



CRH Concrete A/S
Vestergade 25
DK-4130 Viby Sjælland

T. + 45 7010 3510
F. +45 7637 7001

info@crhconcrete.dk
www.crhconcrete.dk

Projekteringsprincipper for betonelementer

Dato: 08.09.2014
Udarbejdet af: TMA
Kontrolleret af: LRE/PBK
Udgave: 5
Revisionsdato: Mar.2018

Hovedkontor:
CRH Concrete A/S
Vestergade 25
DK-4130 Viby Sjælland

Hovedadministration:
CRH Concrete A/S
Ribevej 45
DK-6650 Brørup

www.crhconcrete.dk

CVR-nr. 21474878
Nordea 2149 6877 170 509

Generelt

Dette dokument angiver projekteringsprincipperne i CRH Concrete. Det er en forudsætning for ordreindgåelse, at beskrivelserne i dette dokument ligger til grund for angivelsen af armeringen i projektet.

Indhold

1. Materialedata for stål	3
2. Dæklag på bærende elementer.....	3
3. Fastsættelse af elementtykkelse	4
4. Armeringsløsninger for betonvægge	5
5. Fastsættelse af bøjlebredder	6
6. Lodrette trækforankringer	8
7. Lodrette fugesamlinger	11
8. U-bøjler langs elementkanter	13
9. Konsoller	14

1. Materialedata for stål

Slap armering

CRH Concrete får leveret stål med følgende specifikationer:

	Benævnelse	Styrke, f_y	f_t / f_y	A_{gt}
Armeringstype				
Net	N	500 MPa	1,08	5,0 %
Stangstål	K	500 MPa	1,08	5,0 %*
Bøjler	K	500 MPa	1,08	5,0 %*
Strittere	K	500 MPa	1,08	5,0 %*
Hårnålebøjler til samlinger	R3 K**	355 MPa 500 MPa	1,15 1,08	7,5 % 5,0 %
Andet stål				
Vederlagsplader		235 MPa		

* 6mm leveres med A_{gt} på 3,3%

** Anvendes kun efter nærmere aftale

Der kan anvendes følgende standard armering i elementerne:

Armeringstype	Dimension	Armeringsafstand
Net	6, 8, 10 og 12 mm	150 mm br.
Stangstål	10, 12, 16, 20, 25 mm	
Bøjler	6 mm 8 mm	150 og 100mm 150 og 100mm
Strittere	8 og 12 mm	
Hårnålebøjler	6 og 8* mm	

* Anvendes kun efter nærmere aftale

Oversigt over dimension på standard armeringsjern:

Dimension	Faktisk dimension incl. kamtoppe	Dimension	Faktisk dimension incl. kamtoppe
6 mm	6,5 mm	16 mm	19,0 mm
8 mm	9,0 mm	20 mm	23,0 mm
10 mm	11,5 mm	25 mm	28,0 mm
12 mm	14,5 mm		

Forspændt armering

Der lagerføres følgende standard linetyper:

Dimension	Benævnelse	Tværsnit	Styrke, f_y	$F_{mk}/F_{p0,1}$	A_{gt}
9,3 mm	St 1660/1860	52	1860 MPa	1,1	3,5 %
12,5 mm	St 1660/1860	93	1860 MPa	1,1	3,5 %
15,3 mm	St 1660/1860	139	1860 MPa	1,1	3,5 %

2. Dæklag på bærende elementer

Det bør tilstræbes at anvende følgende dæklag:

Krav til dæklag	Elementtykkelse	Dæklag
Passiv	100mm 120, 150, 180, 200, 250 og 300mm	15 mm 25 mm
Moderat	120, 150, 180, 200, 250 og 300mm	25 mm
Aggressiv	150, 180, 200, 250 og 300mm	35 mm
Ekstra Aggressiv	200, 250 og 300mm	45 mm

3. Fastsættelse af elementtykkelse

Vægtykkelsen vælges typisk ud fra krav til bæreevne eller til lyd. Det skal altid sikres, at den armering, man har behov for, kan være i elementet.

Specielt skal man have fokus på pladskravene til følgende:

- Korrugerede rør
- U-bøjler langs elementkanterne
- Kantarmering
- Løft i elementet

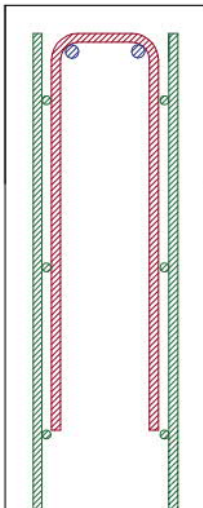
I dette dokument er vist en lang række eksempler på hvordan man fastlægger den korrekte armeringsudformning og tilhørende elementtykkelse.

OBS! Det er vigtigt, at man anvender de faktiske dimensioner for armering/korrugerede rør, når man vurderer vægtykkelsen. Disse ses i afsnit 1 – Materialer.

I de viste eksempler er der indregnet 5mm tolerance til buk af bøjler. De 5mm skal altid indregnes pr. bøjle da det ikke er praktisk muligt at bukke alle bøjler på præcis mål. Der er desuden indregnet 2mm tolerance for størrelsen på de korrugerede rør.

Hvis der skal korrugerede rør i elementet, er det ofte en god idé at tage udgangspunkt i dette, og så regne indefra og ud.

Eksempel 1



Krav:

Dæklag 25

8mm net i hver side

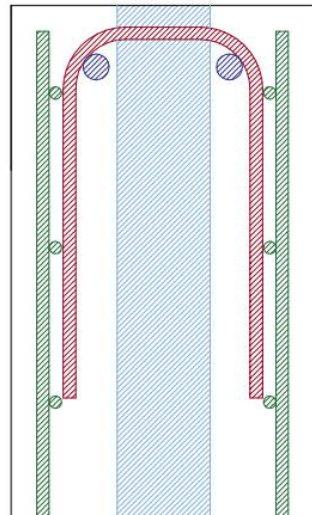
K8 U-bøjler langs kanterne

K12 kantarmering

Mindste vægtykkelse:

180mm

Eksempel 2



Krav:

Dæklag 25

12mm net i hver side

K12 U-bøjler langs kanterne

K20 kantarmering

Ø80 korrugeret rør

Mindste vægtykkelse:

300mm

4. Armeringsløsninger for betonvægge

Generelt

CRH forudsætter som standard, at nettene vender på følgende måde i vægelementer:

Normalelementer: De **lodrette** nettråde er placeret udvendigt for det færdigt monterede element.
 Vendeelementer: De **vandrette** nettråde er placeret udvendigt for det færdigt monterede element.

