

Abetong AB

AB Färdig Betong

Hedareds Sand & Betong AB

Skandinaviska Byggelement AB

## Armering av plattbärlagsskarv

---

### Etapp 3

Provomgång 1-3, utfört av SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.

Sammanfattning och dimensioneringsanvisningar

## Sammanfattning

Denna etapp (Etapp 3) har resulterat i dimensioneringsanvisningar för en plattbärlagsskarv med enbart armeringsnät över skarven. Anvisningarna grundar sig på resultat från provning enligt nedan samt resultat från tidigare etapper (Etapp 1 och 2).

Försöken i denna etapp genomfördes i tre provomgångar med respektive syfte:

1. Bestämning av brottlast och brotttyp vid normal och överarmerad skarv. Undersökning av långtidseffekter på bjälklagets lastkapacitet. Kontroll av vilken inverkan dåligt rengjorda plattbärlagsytor har på brottlast och brotttyp.
2. Bestämning av gjutfogens maximala kapacitet med överarmering i plattbärlag och över skarv. Kontroll av ytråhetens inverkan på skjuvkapacitet och vidhäftning.
3. Kontroll av lastnivå, vid vilken fläksprickor initieras med överarmering i plattbärlag och över skarv.

I provomgång 1 genomfördes fullskaleförsök på provelement med en total bjälklagstjocklek på 250 mm och med normal armeringsmängd, 3  $\phi 8$  Nps 500, i plattbärlagen. Armeringsmängderna över plattbärlagsskarven varierades – 3  $\phi 8$  Nps 500 (normalarmerad), 5  $\phi 8$  Nps 500 (överarmerad) och 7  $\phi 8$  Nps 500 (kraftigt överarmerad), vilket motsvarar  $\phi 8s167$ ,  $\phi 8s100$  respektive  $\phi 8s67$ . Tre av provelementen med normalarmerad skarv långtidsbelastades under nio månader. Vidare studerades vidhäftningens inverkan genom att vattendränka respektive vaxa delar av plattbärlagsytan innan pågjutning.

I samtliga fall uppstod sega brott, dvs som dragbrott antingen i plattbärlagens armering eller i skarvnätet. Varken långtidsbelastningen eller plattbärlagsytans beskaffenhet före pågjutning påverkade lastkapaciteten eller provelementens strukturella beteende vid brott. Detaljförsök verifierade de senare resultaten.

I provomgång 2 genomfördes fullskaleförsök för två bjälklagstjocklekar; 200 respektive 300 mm. För samtliga provelement användes 7  $\phi 8$  Nps 500 som armering i plattbärlagen samt över plattbärlagsskarven. Armeringsinnehållet var därmed kraftigt ökat jämfört med normala förhållanden. Som förväntat erhöles i de flesta fall fläkbrott i gjutfogen. Ingen korrelation mellan plattbärlagens ytråhet och gjutfogens kapacitet kunde noteras. Detaljförsöken verifierade resultaten. För provkroppar med ytråhet mellan ca 1,0 och ca 2,0 fanns inget signifikant samband mellan ytråhet och vidhäftning/skjuvkapacitet.

I provomgång 3 genomfördes fullskaleförsök på provelement med en total bjälklagstjocklek på 200 mm. Armeringen över plattbärlagsskarven var densamma som i provomgång 2. Med hjälp av beröringsfri deformationsmätning och erhållna last-deformationskurvor konstaterades att fläksprickor uppstod vid lastnivåer ca 60-70% av provelementens totala lastkapacitet.

Föreliggande resultat visar att bjälklag med slakarmerade plattbärlag kan korsarmeras med lokalt armeringsnät över längsskarven utan risk för spröda brott. För dimensioneringsanvisningar och skarvens utformning hänvisas till Bilaga 2 i denna rapport.

# Innehållsföteckning

<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>2</b>
<b>INNEHÅLLSFÖTECKNING</b> .....	<b>3</b>
<b>FÖRORD</b> .....	<b>5</b>
<b>1 INLEDNING</b> .....	<b>6</b>
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Syfte och avgränsningar.....	6
<b>2 FULLSKALEFÖRSÖK</b> .....	<b>7</b>
2.1 Provmångång 1 – bestämning av brottyp (provement med normal armeringsmängd i formplattan) .....	8
2.2 Provmångång 2 – bestämning av gjutfogens maximala kapacitet (provement med överarmering i formplatta och över skarv) .....	10
2.3 Provmångång 3 – kontroll av lastnivå för initiering av fläksprickor .....	11
<b>3 DETALJFÖRSÖK</b> .....	<b>12</b>
3.1 Skjuvförsök .....	12
3.1.1 Provmångång 1 – inverkan av plattbärlagsytans ”renhet” före pågjutning .....	13
3.1.2 Provmångång 2 – inverkan av plattbärlagsytans råhet.....	13
3.2 Spräckförsök / WST-försök .....	15
3.2.1 Provmångång 1 – inverkan av plattbärlagets ”renhet” före pågjutning .....	16
3.2.2 Provmångång 2 – inverkan av plattbärlagets råhet .....	17
<b>4 BERÄKNING OCH ANALYS AV MOMENTKAPACITETER</b> .....	<b>19</b>
<b>5 DISKUSSION</b> .....	<b>20</b>
Inverkan av plattbärlagets ”renhet” före pågjutning.....	20
Inverkan av ytråhet .....	20
Inverkan av långtidsbelastning.....	20
Maximal momentkapacitet .....	20
<b>6 SLUTSATSER</b> .....	<b>21</b>
<b>REFERENSER</b> .....	<b>22</b>

<b>BILAGA 1 - VERIFIERING MED BOVERKETS HANDBOK.....</b>	<b>23</b>
<b>BILAGA 2 DIMENSIONERINGSANVISNINGAR .....</b>	<b>24</b>

## Förord

Provningarna inkluderar fullskaleförsök på plattbärlagsskarvar samt detaljförsök på gjutfogar. Försöken genomfördes i tre provomgångar från maj 2006 till november 2007. Projektet har initierats och delvis finansierats av Plattbärlagsgruppen inom SFF. Övriga finansiärer är Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF) och Celsa Steel Service (f d Fundia).

Projektet har utförts i samarbete mellan SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Plattbärlagsgruppen inom SFF, Celsa Steel Service och Stiba där

- SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut utfört samtliga provningar och dokumenterat provningsresultaten i tre rapporter.
- Abetong och Hedareds Sand & Betong tillhandhållit provelement och provkroppar till samtliga provningar.
- Stiba tagit fram dimensioneringsanvisningar samt anvisningar för krav på plattbärlagets yta vid tillverkning och pågjutning.

Projektet har följts av en referensgrupp bestående av representanter från Plattbärlagsgruppen inom SFF samt företag inom FoU Väst.

Föreliggande rapport är en sammanfattning av provningsresultat erhållna i etapp 3 vilka finns redovisade i de tre SP-rapporterna [3], [4] och [5].

Göteborg i februari 2008

SFF Plattbärlagsgruppen genom Kristofer Samuelsson

# 1 Inledning

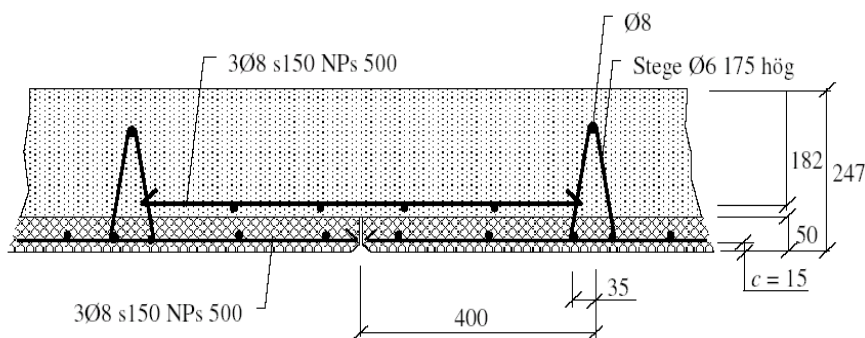
## 1.1 Bakgrund

Hösten 2002 beslöt plattbärlagsgruppen inom SFF (Svensk Fabriksbetongförening) att tillsammans med Betongbyggnad på Chalmers att starta projektet "Armering av plattbärlagsskarv" med den slutliga målsättningen att utarbeta rekommendationer och anvisningar för hur plattbärlagsskarvar bör utformas för att underlätta arbetet och förbättra arbetsmiljön på byggarbetsplatsen.

