



**Poul Christiansen**  
**Rådgivende Ingeniør ApS**

# Binderoptimering

## Vejledning

---





**Poul Christiansen  
Rådgivende Ingeniør ApS**

**Titel:**

Binderoptimering -  
Vejledning

**Rekvirent:**

Xella Danmark A/S

**Udarbejdet af:**

Poul Dupont Christiansen  
Rådgivende Ingeniør ApS  
Norsmindevej 13  
8340 Malling  
Tlf.: 42 45 38 20  
Cvr: 38 06 07 83

**Opgavenr.** Sag#163

**Dato:** 24.08.2020

*Resultater beskrevet i denne rapport, må kun anvendes eller gengives i sin helhed og må alene anvendes i denne sag.*



## **Indledning**

Efter aftale med **Xella Danmark A/S** har Poul Dupont Christiansen, Rådgivende Ingeniør ApS udviklet et regneark til optimering af binderplacering, således at der:

- er tilstrækkelig bindere til at overføre vindlasten
- anvendes flest mulig bindere i **1 m linier**, hvor der ikke skal indbores bindere, men der kan anvendes indlimningsbindere (Silka Multiplus)

Beregningen angives i regneark således, at parametre kan ændres svarende til de aktuelle projekter.

## **Beregning**

Beregningen anvender følgende metodik, hvor der tages udgangspunkt i søjler mellem åbninger, og der i princippet betragtes 1 m i højden:

- Langs åbningerne skal der placeres bindere pr min 400 mm. Kan vægfeltet spænde udkraget placeres kun 1 binderkolonne med 2 bindere. Se figur 1 – ellers 4 bindere (2 i hver side). Se figur 2
- Kan murværket spænde 1 m i lodret retning placeres ikke yderligere bindere. Se figur 3
- Kan murværket ikke spænde 1.0 m lodret indsættes bindere således, at det kan spænde vandret. Se figur 4.



Supplerende til bindernes bæreevne undersøges om:

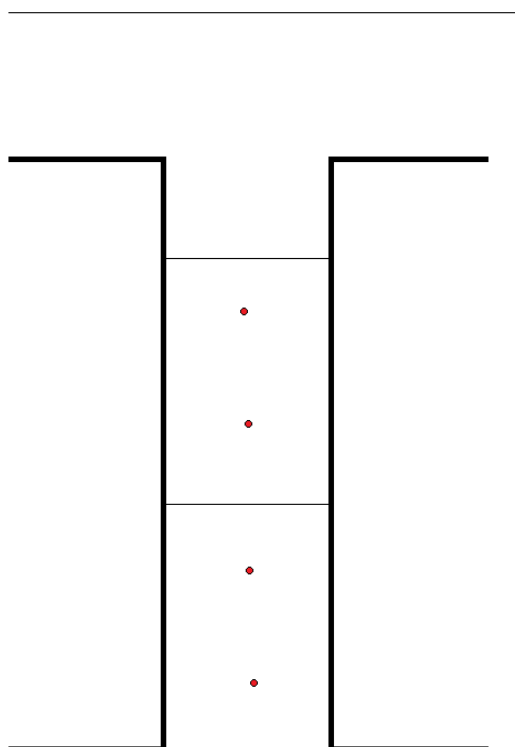
- der i bund er glidning, som illustreret på figur 3
- murværkets vandrette spænd overstiger bæreevnen af murværket mht bøjning om lodret akse ( $f_{xk2}$ )
- murværket har tilstrækkelig bæreevne til at spænde 0,5 m i lodret retning

Disse forhold er sjældent problematisk, men i eventuelle tilfælde markeres dette med rødt som illustreret i nedenstående tabel