Det er vigtigt, at det sammen med CRH fastlægges, om det er et normal- eller et vendeelement, da armeringsudformningen afhænger af, hvordan nettene vendes.

Minimumsarmering for den lodrette armering i vægge

I EN 1992-1-1 er angivet et minimumskrav til armeringsmængden i en væg til 0,20%, jf. pkt. 9.6.2. Historisk har vi i Danmark brugt minimumskravet, som et krav sat i forhold til det nødvendige betonareal. Men denne betragtning er faldet ud i EN 1992-1-1. I Danmark er indført muligheden for, at dokumenterer samme deformationsforløb og svigttype, for derved at kunne reducerer kravet til min. armering.

Jf. resultaterne af Betonelementforeningens forsøg med vægge (Betonelementforeningens publikation "Transportarmerede betonelementvægge – Deformationsforhold og svigttype") er det tilladeligt, at anvende minimumsarmering svarende til 65% af det generelle krav i EN 1992-1-1 og bruge de generelle beregningsregler for armerede betonvægge i EN 1992-1-1.

Det betyder, at der kan anvendes en grænse på 0,13 % af betonarealet. Dette er jf. publikationen i overensstemmelse med kravene i det nationale annekst til En 1992-1-1, pkt. 2.4.2.4(1) note 3 for reduktion af armeringen i forhold til minimumsarmeringen uden ændring af partialkoefficienterne på materialerne, når dimensioneringen udføres efter samme principper som gældende for vægelementer, der opfylder EC2's generelle minimumskrav til lodret armering.

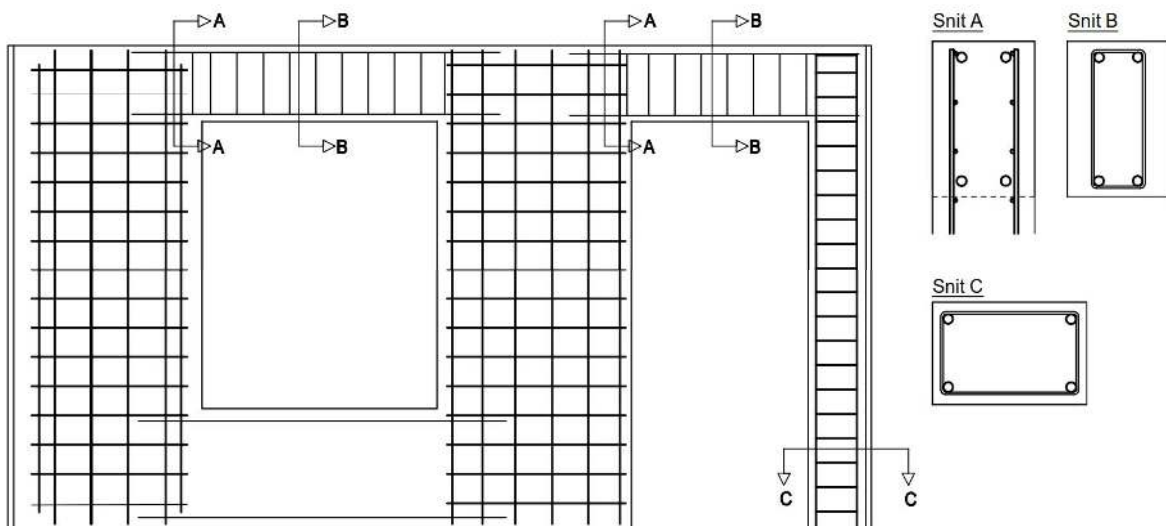
Det er tilladeligt idet, der under forsøgene er opnået varslet brud og samme deformationsfigur som for en armeret væg, der overholder kravene til minimumsarmering iht. EN 1992-1-1.

I CRH Concrete anvendes 0,13 % som minimumsarmering i vægge som ikke er stabiliserende. Det betyder, at disse vægge er transportarmerede, men jf. publikationen kan beregning gennemføres som for armerede vægge.

Standard armering i vægge

Som standard armeres vægelementerne efter principperne vist på følgende tegning:

(Tegningen viser løsningen ved to net i elementet. Hvis der kun armeres med 1 net, placeres nettet centralt).



Følgende bemærkes:

- Ved to net i elementet vælges størrelsen på armeringerne, således at de kan ligge mellem de to net. Eneste undtagelse er i piller svarende til løsningen til højre på tegningen.

- Der lægges ikke armeringsnet på siden af bjælkearmeringer hen over åbningen. Evt. ekstra armering skal indlægges i bjælkearmeringen.
- Der ilægges ikke armeringsnet på siden af søjlearmeringer ved åbninger. Evt. ekstra armering skal ilægges i søjlearmeringen.
- Piller under 800mm armeres som standard med en søjlearmering. Piller over 800mm armeres som standard med armeringsnet.
- Der ilægges ikke U-bøjler langs kanterne med mindre det beregningsmæssigt er nødvendigt.
- I brystningen under vinduet ilægges som udgangspunkt kun løse stænger, men mindre det beregningsmæssigt er nødvendigt med yderligere armering.

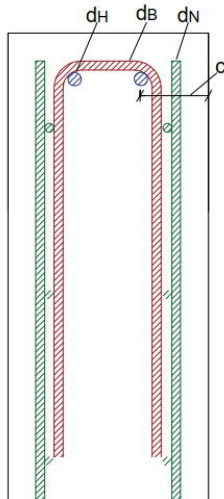
5. Fastsættelse af bøjlebredder

Ved fastsættelse af søjlebredder skal der tages hensyn til armeringens faktiske størrelse og der skal indarbejdes de fornødne tolerancer. Følgende angiver eksempler på fastsættelse af bøjlebredder.