Under våren 2003 genomfördes Etapp 1 som finansierades av medlemmarna i SFF:s plattbärlagsgrupp. Här analyserades plattbärlagsskarvar med tvådimensionella icke-linjära finita elementanalyser [1]. I de flesta analyser användes Nps700  $\phi 8s150$  som armering över skarven. Enligt dessa analyser var använd armeringsmängd något för stor för att kunna förankras utan tvärarmering över gjutfogen, som konstaterades vara den svaga länken i konstruktionen.

Under 2004 och våren 2005 genomfördes Etapp 2, finansierad av SBUF, Celsa Steel Service och medlemmarna i SFF:s plattbärlagsgrupp. I en kombination av analyser, detaljförsök och fullskaleförsök med Nps500  $\phi 8s150$  över skarven framgick att det är möjligt att använda en utformning utan armering genom gjutfogen, men att det då möjligen ställs större krav på kontroll av plattbärlagets ytråhet vid tillverkning av plattbärlaget på fabrik och eventuellt större krav på kontroll av att ytan är ren före pågjutning på byggarbetsplatsen [2]. Vidare rekommenderades att kontrollera eventuella effekter av krympning och krypning.

En principfigur på utformning av plattbärlagsskarv utan armering genom gjutfogen visas i Figur 1.



Figur 1. Principutformning av plattbärlagsskarv utan armering genom gjutfogen.

Under åren 2006-2007 genomfördes Etapp 3 med kompletterande undersökningar av föreslagen skarvutformning. Arbetet genomfördes i tre provomgångar. Detaljerad redovisning av provningsresultaten återfinns i [3], [4] och [5].

## 1.2 Syfte och avgränsningar

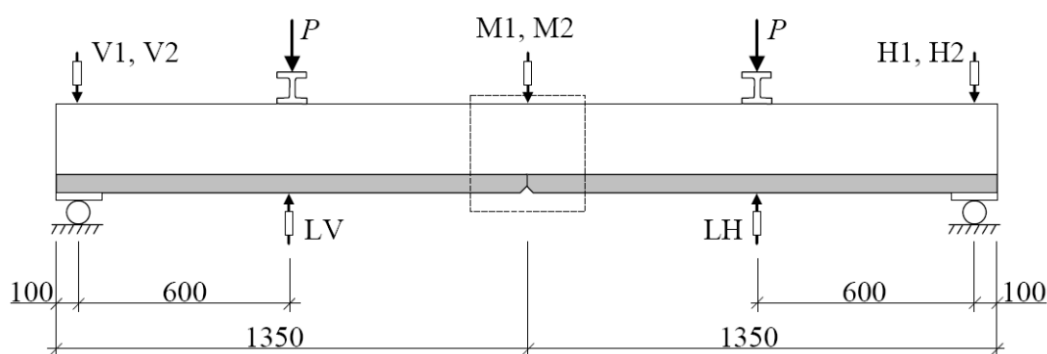
Syftet med den tredje etappen var att med fullskaleförsök och detaljförsök utreda vilka krav som måste ställas på gjutfogens råhet, enligt [6], och "renhet" för att plattbärlagsskarven skall få räknas som bärande, samt att kontrollera eventuella effekter av långtidsbelastning. Arbetet avgränsades till de bjälklagstjocklekar som är vanligast förekommande i platsgjutna betongstommar.

## 2 Fullskaleförsök



**Figur 2. Provuppställning för fullskaleförsök.**

Vid fullskaleförsöken belastades provelementen (med plattbärlagsskarven i fältmitt) med två linjelaster,  $P$ , i fyrpunkts böjning enligt Figur 2 och 3. Lasterna applicerades på stålbalkar för att fördela lasten över elementens hela bredd. Försöken utfördes i en belastningsmaskin försedd med ett ledat infäst belastningssvärd som fördelar lasten lika mellan de två stålbalkarna. Mellan belastningssvärdet och stålbalkarna placerades "rullskridskor" för att möjliggöra horisontella rörelser. Provelementets vertikala förskjutning mättes med åtta lägesgivare; två över vardera stöd, två i fältmitt (över plattbärlagsskarven), samt en under respektive belastningslinje. Beröringsfri deformationsmätning utfördes inom den streckade mittzonen, se Figur 3.



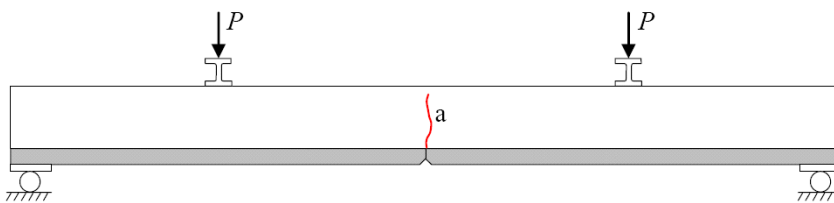
**Figur 3. Schematisk skiss på provuppställning för fullskaleförsök.**

Provelementen var 500 mm breda, 2700 mm långa och 200, 250 resp. 300 mm höga. Betongen i plattbärlag och pågjutning var av kvalitet C30/37 och högre. Armeringen i plattbärlagens belastningsriktning var 3  $\phi 8$  Nps500 i provomgång 1 (normal armeringsmängd) och 7  $\phi 8$  Nps500 i provomgångarna 2 och 3 (kraftigt överarmerad). Över plattbärlagsskarven användes tre olika armeringsmängder: 3  $\phi 8$  Nps 500 (normalarmerad skarv), 5  $\phi 8$  Nps 500 (överarmerad skarv) respektive 7  $\phi 8$  Nps 500 (kraftigt överarmerad skarv).

## 2.1 Provomgång 1 – bestämning av brotttyp

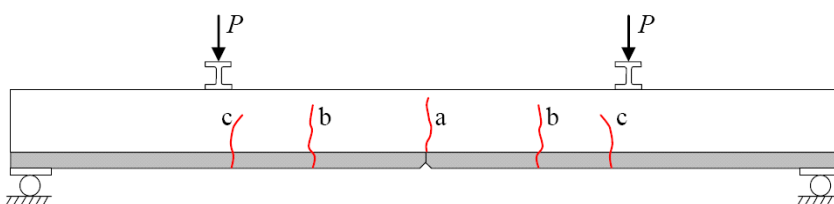
I denna provomgång, [3], genomfördes fullskaleförsök på provelement med bjälklagstjocklek 250 mm, normal armeringsmängd i formplattorna (3  $\phi 8$ s150 Nps500) och tre olika armeringsinnehåll över plattbärlagsskarven – 3  $\phi 8$  Nps500 (normalarmerad skarv), 5  $\phi 8$  Nps500 (överarmerad skarv) respektive 7 $\phi 8$  Nps 500 (kraftigt överarmerad skarv).

För samtliga provelement uppstod första böjsprickan i fältmitt (a), se Figur 4, vid lastnivåer 14-15 kN. Innan första sprickan uppstod var styvheten ungefär densamma för alla provelementen, medan styvheten efter uppsprickning relativt sett var högre med ökad mängd armering över skarven. För proverna N-01 (normalarmerad skarv) växte sprickan med ökad belastning tills slutligt dragbrott uppstod i skarvnätet i detta snitt, utan att några andra böjsprickor kunde observeras.