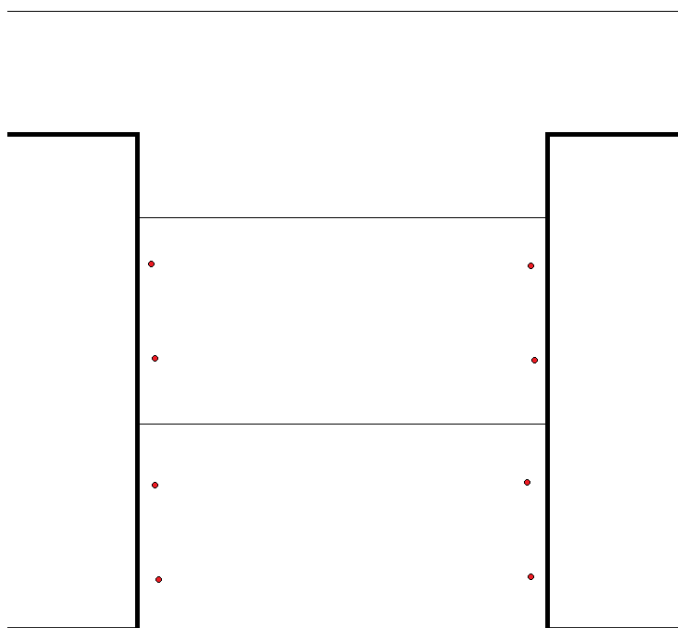
<b>Tabel 1</b>		<b>Bredde</b>	
<b>Antal fri rand bindere pr m lodr</b>	<b>1,0 Antal extra midt i vægfelt</b>	<b>Probl. m spænd og glidning</b>	<b>Antal Multiplus pr m lodr</b>
2	0		1
4	1		4
		Glidning!	
4	1		4
		Glidning!	
4	1	Spænd!	5
		Glidning!	

Såfremt:

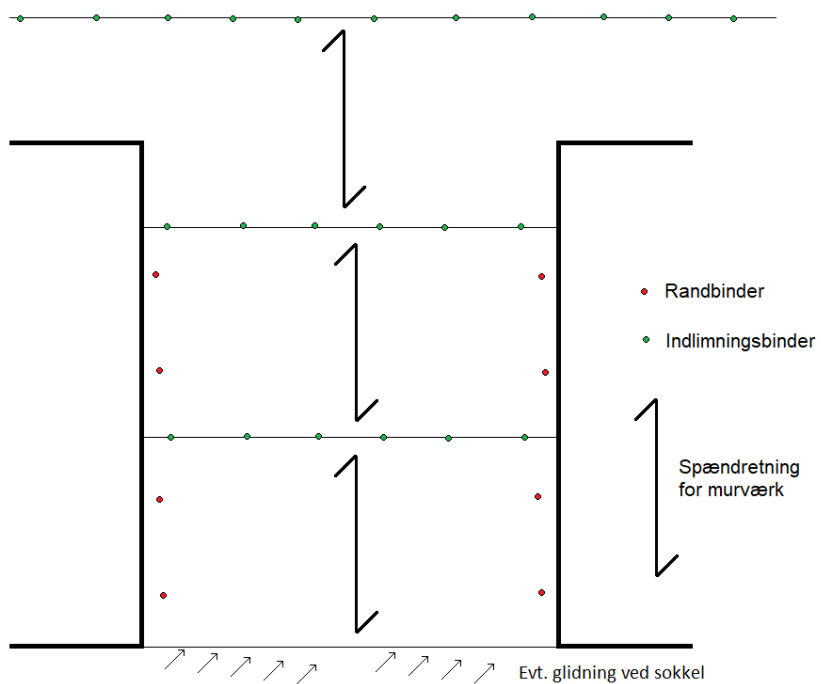
- glidning optræder, skal der monteres bindere ved bund
- der opstår problemer med vandret spænd, skal der foretages en manuel vurdering
- der opstår problemer med lodret spænd ( $< 0,5$  m) indsættes bindere pr 4. skifte, og der foretages en manuel vurdering