Bemærk:

- Bøjlebreddens størrelse har betydning for placeringen af hovedjernene, hvilket har indflydelse på beregningen af søjlen/bjælken. Derfor kan det være nødvendigt at lave beregningen flere gange for at finde den optimale løsning.
- Hvis der er korrugerede rør i elementerne, skal der tages udgangspunkt i størrelsen af disse.
- Ved fastsættelse af bøjlebredder nedrundes altid til nærmeste 5mm.
- Ved fastsættelse af bøjlehøjder nedrundes altid til nærmeste 10mm.

De faktiske armeringsdimensioner findes i afsnit 1



t = Vægtykkelse

d_B = Faktisk diameter på bøjle

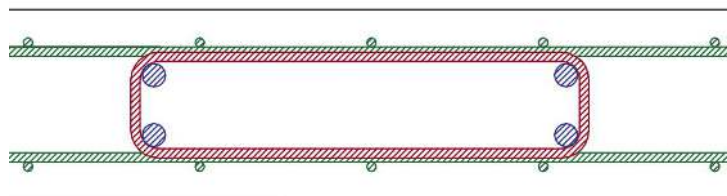
d_H = Faktisk diameter på hovedjern i søjle, bjælke eller stringer.

d_N = Faktisk diameter på armeringsnet

c = Afstand fra elementkant til center af hovedjern i søjle, bjælke eller stringer

Eksempel – Søjlearmering mellem 2 net

Normalelement

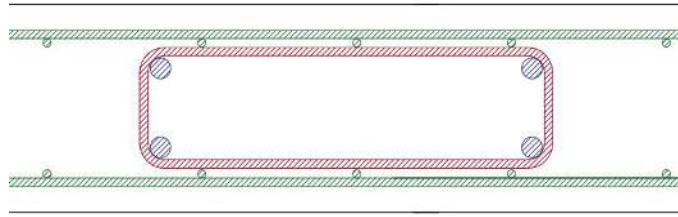


I normalelementer vil de vandrette nettråde ligge indvendigt i elementet, hvilket betyder at det er muligt at lade bøjlerne i søjlen ligge i samme niveau som de vandrette nettråde. Det betyder at hovedjernene i søjlen normalt vil komme til at ligge på de vandrette nettråde.

Søjlebredden beregnes til: $b_b = t - 2 \times d_{\text{æklag}} - 4 \times d_N + 2 \times d_B - 5\text{mm}$
(Det er forudsat at $d_N \geq d_B$)

Armeringsafstand: $c = d_{\text{æklag}} + 2 \times d_N + \frac{1}{2} \times d_H + 3\text{mm}$

Vendeelement



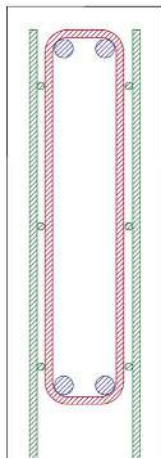
I vendeelementer vil de lodrette nettråde ligge indvendigt i elementet. Modsat normalelementerne så betyder det, at det ikke er muligt at flette net og armering sammen.

Søjlebredden beregnes til: $b_b = t - 2 \times d_{\text{æklag}} - 4 \times d_N - 5\text{mm}$

Armeringsafstand: $c = d_{\text{æklag}} + 2 \times d_N + d_B + \frac{1}{2} \times d_H + 3\text{mm}$

Eksempel – Bjælkearmering mellem 2 net

Normalelement

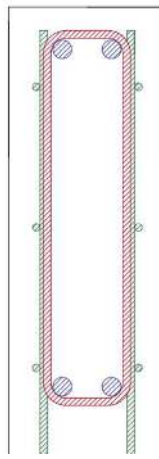


I normalelementer vil de vandrette nettråde ligge indvendigt i elementet.

Søjlebredden beregnes til:
 $b_b = t - 2 \times d_{\text{æklag}} - 4 \times d_N - 5\text{mm}$

Armeringsafstand: $c = d_{\text{æklag}} + 2 \times d_N + d_B + \frac{1}{2} \times d_H + 3\text{mm}$

Vendeelement



I vendeelementer vil de lodrette nettråde ligge indvendigt i elementet, hvilket betyder, at det er muligt at lade bøjlerne i bjælken ligge i samme niveau som de lodrette nettråde. Det betyder, at hovedjernene i bjælken normalt vil komme til at ligge på de lodrette nettråde.

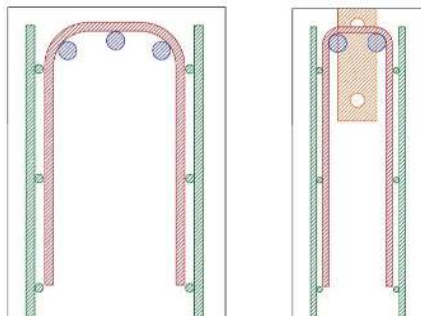
Søjlebredden beregnes til: $b_b = t - 2 \times d_{\text{æklag}} - 4 \times d_N + 2 \times d_B - 5\text{mm}$
(Det er forudsat at $d_N \geq d_B$)

Armeringsafstand: $c = d_{\text{æklag}} + 2 \times d_N + \frac{1}{2} \times d_H + 3\text{mm}$

Eksempel – Løft

Ved projektering af armeringer langs elementkanterne er det vigtigt, at man tager hensyn til de løft der skal i elementerne.

Nedenstående to figurer viser typiske eksempler på, hvor der ikke er plads til løftene. Hvis der ikke er nok plads mellem hovedjernene eller hvis der ligger et hovedjern midt i armeringen.



Følgende mål angiver, hvor meget plads der skal være mellem hovedjern, for at der er plads til løftene.