Figur 4. Sprickläge med normal armering i plattbärlag och över skarv.

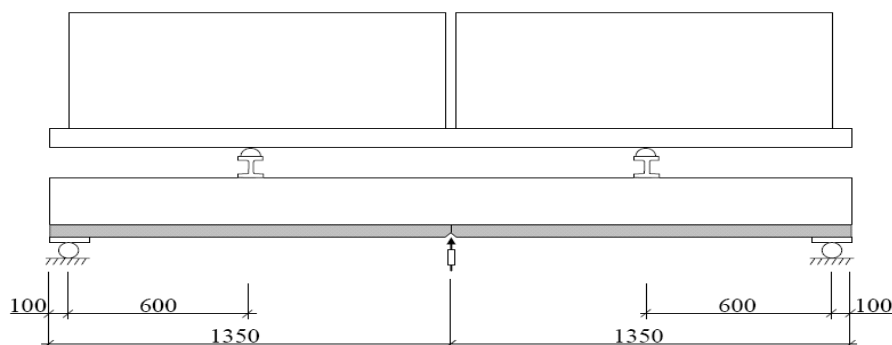
För provelementen N-02 och N-03 (överarmerad respektive kraftigt överarmerad skarv) uppstod däremot successivt nya sprickor i positionerna (b) och (c), se Figur 5, med ökade lastnivåer. I samtliga dessa fall uppstod ett slutligt dragbrott i plattbärlagets armering i någon av positionerna (b), strax utanför skarvarmeringen.



Figur 5 Spricklägen med normal armering i plattbärlag och förstärkt armering över skarv.

Provelementen för långtidsprovning belastades med en last motsvarande 70-75% av den maximala lastkapaciteten ( $P_{max}$ ) som uppnåddes vid korttidsbelastning av provelementen med motsvarande utformning (N-01-1, N-01-2 och N-01-3), se [3]. Elementen belastades med betongvikter som placerats på två längsgående stålbalkar, se Figur 6.





Figur 6. Provupställning vid långtidsbelastning.

Längsbalkarna vilade på två tvärbalkar med uppgift att fördela lasten över provelemetets hela bredd. Plattornas vertikala förskjutning mättes i fältmitt med analoga lägesgivare. Under de nio månader som långtidsbelastningen pågick ökade mittnedböjningen med drygt 3 mm. Lastkapaciteten, se Tabell 1, och brottets karaktär påverkades dock ej.

Tabell 1. Sammanställning av position för böjbrott samt brottlastens storlek i provomgång 1.

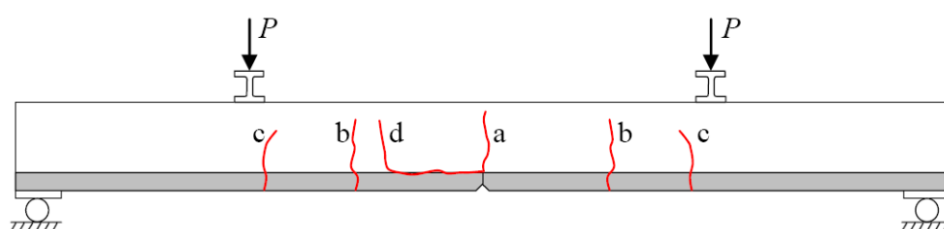
Provelement* beteckning	Fogens beskaf- fenhet	Armering över skarv	Brott- läge	Maximal last $P_{max}$ [kN]	Medel [kN]	Variations- koeff. [%]
N-01-1	Torr	3 $\phi$ 8	a	27,42	28,18	3
N-01-2			a	28,17		
N-01-3			a	28,96		
N-01-4 (långtid)	Torr	3 $\phi$ 8	a	28,64	28,69	3
N-01-5 (långtid)			a	29,47		
N-01-6 (långtid)			a	27,97		
N-02-1	Torr	5 $\phi$ 8	b	37,83	39,03	6
N-02-2			b	41,81		
N-02-3			b	37,45		
N-03-1	Torr	7 $\phi$ 8	b	41,38	40,60	3
N-03-2			b	41,14		
N-03-3			b	39,29		
N-05-1	Vatten- dränkt	7 $\phi$ 8	b	41,41	41,07	3
N-05-2			b	39,51		
N-05-3			b	42,30		
N-06-1	Vaxad	3 $\phi$ 8	a	30,18	29,32	5
N-06-2			a	27,76		
N-06-3			a	30,02		

\*Genomsnittlig ytråhet,  $s$ , för plattbärlagen i intervallet  $1,0 < s < 2,0$ . Se [3].

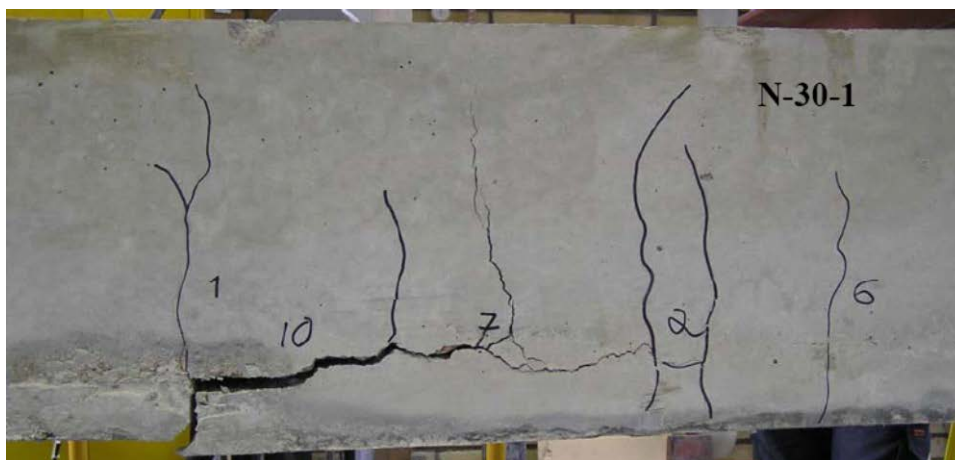
## 2.2 Provmång 2 – bestämning av gjutfogens maximala kapacitet

I denna provmång genomfördes fullskaleförsök för två bjälklagstjocklekar (200 och 300 mm) med överarmring (7 st  $\phi 8$  Nps500) i såväl plattbärlag som över skarv i syfte att kunna bestämma gjutfogens maximala kapacitet.

För samtliga provelement i serie N-30 och N-31 (300 mm) uppstod första böjsprickan i fältmitt (a), se Figur 7, vid en ungefärlig last på 30 kN. Sprickan i fältmitt växte med ökade lastnivåer samtidigt som det successivt bildades nya sprickor (b) och (c) inom området mellan punktlasterna. Det slutliga brottet uppstod antingen som fläkbrott i gjutfogen (d) på endera sidan om fältmitt. Eller som dragbrott i armeringsnätet över plattbärlagsskarven (a). Se även Figur 8.



Figur 7. Spricklägen med förstärkt armering i plattbärlag och över skarv.



Figur 8. Exempel på fläkbrott i gjutfog (provement N-30-1).

För de tjockare provelement (N-30-1 och N-31-2), vars resultat analyserats noggrannare, uppstod den första fläksprickan vid lastnivåer kring ca 50 kN. Även i de fall böjbrott uppstod kunde man observera lokalisering av dragtöjningar i gjutfogen, se [4].

Provningsresultat från fullskaleförsöken i provmång 2 redovisas i Tabell 2.

