

Scheuranalyse

SectionPro Tutorial — Scheurbreedte w_k en maximale scheurafstand $s_{r, \max}$ in de bruikbaarheidsgrenstoestand volgens Eurocode 2

BridgeKernel · 2026

Inleiding

Gewapend beton scheurt onder gebruiksbelastingen. Scheuren tasten de veiligheid niet aan, maar te grote openingen stellen de wapening bloot aan water, chloriden en CO_2 , wat corrosie veroorzaakt. Normen beperken daarom w_k in de BGT.

SectionPro past de directe berekeningsmethode van Eurocode 2 toe. De scheurbreedte is het product van de maximale scheurafstand en de gemiddelde differentiële rek staal–beton:

$$w_k = s_{r, \max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

De scheurafstand hangt af van de dekking c , de staafdiameter φ_s , de hechtfactor k_1 en het effectief wapeningspercentage $\rho_{p, \text{eff}}$:

$$s_{r, \max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\varphi_s}{\rho_{p, \text{eff}}}$$

De gemiddelde differentiële rek omvat het tension stiffening (beton tussen scheuren draagt een deel van de trekkracht):

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct, \text{eff}}}{\rho_{p, \text{eff}}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p, \text{eff}})}{E_s} \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

De effectieve trekhoogte $h_{c, \text{eff}}$ wordt automatisch berekend: $h_{c, \text{eff}} = \min(2.5(h - d), (h - x)/3, h/2)$.

Berekende resultaten

SectionPro levert per scheurbreedteanalyse:

Resultaten per geval

w_k : scheurbreedte
 $s_{r, \max}$: max. scheurafstand
 σ_s : staalspanning

Tussenwaarden

$h_{c, \text{eff}}$, $A_{c, \text{eff}}$, $A_{s, \text{eff}}$, $\rho_{p, \text{eff}}$
 k_2 , φ_s , $\Delta\varepsilon$
 d , x , c

Export

PDF, Excel (.xlsx), Tekst
Maatgevende combinaties, tussenwaarden

Rechthoekige plaat

Invoergegevens

Beton

- Rechthoekige doorsnede
- Breedte $b = 1.00$ m
- Hoogte $h = 0.30$ m

Wapening

- 14 staven $\varnothing 14$ ($\varphi_s = 14$ mm)
- 7 onder + 7 boven, h.o.h. 157 mm
- Dekking 30 mm, 1 laag per zijde
- $A_s = 14 \times 1.539 = 21.55$ cm²

Materiaalwetten (EC2)

- Beton C30/37: $f_{ck} = 30$ MPa
- Staal B500B: $f_{yk} = 500$ MPa

Data

← Solid Rectangular Section

Concrete

Width (m) Height (m)

1 0.3

Reinforcement ⓘ

Mode: count on each side ▾

Define one or multiple layers of reinforcement:

Layer position: Top ▾

Number of rebars Bar diameter (mm) Concrete cover (mm) Layers (1 or 2)