Pladskrav	Maks. løfte kapacitet
35 mm	0 – 3240kg
45 mm	3251 – 6500 kg
65 mm	6501 – 13000 kg

(For større elementvægte kontaktes CRH Concrete)

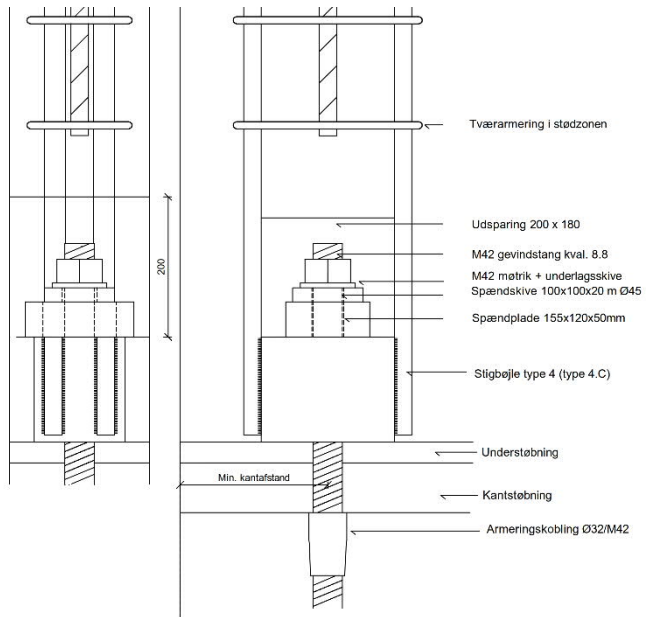
6. Lodrette trækforankringer

Stigbøjler

Det anbefales som udgangspunkt at der anvendes stigbøjler til trækforankringer frem for korrugerede rør. Stigbøjler har umiddelbart flere fordele end korrugerede rør og vil som oftest ikke være en dyre løsning. Af fordele kan nævnes:

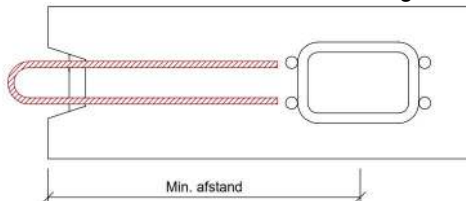
- Nemmere montage da stigbøjlen spændes efter elementet er sat. Man har derfor ikke problemer med udragende hårnåle fra elementet
- Minimal risiko for frostsprængninger
- Nemmere at indbygge i elementerne da de kræver mindre plads.

Som udgangspunkt vil følgende fire stigbøjler dække de fleste byggerier. Princippet for stigbøjler ses af figuren. Bæreevnen af stigbøjlerne fremgår af tabellen.

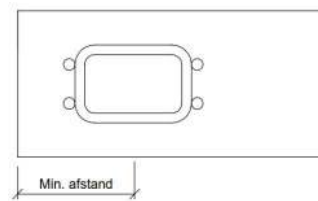


	Kar. bæreevne	Reg. Bæreevne	Min. Vægtykkelse	Min. kantafstand mod støbesamling	Min. kantafstand mod friende
Type 1 (M16 / Ø12)	56 kN	46 kN	150 mm	540 mm	280 mm
Type 2 (M24 / Ø20)	157 kN	130 kN	180 mm	540 mm	280 mm
Type 3 (M30 / Ø25)	244 kN	204 kN	180 mm	570 mm	300 mm
Type 4 (M42 / Ø32)	402 kN	335 kN	200 mm	590 mm	330 mm

Min. kantafstand mod støbesamling



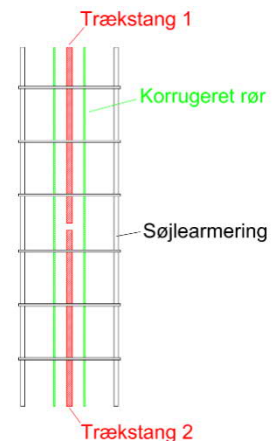
Min. kantafstand mod friende



Korrugerede rør

CRH Concretes standardløsning for slap armering i korrugerede rør ses af figuren. Trækarmeringen stødes via en indlagt søjlearmering i elementet.

Med mindre andet er beskrevet i projekt materialet, så skal denne løsning anvendes.



Det skal tilstræbes, at der anvendes følgende rørdimensioner.

- 70mm (78mm udvendig)
- 80mm (88mm udvendig)
- 100mm (108mm udvendig)

Minimumsstørrelse på korrugeret rør

Der kræves følgende minimums-størrelser på korrugerede rør og vægtykkelse. [Alle mål i mm]

	K12	K16	K20	K25	K32
Stang	15	19	23	28	36
Tolerance*	28	28	28	28	28
Omstøbningsplads**	10	10	10	10	10
Minimums rør dimension	60	60	70	70	80

* Tolerancen er sat til ± 14 mm, for at dække de 10 mm placeringstolerance på det korrugerede rør og de 10mm montage-tolerance. De 14mm er bestemt ud fra $\sqrt{10^2 + 10^2} = 14$ mm

** Plads krævet for at få en optimal omstøbning af trækarmeringen i det korrugerede rør

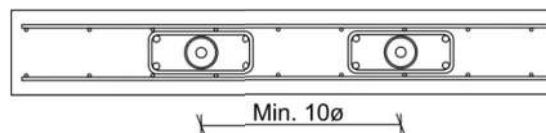
Tværarmering

I DS/EN1992-1-1 stilles bl.a. følgende to krav under punkt 8.7.4 tværarmering i stødzone.

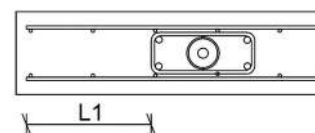
(3) Hvis diameteren ϕ af de stødte stænger er større end eller lig med 20 mm, bør tværarmeringen have et samlet areal ΣA_{st} (summen af alle ben parallelle med laget af stødarmering) på ikke mindre end arealet A_s af én stødt stang ($\Sigma A_{st} \geq 1,0A_s$). Tværstangen bør være placeret vinkelret på den stødte armerings retning og mellem denne og betonens overflade.

Hvis mere end 50 % af armeringen er stødt i et punkt, og afstanden a mellem tætliggende stød i et tværsnit er $\leq 10\phi$ (se figur 8.7), bør tværarmeringen i form af lukkede bøjler eller U-bøjler være forankret ind i tværsnittet.

For at undgå at skulle lave tværarmeringen som lukkede eller U-bøjler skal afstande mellem to korrugerede rør være minimum 10ϕ , som det ses af figuren her til højre.



Hvis afstanden mellem elementkant og korrugerede rør ($L1$ på figur) desuden er mindre end nettets forankringslængde, så skal bøjlerne udgøre hele kravet til tværarmering. Hvis afstanden mellem elementkant ($L1$ på figur) er større end nettets forankringslængde, så kan de vandrette nedtråde inkluderes i tværarmeringsarealet.