**Tabell 2. Sammanställning av brotttyp samt brottlastens storlek i provomgång 2.**

Prov-element	Tjocklek [mm]	Tillverkare	Brotttyp	Maximal last $P_{max}$ [kN]	Medel [kN]	Variationskoeff. [%]
N-20-1	200	Abetong	Fläk	48,08	45,27	6
N-20-2			Fläk	43,14		
N-20-3			Fläk	44,59		
N-21-1	200	Hedared	Fläk	38,68	41,30	6
N-21-2			Fläk	43,76		
N-21-3			Fläk	41,45		
N-30-1	300	Abetong	Fläk	79,10	86,29	7
N-30-2			Böj	88,52		
N-30-3			Böj	91,27		
N-31-1	300	Hedared	Fläk	69,16	80,14	12
N-31-2			Fläk	83,32		
N-31-3			Böj	87,94		

För de tunnare provelementen (N-20-2 och N-21-1) uppstod första fläkspricka vid betydligt lägre lastnivåer. För provelementet med plattbärlag från Abetong (N-20-2) redan vid så låg lastnivå som 5 kN. För motsvarande provelement med plattbärlag från Hedared (N-21-1) initierades första fläksprickan vid 15-20 kN. Lastkapaciteterna var dock betryggande, se Tabell 2.

Provelementen i provomgång 2 skadades vid transport till SP. För att utreda huruvida de tidiga fläksprickorna i de tunnare elementen härrörde från transportsador eller ej inriktades provomgång 3 på att noggrant studera den lastnivå vid vilken fläksprickor initieras.

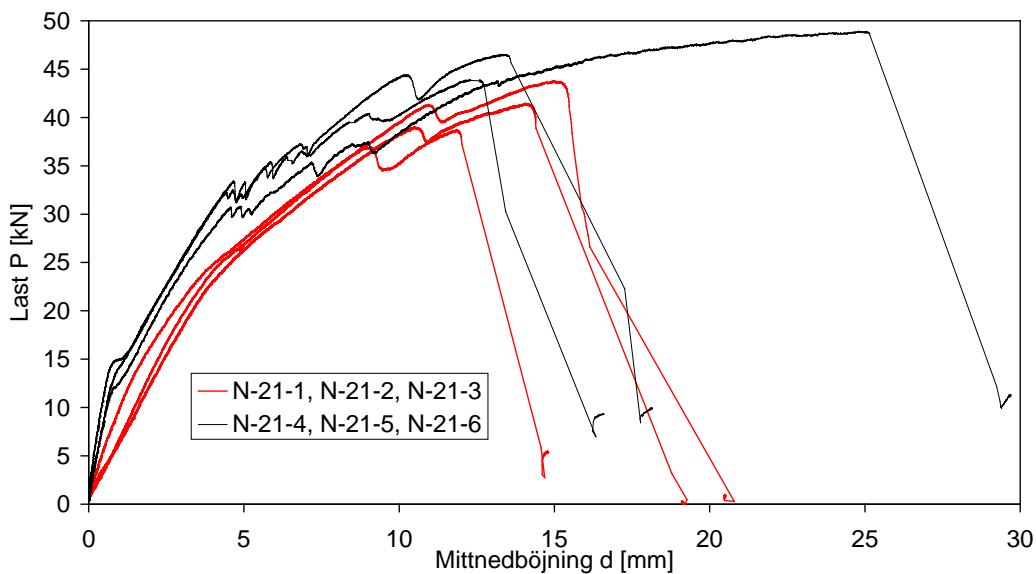
### **2.3 Provomgång 3 – kontroll av lastnivå för initiering av fläksprickor**

I denna provomgång genomfördes fullskaleförsök för bjälklag med endast 200 mm tjocklek, eftersom dessa element uppvisade fläksprickor vid lägst last i föregående provomgång. Armeringsinnehållet i plattbärlag och över skarv var dock detsamma som i provomgång 2 (7 st  $\phi 8$  Nps 500). I likhet med motsvarande provelement i provomgång 2 uppstod fläkbrott (relativt sprött brott) i samtliga element, se Tabell 3.

**Tabell 3 Sammanställning av brotttyp samt brottlastens storlek i provomgång 3.**

Prov-element	Tjocklek [mm]	Tillverkare	Brotttyp	Maximal last $P_{max}$ [kN]	Medel [kN]	Variationskoeff. [%]
N-21-4	200	Hedared	Fläk	48,92	46,46	5
N-21-5			Fläk	46,53		
N-21-6			Fläk	43,92		

För att kunna studera när fläksprickorna verkligen uppstod analyserades resultat från den beröringsfria deformationsmätningen, dels med hjälp av konturplottar över största huvudtöjning och dels genom att följa hur den dominerande fläksprickan växte genom att mäta sprickbredden med hjälp av ”virtuella extensiometrar”. Denna analys tillsammans med last-deformationsmätningar visar att fläksprickor (med aktuell armeringsmängd) initierades vid lastnivåer kring 30 kN, då det samtidigt bildades en plattå i last-deformationsdiagrammet, se Figur 9. Det är därför troligt att denna plattå orsakades av uppkomsten av en fläkspricka, se [4]. För de tre kompletterande proverna i provomgång 3 innebär detta att första fläksprickan uppstod vid 26-33 kN, vilket motsvarar omkring 60-70% av maximal lastkapacitet.



**Figur 9. Jämförelse av last-deformationskurvor för provelement med plattjocklek 200 mm. Plattbärlag från Hedared från provomgång 2 (N-21-1, N-21-2, N-21-3) och provomgång 3 (N-21-4, N-21-5, N-21-6).**

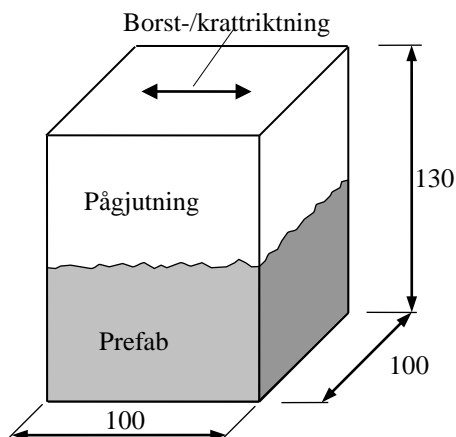
### 3 Detaljförsök

För dessa försök användes provkroppar utsågade ur provelement gjutna på plattbärlag med olika ”renhet” och ytråhet

.

#### 3.1 Skjuvförsök

Provkroppar med måtten 100x100x130 mm utsågades ur provelementen så att gjutfogen ungefärligen hamnade på halva provkroppshöjden, se Figur 10. Gjutfogens skjuvarea blev därmed omkring 100 cm<sup>2</sup>. Plattbärlagets borstriktning markerades på respektive provkropp. Skjuvbelastningen påfördes tvärs borstriktningen, i likhet med belastningsriktningen vid fullskaleförsöken och i verklig konstruktion.



Figur 10. Utformning av skjuvprovkropp.

### 3.1.1 Provomgång 1 – inverkan av plattbärlagsytans ”renhet”

Provkroppar utsågades ur två provelementen (N-11 och N16). Plattbärlaget för provelement N-11 hölls torr och ren inför pågjutningen. Ytan på plattbärlaget för provelement N-16 sprayades med vax genom ett gitter av ca 20 mm breda pappremсор, så att ungefär halva ytan täcktes med vax. Maximal skjuvspänning för provkroppar utsågade från dessa element redovisas i Tabell 4. Notera att ytråheten för de båda plattbärlagen var i stort sett lika.