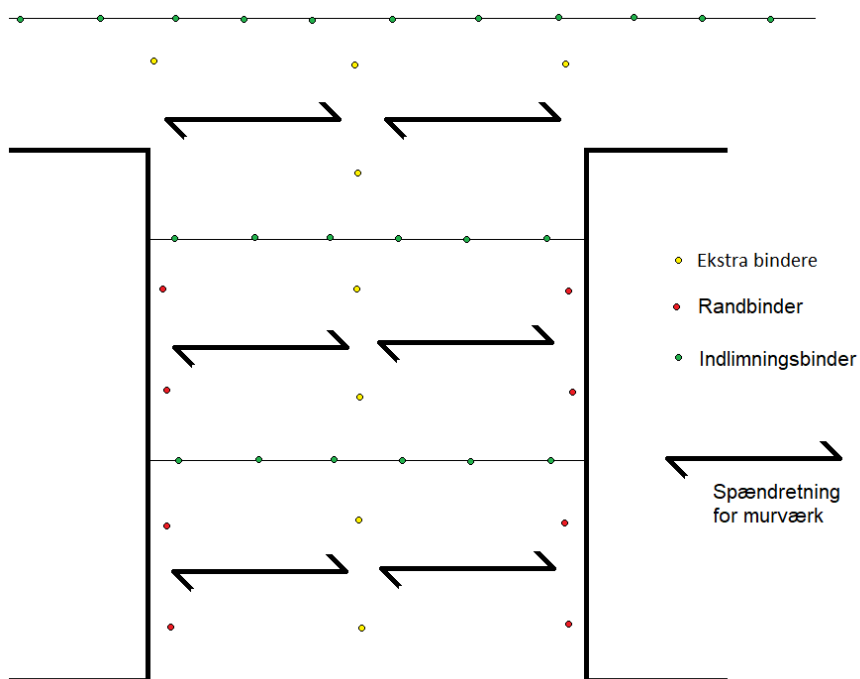
Figur 1. Skitse af indborede randbinder mellem 1 m linier (2 bindere mellem 1 m linier)



Figur 2. Skitse af indborede randbinder mellem 1 m linier (4 bindere mellem 1 m linier)



Figur 3. Murværk spænder lodret mellem 1 m vandrette binderlinier



Figur 4. Murværk spænder vandret mellem binderkolonner



I brystninger og ved overliggere placeres samme type/mængde bindere som mellem søjlerne.

Ekstrabindere og randbindere er generelt indboringsbindere

## Input

Til brug ved beregningen anvendes bæreevne for:

Indboringsbinder ( $F_{Rd,indb}$ ):

$$F_{Rd,indb} = 331 \text{ N (bestemt i bilag 1) (Celle M5)}$$

Silka Multiplus ( $F_{Rd,lim}$ ):

$$F_{Rd,lim} = 352 \text{ N (Celle M8)}$$

Værdien for Silka Multiplus er bestemt ud fra forsøg på teknologisk Institut (0308/923901, 2020-06-18) samt efterfølgende analyse (PDC, sag 163, 07.07.2020). Følgende værdier er bestemt:

Tabel 2. Bæreevner. Multiplus (N)

Hulrumslængde (mm)	Karakteristisk Værdi	Regningsmæssig værdi ( $\gamma_M = 1,7$ )	Fradrag 6 % for differensbevægelse
185	764,56	450	423
260	636,36	374	352

Øvrige input parametre:

Tabel 3. Øvrige inputparametre

Parameter	Murværk	Enhed	Værdi
Højde af byggeri		m	3
Friktions ved fugtspærre			0,40
Part.koeff for friktion			1,30
Bøjningstrækstyrke ( $f_{xk1}$ )		MPa	0,14
Bøjningstrækstyrke ( $f_{xk2}$ )		MPa	0,40
Tykkelse - formur		mm	108
Part.koeff. For bøjningsst.			1,70



## Output

For forskellige søjlebredder fås output som funktion af vindlasten

(søjlebredder i regneark er 0,5 m, 1 m, 1,5 m, 2,0 m, 3.0 m, 4.0 m og  $\infty$ )

Antal fri randbindere pr m lodret (se figur 1 og 2). Typisk 2 eller 4

Antal ekstra bindere midt i vægfelt (se figur 3 ved 0 og figur 4 for  $> 0$ )

Antal Multiplus bindere i limfuge pr m i højden. Se figur 3 og 4.