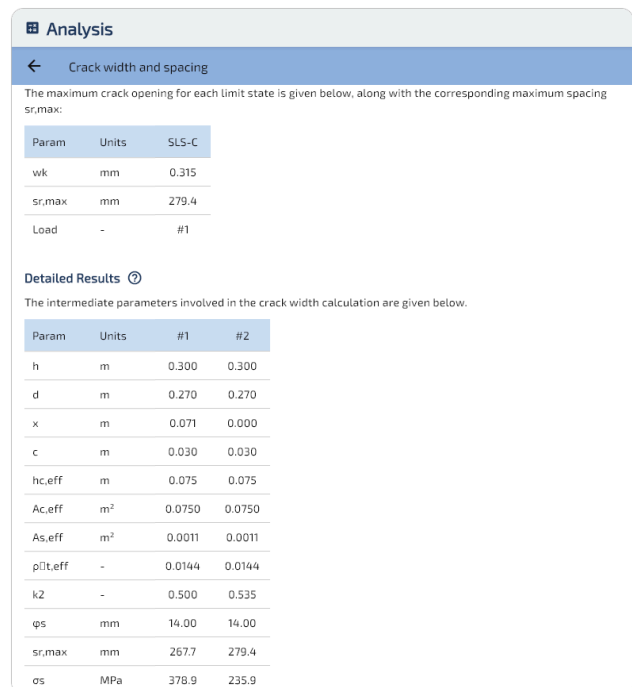
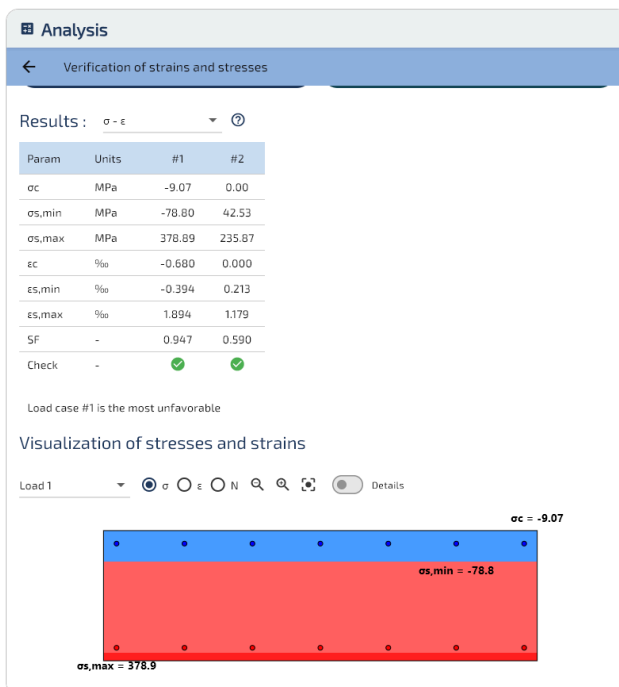
7 14.0 30.0 1

Submit Infos

Figuur 1: Rechthoekige plaat.

Resultaten

De scheurbreedte wordt bepaald voor twee belastingtoestanden: zuivere buiging en overheersende trek. Scheurparameters hebben de aanbevolen waarden: $k_t = 0.6$ (lange termijn), $k_1 = 0.8$ (staven met goede hechting), $k_3 = 3.4$, $k_4 = 0.425$, $f_{ct,eff} = 3.2$ MPa.



Figuur 2: Plaat: spanning-rek toestand (links) en scheurbreedtetabel (rechts).

Bij zuivere buiging ($M_z = 100$ kN · m) ligt de neutrale lijn op $x = 71$ mm, waardoor $h - x = 229$ mm van de doorsnede op trek staat. Met $k_2 = 0.5$ geeft de afstandsformule $s_{r,max} = 267.7$ mm. De scheurbreedte $w_k = 0.315$ mm overschrijdt de gebruikelijke limiet van 0,3 mm: een dikkere plaat of nauwere staafverdeling zou in de praktijk nodig zijn.

Bij trek ($N = -300 \text{ kN}$, $M_z = 25 \text{ kN} \cdot \text{m}$) is de volledige doorsnede gescheurd ($x = 0$). Ondanks volledige scheurvorming is $w_k = 0.198 \text{ mm}$ kleiner dan bij buiging, omdat alle 14 staven de last delen en σ_s daalt van 379 naar 236 MPa. De factor $k_2 = 0.535$ weerspiegelt de licht niet-uniforme rekverdeling door het resterende buigmoment.