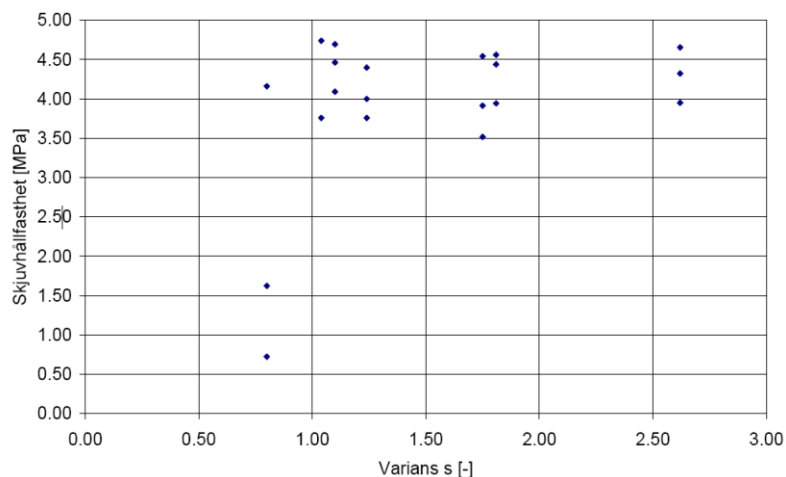
Tabell 4 Sammanställning av maximal skjuvspänning från skjuvförsök.

Prov-kropp	Plattbärlags-ytan	Ytråhet, enligt [6]	Sprick-lokalisering	Maximal skjuvspänning [MPa]	Medel [MPa]	Variations-koeff. [%]
N-11-1	Torr, ren	1,91	Delvis i fog	4,38	4,83	10
N-11-2			Delvis i fog	5,37		
N-11-3			Delvis i fog	4,73		
N-16-1	Delvis vaxad	1,84	Delvis i fog	5,10	4,89	4
N-16-2			Delvis i fog	4,90		
N-16-3			Delvis i fog	4,67		

Ingen signifikant skillnad mellan provkroppar ur N-11 och N-16 kunde noteras, vare sig för initieell styvhet eller för maximal skjuvkapacitet. I samtliga försök var brotten spröda med skjuvsprickan delvis i gutfogen.

### 3.1.2 Provomgång 2 – inverkan av plattbärlagsytans råhet

Reultat från skjuvförsök utförda på provkroppar utsågade ur provelement som gjutits på plattbärlag med olika ytråhet, s, redovisas i Figur 11. För råheter i intervallet  $1,0 < s < 2,0$  kunde ingen signifikant skillnad i skjuvkapacitet noteras.



Figur 11. Maximal skjuvspänning som funktion av plattbärlagsytans råhet.

Maximal skjuvspänning för respektive provkroppar redovisas Tabell 5.. I de flesta fall uppstod skjuvsprickan huvudsakligen i gjutfogen medan den i några fall endast delvis uppstod i fogen. Observera att spridningen är stor vid yträhet  $s < 1,0$ .

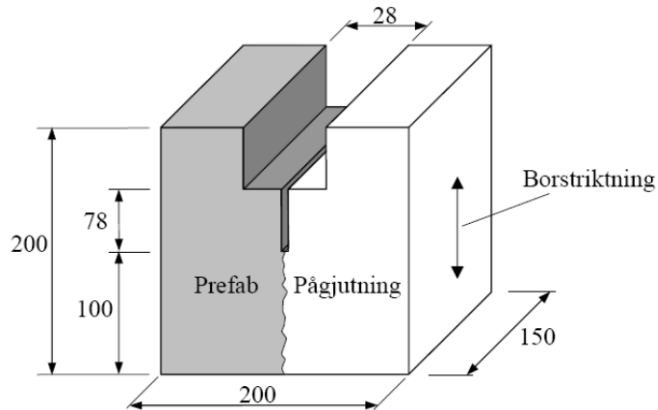
Tabell 5. Sammanställning av maximal skjuvspänning från skjuvförsöken.

Provkropp	Yträhet, enligt [6]	Spricklokalisering	Maximal skjuvspänning [MPa]	Medel [MPa]	Variationskoeff. [%]
N-40-1 <sup>1)</sup>	1,04	Delvis i fog	3,76	4,25	16
N-40-2 <sup>1)</sup>		Brott under montage	-		
N-40-3 <sup>1)</sup>		Huvudsakligen i fog	4,74		
N-41-1	0,80	Huvudsakligen i fog	1,62	2,17	82
N-41-2		Huvudsakligen i fog	0,72		
N-41-3		Huvudsakligen i btg	4,16		
N-42-1	1,10	Huvudsakligen i fog	4,46	4,42	7
N-42-2		Huvudsakligen i fog	4,09		
N-42-3		Huvudsakligen i btg	4,70		
N-43-1	1,24	Delvis i fog	4,00	4,05	8
N-43-2		Delvis i fog	3,76		
N-43-3		Delvis i fog	4,40		
N-44-1	2,62	Delvis i fog	4,66	4,31	8
N-44-2		Delvis i fog	4,32		
N-44-3		Delvis i fog	3,95		
N-45-1	1,75	Huvudsakligen i fog	3,91	3,99	13
N-45-2		Delvis i fog	4,54		
N-45-3		Huvudsakligen i fog	3,52		
N-46-1	1,81	Huvudsakligen i fog	3,91	4,32	8
N-46-2		Delvis i fog	4,54		
N-46-3		Huvudsakligen i fog	3,52		

1) Yträhet med avsiktligt lågt s-värde skapad med maskinell krattning av Abetong.

### 3.2 Spräckförsök / WST-försök

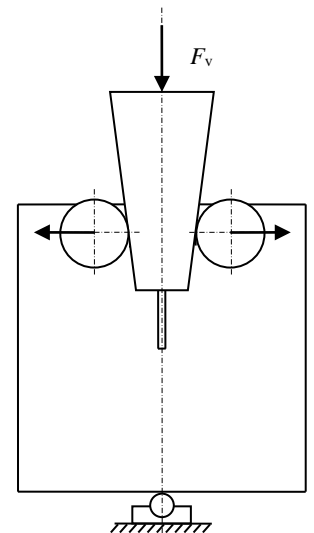
Provkroppar för WST-försöken utsågades ur samma provelement som provkropparna för skjuvförsöken. I Figur 12 visas provkroppens dimensioner samt att provkroppen försågs med ett anvisningsspår (med bredden 5 mm och djupet 78 mm) i gjutfogen.



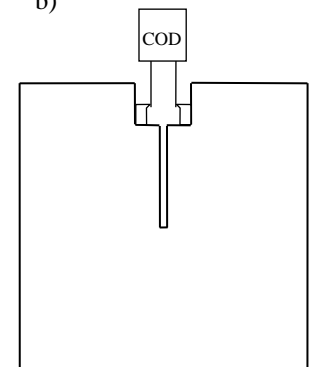
Figur 12. Uttformning och mått på WST-provkropp.



a)



b)



c)

Figur 13. (a) Foto på provuppställning av WST-försöken, (b) schematisk skiss på kraftöverföring samt (c) mätning av deformationer.

### 3.2.1 Provomgång 1 – inverkan av plattbärlagets ”renhet”

Provkroppar utsågades ur de två provelementen (N-11 och N16). Plattbärlaget för provelement N-11 hölls torr och ren inför pågjutningen. Ytan på plattbärlaget för provelement N-16 sprayades med vax genom ett gitter av ca 20 mm breda pappresor, så att ungefär halva ytan täcktes med vax. Maximal vertikal last  $F_v$  för provkroppar utsågade ur dessa element redovisas i Tabell 6. Notera att ytråheten för de båda plattbärlagen var i stort sett lika.

Tabell 6. Sammanställning av maximal vertikal last från WST-försöken.

Prov-kropp	Plattbärlags-ytan	Ytråhet enligt [6]	Sprick-lokalisering	Maximal last, $F_v$ [kN]	Medel [kN]	Variationskoeff. [%]
N-11-1	Torr, ren	1,91	Huvudsakligen i btg	2,59	2,47	5
N-11-2			Huvudsakligen i btg	2,49		
N-11-3			Huvudsakligen i btg	2,34		
N-16-1	Delvis vaxad	1,84	Huvudsakligen i fog	1,95	1,74	11
N-16-2			Huvudsakligen i fog	1,71		
N-16-3			Huvudsakligen i fog	1,56		

Det initella beteendet mellan de olika provkropparna var lika [3], medan den maximala kapaciteten blev ungefär 30% lägre för provkropparna vars prefabyta var delvis vaxad (N-16) jämfört med provkropparna med torr och ren yta (N-11).