Kravet til tværarmering fastsættes normalt til:

Trækstang [mm]	12	16	20	25	32
$A_{s,bøjle}$ [mm ²]	113	201	314	490	804
Krav ved 2 snit. [mm ²]	57	101	157	245	402

Standard stødlængde (Y) [mm]	830	1050	1260	1530	1910
Effektiv stødlængde *	550	700	840	1020	1270

Antal tværarmering K6	2	4	6	9	15
Anbefalet afstand mellem tværarmering [mm]	150	150	150	100	80

Antal tværarmering K8	2	2	4	5	8
Anbefalet afstand mellem tværarmering [mm]	150	150	150	150	150

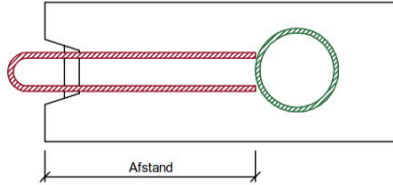
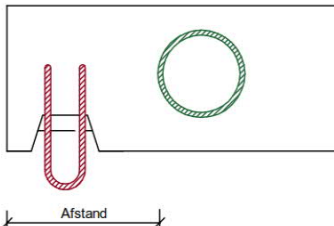
* Halvdelen af tværarmeringen skal placeres 1/3 fra hver ende af stødstangen. Dermed ses der bort fra den midterste 1/3.

Felterne markeret med blå anvendes som standard omkring de korrugerede rør.

Specielt omkring hjørnesamlinger og elementender med hårnåle

Ved elementender skal man være opmærksom på, at der er plads til både hårnål og korrugeret rør. For at få plads til det korrugerede rør kræves som minimum følgende afstand fra elementkant til kanten af røret:

Hvis de angivne mål ikke overholdes, så kan samlingens ikke regnes fuldt udnyttet.

		Bøjle type	Afstand
Ende samling		Ø6 – wirebox	300 mm
		Ø8 – rundjern*	200mm
		Ø8 – ribbestål	460 mm
Flade samling		Ø8 – rundjern	200 mm
		Ø6 – wirebox	200 mm

* Benyttes en rundjernsbøjle i enden af elementet skal man være opmærksom på at bæreevnen er væsentligt lavere end hvis der benyttes ribbestål. Se bæreevner for støbesamlinger i afsnit 7.

Løsninger med efterspænding

Man skal være opmærksom på, at DS/EN 1992-1-1 + DK:NA foreskriver, at der maksimalt må være et dæklag på 65 mm på det korrugerede rør. Dette krav kan ikke overholdes ved store vægtykkelser, med mindre der anvendes store rørdimensioner, hvilket er dyrt og uhensigtsmæssig. Det vil altid være rådgiver som fastsætter rørdimensionerne, og de bør altid følges, selvom dæklagskravet for foringsrør ikke overholdes.

Macalloy stænger

Når der anvendes Macalloy stænger skal der indarbejdes tilstrækkeligt tolerance for at sikre, at stængerne kan føres gennem de korrugerede rør.

Der skal derfor indarbejdes en tolerance på mindst ± 10 mm, som skal dække montage og elementproduktion.

Minimumstykkelse på væg og korrugeret rør:

Stang type:	Ø26,5	Ø32	Ø36	Ø40	Ø50
Minimum rør dimension	80	85	90	95	105

OBS: Det er en forudsætning for rørdimensionen, at der spændes pr. etage. Anvendes hele stænger gennem flere etager skal rørdimensionen vurderes!

På de elementer hvor der skal spændes, skal der ilægges en armering under forankringspladen, som sikrer, at elementet ikke bryder ved opspænding. Der henvises til materialet fra Skandinavisk Spændbeton vedrørende dimensioner af denne armering.

Efterspændingen sker ved, at der indlægges en forankringsplade oven på væggen. Denne forankringsplade kræver, at oversiden på elementet er plant, dvs. der må ikke være nogen form for udsparring eller lignende der, hvor forankringspladen skal ligge.

Størrelsen på forankringspladerne fremgår bl.a. af tegning 5.94.047F. Tegningen kan findes på Skandinavisk Spændbetons hjemmeside.

Liner

Rørdimensioner og vægtykkelsen iht. leverandørens materiale. Det er vigtigt at der vælges en rørdimension som tager hensyn til tolerancerne i elementbyggeri.

OBS. Den normale statiske eftervisning af væggen kan medføre, at væggenes tykkelse skal være større end angivet leverandørens materiale. Der bør derfor altid laves et overslag tidligt i projekteringsforløbet.

Specielt vedrørende liner

På de elementer, hvor der skal spændes, skal der ilægges en forankringsarmering og spalteammering under / over forankringsblokken, som sikrer, at elementet ikke bryder ved opspænding. Der henvises til materialet fra Skandinavisk Spændbeton vedrørende dimensioner af denne armering.