I-ligger: zuivere buiging

Invoergegevens

Beton

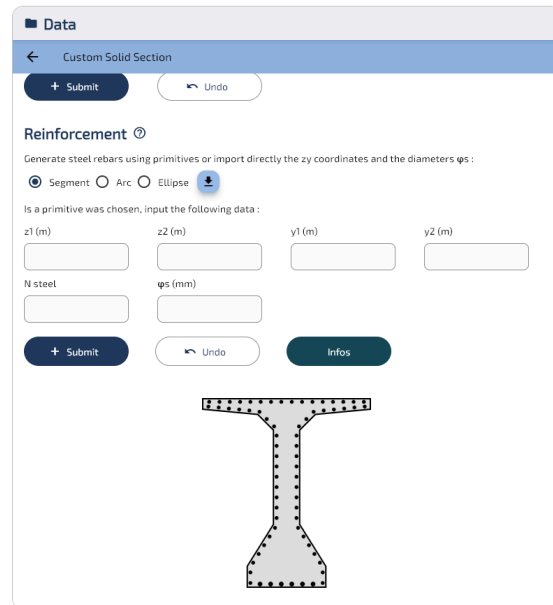
- I-vormige doorsnede met aanschuiningen
- Onderflens: $b = 0.75 \text{ m}$
- Lijf: $b_w = 0.25 \text{ m}$
- Bovenflens: $b_f = 1.60 \text{ m}$
- Totale hoogte $h = 1.80 \text{ m}$

Wapening (alleen slap staal)

- 70 staven totaal (HA16 + HA20)
- 6 HA20 als onderwapening
- 64 HA16 verdeeld langs de doorsnederand

Materiaalwetten (EC2)

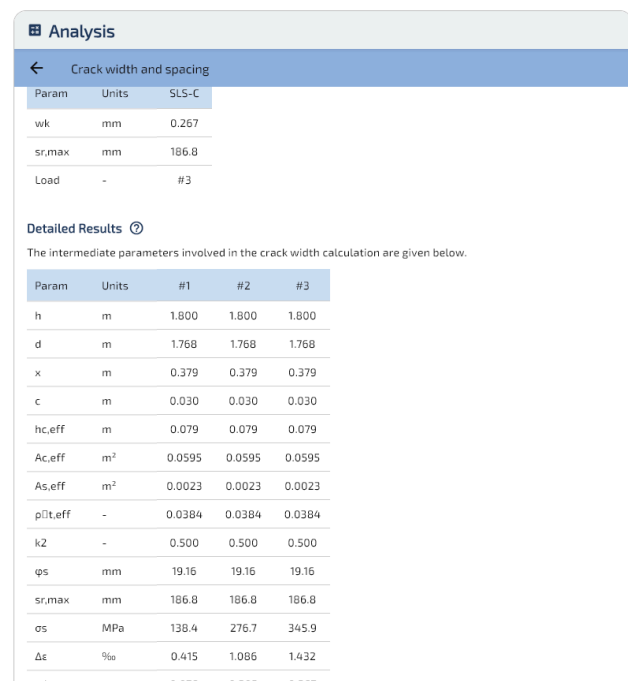
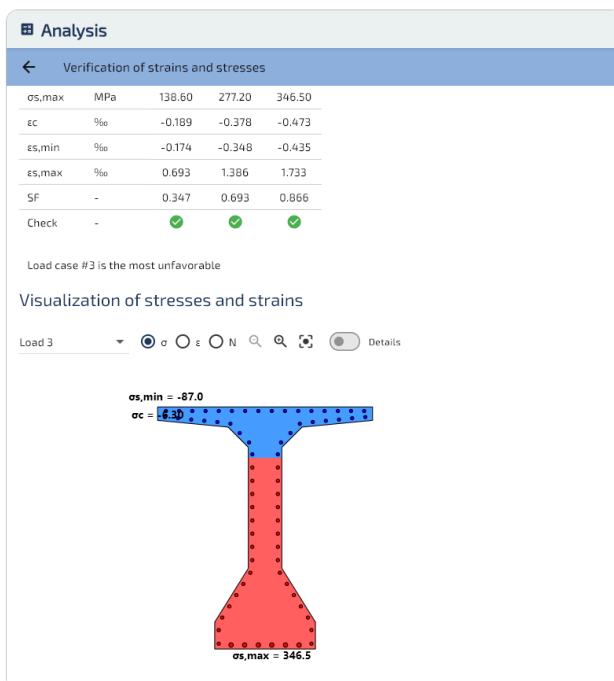
- Beton C30/37: $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- Staal B500B: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$



Figuur 3: I-ligger.