För provkropparna N-11 (torr yta) gick sprickan i huvudsak genom betongen vilket tyder på att gjutfogen är minst lika stark som betongen. För provkropparna med delvis vaxad yta (N-16) var tendensen att sprickan i huvudsak gick i eller i anslutning till gjutfogen.



### 3.2.2 Provomgång 2 – inverkan av plattbärlagets råhet

I Tabell 7 redovisas maximal spräcklast  $F_v$  för provkroppar utsågade ur provelement gjutna på plattbärlag med olika ytråhet.

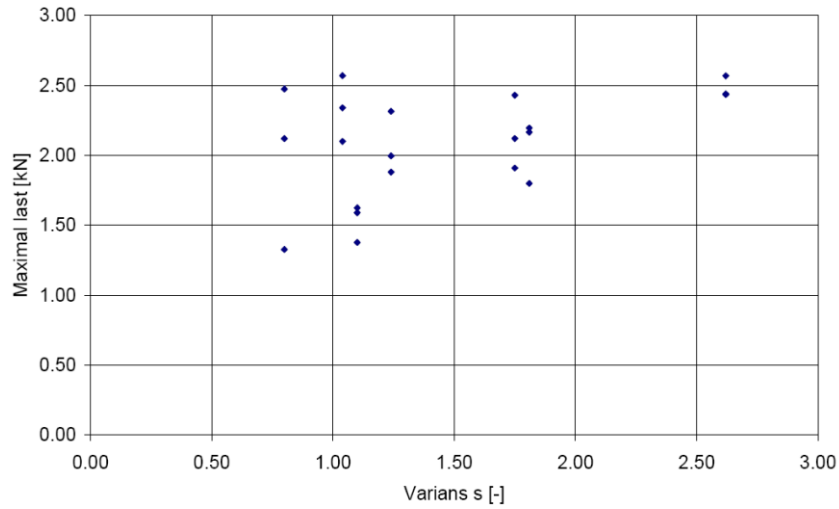
Tabell 7. Sammanställning av maximal vertikal last från WST-försöken.

Provkropp	Ytråhet, enligt [6]	Spricklokalisering	Maximal last, $F_v$ [kN]	Medelvärde [kN]	Variationskoeff. [%]
N-40-1 <sup>1)</sup>	1,04	Delvis i fog	2,57	2,34	10
N-40-2 <sup>1)</sup>		Huvudsakligen i btg	2,34		
N-40-3 <sup>1)</sup>		Huvudsakligen i fog	2,10		
N-41-1	0,80	Huvudsakligen i fog	1,33	1,97	30
N-41-2		Huvudsakligen i fog	2,12		
N-41-3		Huvudsakligen i btg	2,47		
N-42-1	1,10	Huvudsakligen i fog	1,62	1,53	8
N-42-2		Huvudsakligen i fog	1,38		
N-42-3		Huvudsakligen i btg	1,59		
N-43-1	1,24	Huvudsakligen i fog	1,88	2,06	11
N-43-2		Huvudsakligen i fog	2,32		
N-43-3		Huvudsakligen i btg	2,00		
N-44-1	2,62	Delvis i fog	2,44	2,48	3
N-44-2		Delvis i fog	2,43		
N-44-3		Huvudsakligen i btg	2,57		
N-45-1	1,75	Huvudsakligen i fog	1,91	2,15	12
N-45-2		Delvis i fog	2,43		
N-45-3		Delvis i fog	2,12		
N-46-1	1,81	Delvis i fog	2,17	2,05	11
N-46-2		Huvudsakligen i fog	2,20		
N-46-3		Huvudsakligen i fog	1,80		

1) Ytråhet med avsiktligt lågt s-värde skapad med maskinell krattning av Abetong.

Som framgår av tabellen gick sprickan i de flesta fall huvudsakligen eller delvis i gjutfogen medan den i några fall uppstod i betongen.

I Figur 14 är maximal vertikal last plottad mot gjutfogens ytråhet. Det går inte att fastslå något direkt samband mellan ytråhet och fogens spräckhållfasthet. Det föreligger dock en klar tendens till minskad spridning för s-värden överstigande 1,0. Se även Tabell 7.



**Figur 14. Maximal last som funktion av plattbärlagsytans råhet.**

## 4 Beräkning och analys av momentkapaciteter

I Tabell 8 redovisas beräknade momentkapaciteter baserat på provningsresultaten i provomgång 1, 2 och 3.

Tabell 8. Sammanställning av maximalt böjmoment för fullskalförsöken i provomgång 1, 2 och 3.

Prov-element	Tjocklek [mm]	Armering i plattbärlag	Armering över skarv	Dominerande brotttyp	Medel [kNm/m]	Variationskoeff. [%]
N-20 Abetong	200	7 $\phi$ 8	7 $\phi$ 8	Fläk	54	6
N-21 Heda (omgång 2)				Fläk	50	6
N-21 Heda (omgång 3)				Fläk	56	5
N-01	250	3 $\phi$ 8	3 $\phi$ 8	Böj	38	3
N-01 Långtid			3 $\phi$ 8	Böj	39	3
N-02			5 $\phi$ 8	Böj	47	6
N-03			7 $\phi$ 8	Böj	46	3
N-05 Våt			7 $\phi$ 8	Böj	47	3
N-06 Vaxad			3 $\phi$ 8	Böj	39	5
N-30 Abetong	300	7 $\phi$ 8	7 $\phi$ 8	Böj	98	7
N-31 Heda				Fläk	96	12

De tidigaste fläksprickorna i provomgång 3 (N21-Heda omgång 3) initierades som lägst vid böjmoment ca 31 kNm/m. I detta fall uppstod fläkbrott.

Normal skarvarmering ( $\phi$ 8s150) når sin brottgränsspänning vid ett böjmoment på ca 25 kNm/m, vilket ger en marginal på 20-25% till första antydning till fläkspricka. Marginalen till fläkbrott är 50-60%.

Verifiering enligt Boverkets handbok "Dimensionering genom provning"[9] har utförts i Bilaga 1.

## 5 Diskussion

### ***Inverkan av plattbärlagets "renhet"***

Spräckförsöken (WST) visade på en försämring av vidhäftningen för den delvis vaxade ytan genom att maximal spräckkraft reducerades med omkring 30%. Denna effekt var däremot inte märkbar i skjuvförsöken. Skillnaden mellan försöken förklaras troligtvis av att vaxningen i huvudsak påverkar vidhäftningen som har större inverkan vid fläkning jämfört med ren skjuvning, där plattbärlagets ytråhet är av större betydelse.

Vare sig för provelementen med vattendränkt yta eller för de med vaxad yta, kunde det observeras att gjutfogens beskaffenhet ändrades på ett sådant sätt att det påverkade provelementens lastkapacitet eller strukturella beteende. För samtliga genomförda försök var det endast i ett fall där det fanns en antydning till lokalisering av dragtöjningar i gjutfogen.

Med ledning av dessa försök kan konstateras att dagens föreskrifter för rengöring av plattbärlag i samband med produktion i fabrik och pågjutning på bygget är tillräckliga. Det är dock viktigt att ständigt påminna om att de skall efterlevas.

### ***Inverkan av ytråhet***

Ett rimligt antagande är att fogens kapacitet försämras för ytor med minskad ytråhet. Fullskaleproverna med plattbärlag med räfflad yta uppvisade i medeltal en något högre lastkapacitet för de båda plattjocklekarna i provomgång 2. Någon skillnad i strukturellt beteende eller spricktillväxt mellan prover med borstade och räfflade plattbärlagsytor kunde observeras. Ej heller kunde något klart samband mellan ytråhet och uppnådd lastkapacitet noteras.