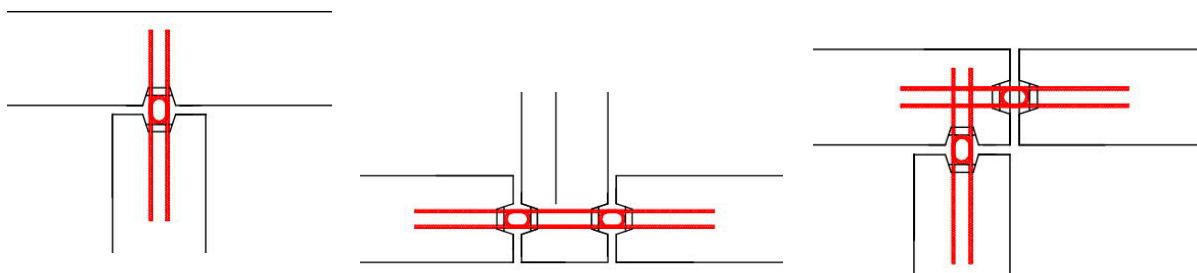
7. Lodrette fugesamlinger

Oversigt over bæreevner for lodrette samlinger

Type	Bæreevne				
SE samling	Bæreevne				
		Letbeton, LAC10	Letbeton, LAC15	Beton	
	Pr. SE bolt	5,7 kN	7,0 kN	11,2 kN	
Wirebox Låsejern = K12 Fugebeton = min 25MPa.	Bæreevne				
	Beton	Bæreevne pr. box = 14,9kN			
	Letbeton	Bæreevne pr. box = 5,0kN			
Glat støbeskel R6 hårnål Låsejern = K8 Fugebeton = min 25MPa.	Afstand	Bæreevne [kN/m]			
		Beton		Letbeton	
		Lige stød	Hjørner	Lige stød	Hjørner
	900mm	10	6	5	2
	600mm	16	9	7	3
300mm	30	19	10	7	
Fortandet støbeskel R6 hårnål Låsejern = K8 Fugebeton = min 25MPa.	Afstand	Bæreevne [kN/m]			
		Beton		Letbeton	
		Lige stød	Hjørner	Lige stød	Hjørner
	900mm	35	35	23	21
	600mm	44	44	24	22
300mm	69	69	26	24	
Fortandet støbeskel K8 / R8 hårnål Låsejern = K16 Fugebeton = min 25MPa.	Afstand	Bæreevne [kN/m]			
		Beton			
		Lige stød	Hjørner		
	600mm	80	70		
	300mm	135	115		
150mm	244				

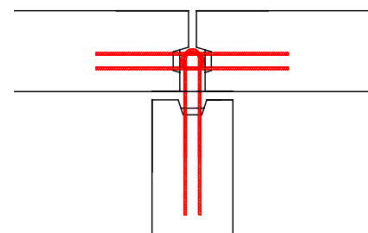
Udformning af T-samlinger

Afprøvning med fugeudstøbninger har vist at risikoen for at en fuge er utilstrækkeligt udstøbt er størst hvor der benyttes T-samlinger med 3. elementer. Derfor anbefales det at T-samlinger som udgangspunkt laves som vist herunder



Hvis elementerne ikke kan opdeles som vist herover kan man benytte samlingen som vist her til højre. Der kræves dog ekstra omhyggelighed ved udstøbningen.

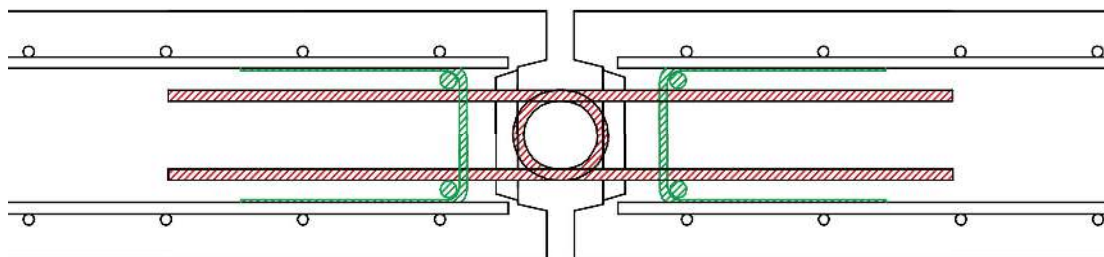
Bemærk desuden at bærevnen for støbesamlingen er væsentligt reduceret i forhold til de andre T-samlinger.



Armeringsprincipper ved fugesamlinger

Fugelåse i elementender:

Hvis man har søjlearmeringer eller u-bøjler liggende langs elementkanter, skal man være opmærksom på at hårnålene i støbesamlingen skal kunne være mellem hovedarmeringen/stringerarmringer.



Der anvendes som standard en 8mm hårnål med en udvendig bredde på 66mm. Der kræves særlig opmærksomhed i vægge med en tykkelse under 200mm, da der erfaringsmæssigt er udfordringer med at få plads til hårnålene i disse vægge.

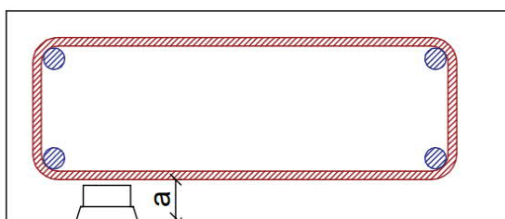
Ved overførsel af mindre laster kan man bruge hårnålene til at forankre nettet med og dermed undlade u-bøjlerne langs elementkanten.

(det viste eksempel herover er en 180mm væg med 25mm dækklag og 8mm net. Kantjernet kan i dette tilfælde maksimalt være 12mm.

Hvis nettet vendes med de vandrette nettråde udvendigt er der ikke plads til at ilægge kantarmeringsjern.

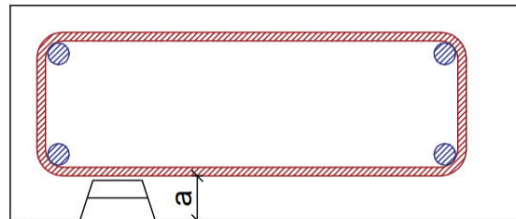
Fugelåse i elementflader:

Wireboxe



For wireboxe er $a = 36\text{mm}$

Fortandet støbeskel



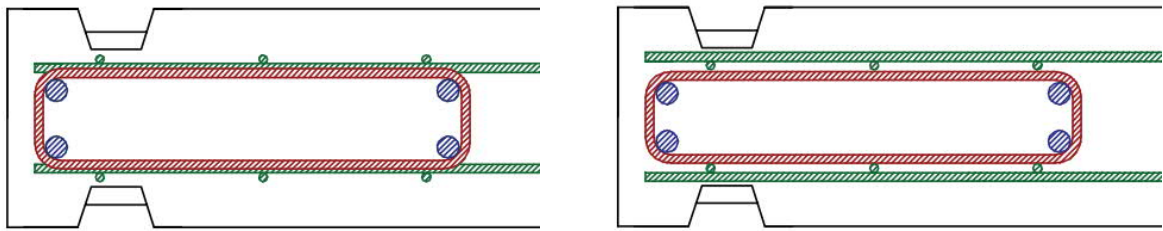
For fortandet fugelåse er $a = 45\text{mm}$

Det er vigtigt at man indregner fugelåsene når man fastsætter armeringsbehovet. Som minimum skal de angivende a -værdier indregnes. Specielt hvis der er fugelåse i begge flader kan det være svært at få plads til armeringen, hvis vægtykkelsen er for lille.