Resultaten

De I-ligger wordt belast in zuivere buiging bij drie toenemende momentniveaus ($M_z = 1000, 2000$ en $2500 \text{ kN} \cdot \text{m}$). Scheurparameters: $k_t = 0.6$, $k_1 = 0.8$, $k_3 = 3.4$, $k_4 = 0.425$, $f_{ct,eff} = 2.9 \text{ MPa}$.



Figuur 4: I-ligger: spanning-rek toestand (links) en scheurbreedtetabel (rechts).

De scheurbreedte neemt toe met het aangelegde moment: $w_k = 0.078$ mm bij $M_z = 1000$ kN · m, 0.203 mm bij 2000 kN · m en 0.267 mm bij 2500 kN · m, alle onder de limiet van 0,3 mm. De scheurafstand $s_{r,max} = 186.8$ mm blijft constant over alle belastingniveaus, omdat deze alleen afhangt van geometrie en wapeningsindeling.

Benchmark

De scheurbreedteberekening is instantaan: minder dan 10 ms voor gangbare projecten (tot 1 000 BGT-gevallen) en minder dan een halve seconde zelfs bij 100 000 gevallen.

Export

SectionPro exporteert de scheurbreedteanalyse in drie formaten: **PDF**, **tekst** (kolommen met vaste breedte) en **Excel** (.xlsx). De export bevat alle resultaten per belasting (w_k , $s_{r,max}$, σ_s , $h_{c,eff}$, $\rho_{p,eff}$, enz.) gesorteerd op afnemende w_k .

Crack width and spacing				
GENERATED BY THE SECTIONPRO SOFTWARE ON : 2026-05-21 17:33				
Main results				
Param	Units	SLS-C		
wk	mm	0.267		
sr,max	mm	186.8		
Load	-	#3		

Below are the crack openings wk and their maximum spacing sr,max for the most unfavorable loads of each limit state. The obtained values can then be compared with the limits prescribed by the normative context.

Detailed Results				
Below are the intermediate parameters involved in the EN-1992 calculation methodology:				
Param	Units	#3	#2	#1
h	m	1.800	1.800	1.800
d	m	1.768	1.768	1.768
x	m	0.379	0.379	0.379
c	m	0.030	0.030	0.030
hc,eff	m	0.079	0.079	0.079
Ac,eff	m ²	0.0595	0.0595	0.0595
As,eff	m ²	0.0023	0.0023	0.0023
pt,eff	-	0.0384	0.0384	0.0384
k2	-	0.500	0.500	0.500
φs	mm	19.16	19.16	19.16
sr,max	mm	186.8	186.8	186.8
σs	MPa	345.9	276.7	138.4
Δε	‰	1.432	1.086	0.415
wk	mm	0.267	0.203	0.078

GENERATED BY THE SECTIONPRO SOFTWARE

Figuur 5: PDF-export: scheurbreedteresultaten.

Conclusie

De directe scheurbreedteberekening volgens EC2 §7.3.4 biedt een rigoureuze beoordeling van de scheurtoestand in de bruikbaarheidsgrenstoestand. SectionPro automatiseert de volledige procedure:

van de spanning-rek analyse tot de bepaling van de effectieve trekzone $h_{c,\text{eff}}$, de scheurafstand $s_{r,\text{max}}$ en de uiteindelijke scheurbreedte w_k .

De twee voorbeelden illustreren contrasterende scenario's: een rechthoekige plaat onder buiging en trek, en een I-ligger onder toenemende buigmomenten.

De berekening is toepasbaar op doorsneden van willekeurige vorm: de effectieve trekzone en wapeningsdetectie worden berekend uit de algemene doorsnede-geometrie, zonder beperking tot rechthoekige aannames. De methode is ook toepasbaar in andere normkaders door de scheurparameters (k_t , k_1 , k_3 , k_4 , $f_{ct,\text{eff}}$) aan te passen aan de waarden voorgeschreven door de toepasselijke ontwerpnorm.