Detaljförsoöken bekräftar detta. Varken skjuvförsöken eller WST-försöken visar något direkta skillnader för plattbärlag med s-värden mellan ca 1,0 och ca 2,0.

Den ytråhet ( $s=1,5$ ) som redan idag utnyttjas som riktmärke vid plattbärlagsproduktion är tillräcklig för att erhålla det eftersträvade verkningssättet i skarven.

### ***Inverkan av långtidsbelastning***

Provelementen för långtidsbelastning tillverkades vid samma tillfälle och hade samma utformning som tre av provelementen för korttidsbelastning. Baserat på resultaten från korttidsproverna i provomgång 1, valdes belastningsnivån för långtidsproven till att motsvara 72 % av förväntad brottlastkapacitet. Vid pålastning uppstod en spricka mitt över plattbärlagsskarven. Efter konstant last under 285 dygn belastades elementen till brott. Inga sprickor kunde observeras i gjutfogen mellan plattbärlaget och pågjutningen för någon av de tre provkropparna. Liksom för de tidigare utförda proven styrdes maximal lastkapacitet och brottförlopp huvudsakligen av plasticering i armeringsnätet över skarven. Följaktligen var det ingen signifikant skillnad i maximal lastkapacitet mellan element som långtidsbelastades innan brottbelastning, och element som direkt belastades till brott. Plattbärlagsskarvens strukturella beteende vid brottbelastning påverkades inte heller. Inverkan av långtidseffekter torde därför vara av begränsad natur.

### ***Maximal momentkapacitet***

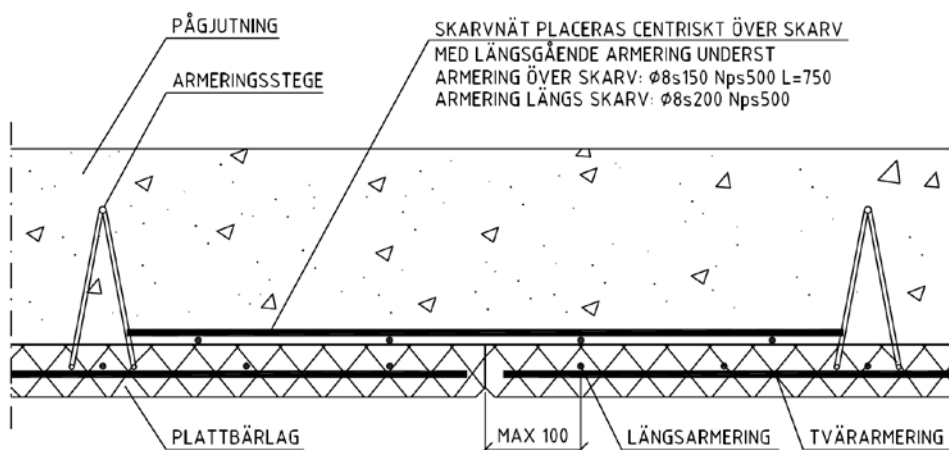
För samtliga fullskaleförsök med överdimensionerad armering i plattbärlag och över skarv uppstod första böjsprickan i fältmitt. För de tjockaste plattorna uppstod det slutliga brottet antingen som dragbrott i armeringsnätet över skarven i fältmitt eller som

fläkbrott i gjutfogen på endera sidan om fältmitt. För de tunnaste plattorna uppstod fläkbrott i gjutfogen i samtliga fall. Det kan bero på att plattbärlagen utgör en större andel av den totala tjockleken i en tunnare konstruktion, vilket ger större fläkeffekter i gjutfogen.

Böjbroten uppvisade ett relativt segt beteende medan fläkbrotten uppstod plötsligt utan någon direkt förvarning. Det kunde konstateras att fläksprickan i provomgång 3, med 200 mm tjockt bjälklag, uppstod vid omkring 60-70% av maximal lastkapacitet. För att undvika fläkbrott bör den slutliga skarven utformas med ett så litet armeringsinnehåll att segt böjbrott säkerställs. Dimensioneringsanvisningarna [7] avser bjälklag med en totaltjocklek mellan 200 mm och 300 mm och är utformad för att säkerställa segt brott i den färdiga konstruktionen.

## 6 Slutsatser

- Ett lättplacerat armeringsnät över skarven enligt figur nedan ger både tillräcklig bärförmåga och ett segt böjbrott.
- De krav som formulerats i Fundia's handbok för Plattbärlag, [8], måste uppfyllas.
- Plattbärlagens ytråhet och renhet vid pågjutning är viktiga. Fullskaleförsöken har dock visat att det inte föreligger något behov av att skärpa kraven ytterligare.
- Skarven i ett korsarmerat bjälklag med plattbärlag kan dimensioneras enligt Bilaga 2.
- Arbetsmiljön förbättras kraftigt och produktiviteten ökar då skarven mellan plattbärlagsplattorna i korsarmerade bjälklag armeras med föreslagen metod



Principiellt armeringsutförande över plattbärlagsskarv

## Referenser

- [1] Lundgren K., *Analyses of lap splice in lattice girder system (Analys av en armeringsskarv i ett plattbärlag. På Engelska)*. Rapport 2003:3, Institutionen för konstruktionsteknik, Betongbyggnad, Chalmers tekniska högskola, Göteborg, 2003.
- [2] Lundgren K., Helgesson J. och Sylvén R., *Joints in lattice girder structures (Fogar i plattbärlag. På Engelska)*. Rapport 2005:9, Institutionen för bygg- och miljöteknik, Avdelningen för konstruktionsteknik, Betongbyggnad, Chalmers tekniska högskola, Göteborg, 2005.
- [3] Flansbjer M., *Armering av plattbärlagsskarv Etapp 3 – provomgång 1*, SP Arbetsrapport 2007:03, SP Bygg och Mekanik, Borås 2007.
- [4] Flansbjer M., *Armering av plattbärlagsskarv Etapp 3 – provomgång 2 och 3*, SP Arbetsrapport 2007:17, SP Bygg och Mekanik, Borås 2007.
- [5] Flansbjer M., *Armering av plattbärlagsskarv Etapp 3 – Långtidsprovning*, SP Arbetsrapport 2007:18, SP Bygg och Mekanik, Borås 2007.
- [6] SIS 812005, *Betongytor. Bestämning av ytjämnhet*. BST Byggstandardisering. Stockholm, 1973.
- [7] Ewertson J., *Armering av plattbärlagsskarv – Dimensioneringsanvisningar*, Stiba, 2008  
Bifogas som Bilaga 2
- [8] *Plattbärlag*, Fundia, 1992
- [9] *Dimensionering genom provning*, Boverket, 1994

## Bilaga 1. Verifiering med Boverkets handbok

Tre av plattorna i provomgång 1 var armerade med 3  $\phi 8$  i plattlement och över skarven. Total höjd var 250 mm. Med hjälp av Boverkets handbok, "Dimensionering genom provning" [9] räknas här fram ett dimensioneringsvärde på momentkapaciteten. Kapitelhänvisningarna är till denna handbok.