Det anbefales at man som minimum har en vægtykkelse på 180mm hvis man benytter fortandet støbeskel.

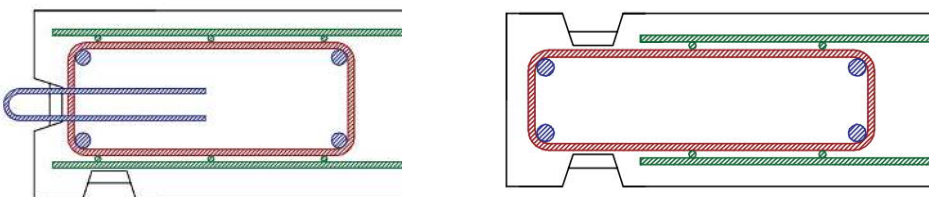
I selvberende vægge hvor der er krav om søjlearmering over vederlag, samt en fugelås i begge sider, anbefales en vægtykkelse på min. 200mm.

Ved projekteringen er det også vigtigt at man tager stilling til om der skal net uden på søjlearmeringer ved fugelåsen.



Som det ses af figurerne er det vigtigt at man også tager hensyn til hvordan nettene vendes når der er en søjlearmering ved fugelåsen. Hvis nettene vendes med de vandrette nettråde udvendigt så kræver det ekstra plads i forhold til hvis de lodrette vender yderst.

Som alternativ kan man lave en løsning, hvor nettet stoppes før søjlearmeringen. Dette medfører at man kan lave sin søjlearmering lidt bredere og derved opnå større bæreevne. Man skal også være særlig opmærksom hvis man har steder hvor der skal være både ende- og fladefugelåse ved siden af hinanden. Dette medfører ofte udfordringer da det kræver ekstra plads hvis man skal have plads til hårnålene.



8. U-bøjler langs elementkanter

Der ilægges kun u-bøjler i elementerne hvis det beregningsmæssigt er nødvendigt. Behovet for u-bøjler vurderes ud fra følgende

OBS! – U-bøjler skal altid lægge inde mellem de to armeringsnet.

U-bøjler langs top/bund af element

Der er samlinger, hvor reaktioner (på eller fra vægge) giver anledning til koncentreret last med risiko for spaltning eller flæk af siden. Dette er typisk tilfældet for de vandrette sider, hvor reaktionen er.

Dette kan undersøges beregningsmæssigt iht. DS/EN 1992 eller "Beton konstruktioner efter DS/EN 1992-1-1, afsnit 9.2). Hvis det kan dokumenteres at væggen elementet kan bære den koncentrerede last, kan u-bøjler undværes.

U-bøjler langs siderne af elementet

Væggens anvendes i forbindelse med stabiliteten til skivevirkning. Her er det typisk bøjler i de lodrette kanter, der er behov for, idet både træk- og trykstringer kan ligge i det samme element. For de vandrette kanter, er det typisk samlingens udformning, der bestemmer forskydningskapaciteten mellem stringer og forskydningsfelt, idet stringer ligger uden for elementet.

U-bøjlerne kan typisk undgås hvis:

- Stringerne placeres i en afstand svarende til armeringsnettets forankringslængde fra kanten. Her ved har nettet opnået fuld forankring og yderligere tiltag er unødvendig.
- Der er placeret anden konstruktiv armering eks. bøjler til forankring af eks. ballast eller søjlearmering med bøjler. Hvis denne armering har tilstrækkelig kapacitet samt overlap med netarmeringen, er U-bøjler unødvendige.

U-bøjler ved huller

Erfaringen viser at der er meget lille risiko for revner omkring huller. Derfor er det normalt ikke nødvendigt at supplere med ekstra armering omkring hullerne.

Hvis der for elementerne er anvendt en beregningsmodel der kræver U-bøjler og stringearmering omkring hullerne ilægges dette. Dog skal man sikre sig at der er plads til armeringen.

9. Konsoller

Linjekonsol til murværk

Linjekonsol til murværk kan udføres på kældervægge, hvor konsollen er placeret ved terræn, eller på vægelementer over terræn.

Murværket eller en række isolerende blokke placeres normal i flugt med forkanten af konsollen.

Armering

Armeringen i linjekonsoller består typisk af lodretstående K8 eller K10 bøjler, bøjlerne er placeret med en afstand på 150 mm eller 200 mm.

Idet lasten fra murværket er placeret ved kanten af konsollen benyttes den lodrette armering langs fronten af konsollen som ophængningsarmering.

Konsolarmeringen er forankret i væggen og sammenbindes med vægarmeringen.

Konsolgeometri

Isoleringstykkelsen mellem murværk og væg er afgørende for den nødvendige udkragningslængde [L]. Udkragningslængden kan udføres og tilpasses efter det aktuelle byggeprojektet.

Konsollens udbredelse er typisk langs hele væggen og kan forsætte forbi enden af væggen for, at give vederlag for murværket omkring hjørnet af byggeriet. Mindre konsolstykker kan ligeledes udføres på væggen.

Højde af linjekonsollen bestemmes ud fra den nødvendig udkragningslængde og et krav til minimums forankringslængde på 100 mm jf. DS/EN 1992-1- pkt. 8.4.4 (1) af ophængningsarmering langs forkanten af konsollen. Dette medføre i anvendt beregningsmodel en minimum konsolhøjde på 200 mm for konsoller med krav til 25 mm dæklag og 220 mm for konsoller med krav til 35 mm dæklag.

Bæreevne linjekonsol til murværk:

Idet kraften er placeret ved kanten af konsoller undersøges to brudformer:

- Lodret forankringskapacitet af ophængningsarmeringen langs fronten konsollen
- Brudbæreevne af konsoltværsnittet under hensyn til forankringskapaciteten af ophængningsarmeringen

I nedestående konsolgeometri og bæreevner er dette sikret.

