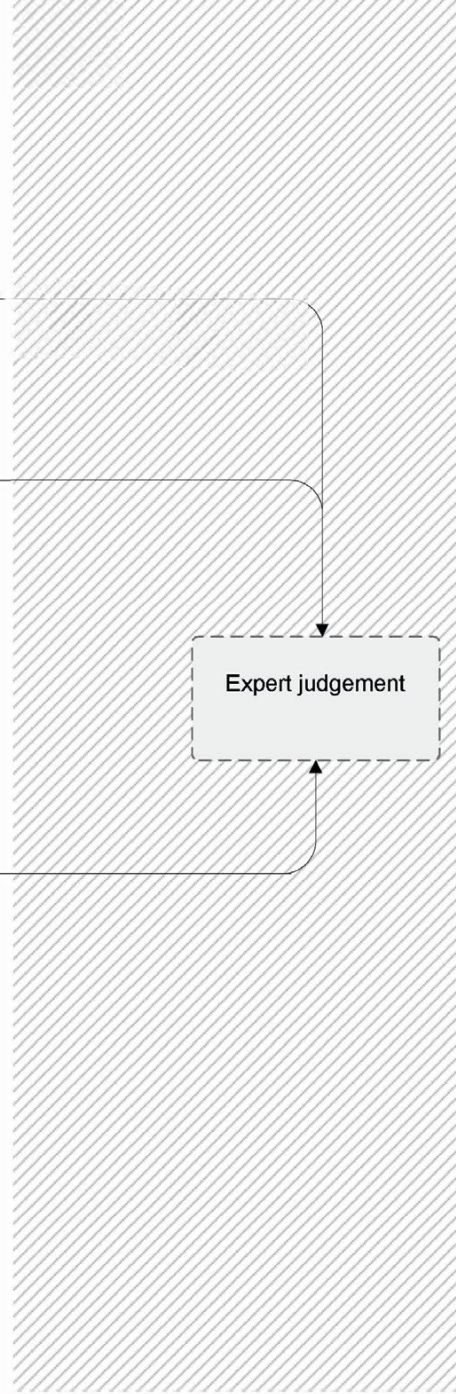
laag risico

Keuze beheerder

Bepalen termijn inspectie
mede o.b.v. risicoanalyse
constructieve veiligheid

Advies preventief
onderhoud

Expert judgement



Kanttekeningen

- Veel gaten
 - Zeker i.g.v. ophogen C_{crit}
- Onzekerheid na initiatie
- Verschil locaties carbonatatie en chlorides
- Bepaling blijft vrij complex en (soms) kostbaar
- Afhankelijkheid deskundigheid gebruiker
- Onnauwkeurigheid cementgehalten

Kanttekeningen

- Conservatief:
 - Keuze boorlocaties
 - Uitspraak o.b.v. $x_m - 5$
 - 2 meetplaatsen per interval \rightarrow jongste interval
 - Einde RLD mogelijk \gg einde initiatie

Eventueel...

CUR-aanbeveling 121, afgeslankte vorm, want:

- Omvang KW/budget OG/impact onderzoek
- Gewenste RLD beperkt
 - Schade \neq Falen
- Expert judgement

CUR-aanbeveling 121

- Goed toepasbare basis o.b.v. stand der techniek
- Altijd veilige uitspraken
- Ervaringen en input gewenst, bijvoorbeeld:
 - 5 of 7 kernen, onderscheid in omvang KW
 - Toepassing ander type objecten
- Database KW
- Ook (gebruik) door eigenaren!