(der skal således ikke monteres Multiplus indlimningsbindere i hver 2. limfuge, hvor forbandtet ikke passer)

Tabel 4. Eksempel på output

Bredde				Regningsmæssig vindlast på formur (kN/m <sup>2</sup> )
Antal fri rand bindere pr m lodr	1,5 Antal extra midt i vægfelt	Probl. m spænd og glidning	Antal Multiplus pr m lodr	
2	0		3	1
2	0		4	1,2
2	0		5	1,4
2	0		5	1,6
4	0		4	1,8
4	0		5	2
4	0		6	2,2
4	2		5	2,4
<b>4</b>	<b>2</b>		<b>6</b>	<b>2,6</b>
4	4		5	2,8
4	4		6	3





**Poul Christiansen**  
**Rådgivende Ingeniør ApS**

## **Eksempel**

For en mursøjle med bredde = 1,5 m (med de aktuelle parametre) og en vindlast på  $2,6 \text{ kN/m}^2$  ses, at der skal 2 ekstra bindere i midten samt 6 bindere i limfuge pr m i lodret retning. Dvs afstand mellem Multiplus bindere fås til:  $1500/6 = 250 \text{ mm}$ . Se figur 4, som svarer til denne situation



## Bilag 1

Masonry.dk  
Norsmindevej 13  
8340 Malling

Sagsansvarlig: PDC  
Dato: 24-08-2020  
Tid: 09:16

Projekt navn: Xella  
Komponent: Binder 200 mm

Sagsnummer: 164  
Modul: Binder / EC6design v.8.0

### Specifikke forudsætninger

Geometri:

Fri binderlængde	= 200 mm	Diameter	= 4,0 mm
Krumningstype	= bøjet	Største forhåndsdeformation	= 4,0 mm
		Differensbevægelse	= 4,4 mm

Materialeparametre (karakteristiske værdier):

Flydespænding	$f_{yk} = 600$ MPa	Forankringsstyrke i murværk	= 2500 N
E-modul	$E_{sk} = 200000$ MPa	Forankr.styrke i letbetonelementer	= 600 N
Bagvæggen er af murværk			
Konsekvensklasse	= Normal	Kontrolklasse	= Normal

### Delresultater

Parameter	Partialkoefficient	Regningsmæssig værdi
Bindertråds flydespænding	1,20	$f_d = 500$ MPa
Bindertråds E-modul	1,20	$E_{0d} = 166667$ MPa
Forankringsstyrke i murværk	1,70	= 1471 N
Regningsmæssig bæreevne for træk alene ( $A \cdot f_d$ )		= 6280 N
Regningsmæssig Eulerkraft ( $\pi^2 \cdot E_{0d} \cdot I / L^2$ )		= 2064 N



Med den specificerede trådtype og fri binderlængde fremkaldes flydning af en differensbevægelse på 8,3 mm alene uden samtidigt træk eller tryk.

## **Resultat**

Regn.mæss. bæreevner for kombineret træk/tryk og differensbevægelse:

Trækbæreevne = 331 N

Trykbæreevne = 396 N

*Information: Forklaring på, at trykbæreevnen kan være større end trækbæreevnen.*

Ved små differensbevægelser nærmer det sig et stabilitets- (søjle-)problem. Her er trykbæreevnen som regel mindre end trækbæreevnen. Ved større differensbevægelser er det "kantspændingerne" i binderens over- og underside (forudsat lodret differensbevægelse) inde ved indspændingerne i formur og bagvæg, der er dimensionsgivende.

Tænk på en S-krummet binder uden forhåndsdeformation og med en stor differensbevægelse. Momentkurven er retliniet over binderlængden med maksimum ved de indspændte ender og nul i midten. De største kantspændinger fås derfor ved indspændingerne (formur og bagvæg). Hvis binderen herefter udsættes for træk, er der en tendens til at krumningen ved indspændingerne forøges. Hvis binderen i stedet udsættes for tryk, er der en tendens til at krumningen ved indspændingerne formindskes, mens den forøges længere inde mod binderens midte.