Konsol til 200 mm isolering
udkragningslængde $l \approx 300$ mm

Dæklagskrav:	Konsolhøjde:	Armering:	Bæreevne:
25 mm	H=200 mm	K8/150	$N_{Rd} = 44 \text{ kN/m}$
35 mm	H=220 mm	K8/150	$N_{Rd} = 47 \text{ kN/m}$
35 mm	H=250 mm	K10/200	$N_{Rd} = 61 \text{ kN/m}$

Konsol til 250 mm isolering
udkragningslængde $l \approx 350$ mm

Dæklagskrav:	Konsolhøjde:	Armering:	Bæreevne:
25 mm	H=200 mm	K8/150	$N_{Rd} = 37 \text{ kN/m}$
35 mm	H=220 mm	K8/150	$N_{Rd} = 39 \text{ kN/m}$
35 mm	H=250 mm	K10/200	$N_{Rd} = 51 \text{ kN/m}$
35 mm	H=300 mm	K10/150	$N_{Rd} = 115 \text{ kN/m}$

Konsol til 300 mm isolering
udkragningslængde $l \approx 400$ mm

Dæklagskrav:	Konsolhøjde:	Armering:	Bæreevne:
25 mm	H=250 mm	K10/200	$N_{Rd} = 48 \text{ kN/m}$
35 mm	H=300 mm	K10/150	$N_{Rd} = 103 \text{ kN/m}$
35 mm	H=350 mm	K10/150	$N_{Rd} = 115 \text{ kN/m}$

Linjekonsol til betondæk (huldæk og lyddæk)

Linjekonsol til betondæk kan udføres på vægge og facadeelementer med bærende bagplade. Der etableres fugearmering, forankringsbøjler til dæksfuger samt fastholdelsesdorn i konsollen mellem dæk og væg, hvorefter der udstøbes med fugebeton.

Armering

Armeringen i linjekonsoller består typisk af lodretstående K6, K8 eller K10 bøjler der er placeret med en afstand på 150 mm.

Konsolarmeringen er forankret i væggen og sammenbindes med vægarmeringen.

Dæklag

Linjekonsol til betondæk udføres som standard med 25 mm dæklag.

Vederlag

Den projektmæssig minimums vederlagsdybde [$p_{v_{min}}$] er afhængig af dækslængde og er beskrevet på www.betonelement.dk. Et erfaringsmæssig tolerancetillæg er indregnet i nedestående projektmæssig vederlagsdybden.

Dækslængde	Projektmæssig vederlagsdybde [$p_{v_{min}}$]
0-7,2 m	65 mm
>7,2-14,4 m	75 mm
>14,4 m	80 mm

Bæreevne linjekonsol til betondæk

Geometri og bæreevne af linjekonsolen er styret af dækkets vederlagsdybde.

Bæreevne af konsol ved minimum projektvederlag [$p_{v_{min}}$] af huldæk:

Udgangspunktet i bæreevnetabellen er, at kraften er placeret ved forkanten af konsoller i 1/3 dels punktet af det projektmæssige vederlag [$p_{v_{min}}$] for dækket. Bæreevnen eller brudbæreevnen af konsoltværsnittet bestemmes herefter ud fra den lodret forankringskapacitet af ophængningsarmeringen langs forkanten af konsollen, i lighed med linjekonsol til murværk.

I nedestående geometri og deklarerede bæreevner er dette sikret.

Projektmæssig vederlag $p_{v_{min}} = 65$ mm
Udkragningslængde $L = 150$ mm

Konsolhøjde:	Armering:	Bæreevne:
H = 200 mm	K8/150	$N_{Rd} = 86$ kN/m
H = 225 mm	K8/150	$N_{Rd} = 96$ kN/m

Projektmæssig vederlag $p_{v_{min}} = 75$ mm
Udkragningslængde $L = 175$ mm

Konsolhøjde:	Armering:	Bæreevne:
H = 200 mm	K8/150	$N_{Rd} = 74$ kN/m
H = 225 mm	K8/150	$N_{Rd} = 106$ kN/m
H = 250 mm	K10/150	$N_{Rd} = 108$ kN/m

Projektmæssig vederlag $p_{v_{min}} = 80$ mm
Udkragningslængde $L = 200$ mm

Konsolhøjde:	Armering:	Bæreevne:
H = 200 mm	K8/150	$N_{Rd} = 64$ kN/m
H = 225 mm	K8/150	$N_{Rd} = 92$ kN/m
H = 250 mm	K10/150	$N_{Rd} = 115$ kN/m

Bæreevne af konsol ved nødvendig projektvederlag [$p_{v_{nød}}$] af huldæk for maksimal konsolbæreevne:

Ønskes en mindre konsolhøjde eller større bæreevne skal dækkets projektmæssige vederlag øges.

Ved, at øge vederlagslængde sikres det, at kraften regningsmæssig kan placeret i 1/3 dels punktet på den effektive vederlagslængde iht. DS/EN 1992-1-1 (10.9.4.7), hvorved vederlagstrykket kan bidrage til forankring af den vandrette armeringen i konsollen.

Projektmæssig vederlag $p_{v_{nød}} = 115$ mm
Udkragningslængde $L = 200$ mm

Konsolhøjde:	Armering:	Bæreevne:
H = 150 mm	K6/150	$N_{Ed} = 65$ kN/m
H = 175 mm	K8/150	$N_{Ed} = 136$ kN/m
H = 200 mm	K8/150	$N_{Ed} = 162$ kN/m

Projektmæssig vederlag $p_{v_{nød}} = 125$ mm
Udkragningslængde $L = 225$ mm

Konsolhøjde:	Armering:	Bæreevne:
H = 175 mm	K8/150	$N_{Ed} = 117$ kN/m
H = 200 mm	K8/150	$N_{Ed} = 139$ kN/m
H = 225 mm	K8/150	$N_{Ed} = 162$ kN/m

Projektmæssig vederlag $p_{v_{nød}} = 130$ mm
Udkragningslængde $L = 250$ mm

Konsolhøjde:	Armering:	Bæreevne:
H = 200 mm	K8/150	$N_{Ed} = 122$ kN/m
H = 225 mm	K8/150	$N_{Ed} = 141$ kN/m
H = 250 mm	K10/150	$N_{Ed} = 242$ kN/m

Konsollens udkragningslængde [L] skal dog altid vurderes således, at der er plads til nødvendig fugearmering mv.

Vederlagsdybde [$p_{v_{nød}}$] skal angives i projektet som forudsætning for ønsket konsolgeometri og bæreevne.