De olika värdena på  $P_{max}$  från provomgång 1 med uppställning enligt figur nedan var:

$$N-01-1 = 27,4 \text{ kN}$$

$$N-01-2 = 28,2 \text{ kN}$$

$$N-01-3 = 29,0 \text{ kN}$$

Först görs den statistiska utvärderingen enligt kapitel 4:3.

$$\text{Medelvärde} = 28,2 \text{ kN}$$

$$\text{Standardavvikelsen} = 0,77$$

$$\text{Variationskoefficienten} = 2,7 \%$$

$$\text{Karakteristiskt värde, } P_k = 25,7 \text{ kN}$$

Sedan tas dimensioneringsvärdet fram enligt kapitel 5:4.

$$\gamma_{mp} = 1,15$$

$$\gamma_n = 1,1 \text{ (för säkerhetsklass 2, som är vanligast för bjälklag)}$$

$$\text{Dimensionerande värde, } P_{d0} = 20,4 \text{ kN}$$

Omräkning till dimensionerande moment (för försöksuppställning, se [3]).

$$M_{d0} = 12,2 \text{ kNm}$$

Korrektion med hänsyn till  $f_{yk}$  /  $f_u$ :

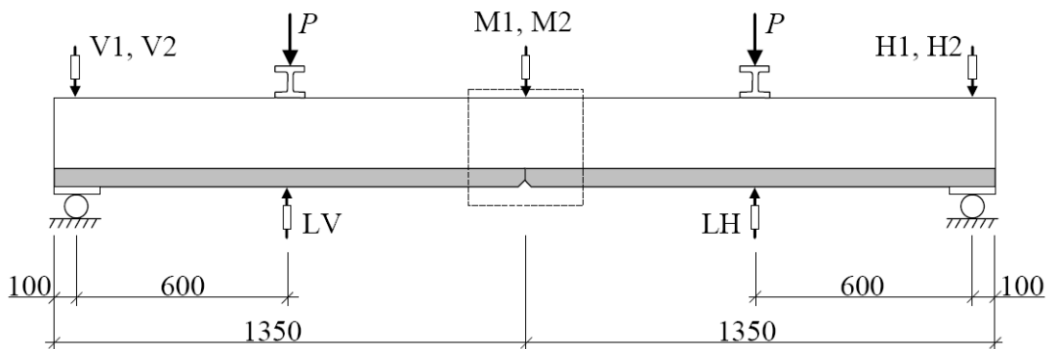
$$M_d = 12,2 \times (500/678) = 9,0 \text{ kNm}$$

Denna reduktion från brottlast till flytlast är på säkra sidan.

Omräkning från provplatta med tre stänger på bredden 500 mm till moment per meter:

$$m_d = (9,0/0,5) \times (166/150) = 20,0 \text{ kNm/m}$$

Detta värde motsvarar tillåtet böjmoment enligt Dimensioneringsanvisningar, Bilaga 2.



Schematisk skiss på provuppställning för fullskaleförsök.

## **Bilaga 2. Dimensioneringsanvisningar**

(Här läggs dimensioneringsanvisningarna i sin helhet in..)





**Abetong AB**  
**AB Färdig Betong**  
**Hedareds Sand & Betong AB**  
**Skandinaviska Byggelement AB**

# **Armering av plattbärlagsskarv**

## **Dimensioneringsanvisningar**

**2008-02-19**

Jens Ewertson, Stiba AB

# 1. Bakgrund

Betongbjälklag till bostäder utförs idag oftast med kvarsittande form av plattbärlag (formplattor), men de används även till kontor, industribyggnader, vårdlokaler etc. Plattbärlag kan antingen vara slakarmerade eller spännarmerade och brukar då oftast vara 40-50 mm respektive ca 70 mm tjocka.

Bjälklag med slakarmerade plattbärlag utförs normalt enkelspända, men vid större spännvidder måste bjälklagen korsarmeras. Detta kan utföras genom att trä lösa armeringsstänger under armeringsstegen tvärs längsskarven. Arbetet uppfattas som besvärligt och tidsödande. En önskan har funnits att underlätta detta arbetsmoment vilket också skulle förbättra arbetsmiljön på byggarbetsplatsen. Hösten 2002 beslöt plattbärlagsgruppen inom SFF (Svenska Fabriksbetongföreningen) att starta projektet "Armering av plattbärlagsskarv". Syftet var att visa att korsarmering kan uppnås genom att lägga kraftigare tvärarmering i plattbärlagen och på byggplatsen komplettera med lokalt armeringsnät över längsskarvarna. Projektet utfördes i tre etapper (Etapp 1, 2 och 3) under åren 2003-2007.

Etapp 1 genomfördes under våren 2003. Då analyserades plattbärlagsskarvar med hjälp av finita element analyser [1]. I de flesta analyser användes Ø8s150 Nps 700 som såväl tvärarmering i plattbärlagen som skarvarmering över längsskarven. Analyserna visade att med armeringskvalitet Nps 700 blev kraften i armeringsstångerna för hög för att kunna förankras i betongen utan att använda speciell tvärarmering genom gjutfogen i anslutning till skarven.

Etapp 2 genomfördes under åren 2004 och 2005. Då utfördes detaljförsök och fullskaleförsök med Ø8s150 Nps 500 som tvärarmering i plattbärlagen och genom skarven [2]. Enligt dessa försök var det möjligt att utforma skarven utan speciell tvärarmering över gjutfogen, men att det då eventuellt måste ställas högre krav på kontroll av plattbärlagens ytråhet och plattbärlagens renhet före pågjutning på arbetsplatsen. Vidare rekommenderades att undersöka inverkan av långtidseffekter av krympning och krypning.

Etapp 3 genomfördes under åren 2006 och 2007 och omfattade detaljförsök och fullskaleförsök där inverkan av plattbärlagets ytråhet, renhet vid pågjutning och effekten av långtidsbelastning studerades [3], [4], [5], [8]. Etappen indelades i tre st provomgångar. Försöken bekräftade resultaten från Etapp 2 att segt brott uppstår när normal armeringsmängd (Ø8s150 Nps 500) används som tvärarmering i plattbärlag och över skarv. Vidare framgick att plattbärlagets ytråhet  $s > 1,0$  enligt SS 81 20 05 är tillräcklig för att säkerställa segt brott samt att långtidsbelastning inte påverkar lastkapaciteten eller brottets strukturella beteende.

Föreliggande dimensioneringsanvisningar baseras på resultaten från ovan nämnda undersökningar.

## **2. Medverkande organisationer och företag**

- Plattbärlagsgruppen inom SFF representerade av Abetong, Färdig Betong, Hedareds Sand & Betong och Skandinaviska Byggelement (har deltagit som medlemmar i referensgruppen)
- Sveriges Byggindustrier genom FoU Väst (har deltagit som medlemmar i referensgruppen)
- Chalmers tekniska högskola, Avdelningen för konstruktionsteknik (har utfört analyser och provningarna i Etapp 1 och 2)
- SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Avdelningen för Bygg och Mekanik (har utfört provningarna i Etapp 3)
- Stiba AB (har utarbetat dimensioneringsanvisningarna)

Projektet har finansierats av Plattbärlagsgruppen inom SFF, SBUF (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond) och Celsa Steel Service (före detta Fundia).

### 3. Förutsättningar

Dimensioneringsanvisningarna gäller för korsarmerade bjälklag med slakarmerade plattbärlag under förutsättning att

- Fundias allmänna dimensioneringsanvisningar för plattbärlag [6] följs
- total bjälklagstjocklek är mellan 200 och 300 mm
- plattbärlagstjockleken är högst 50 mm
- plattbärlagets ytråhet är minst 1,5 vid provning enligt [7]
- betongkvaliteten i plattbärlagen är lägst C30/37 och högst C60/75
- armeringsnätet över skarven (=skarvnätet) är av kvalitet Nps 500 och utformat enligt Bilaga B
- effektiva höjden för skarvnätet minskas med 20 mm för att ta hänsyn till ojämnheter på plattbärlagens överyta
- betongkvaliteten i pågjutningen är lägst C30/37 och högst C60/75
- plattbärlagen orienteras så att störst moment tas i plattbärlagens längsled

### 4. Beräkning av momentkapacitet

Plattbärlagsskarven dimensioneras för böjbrott på vanligt sätt, eftersom skjuvkapaciteten i fogen är tillräcklig vid plattbärlagets ytråhet  $s > 1,5$ . Se [4].

Dimensionerande momentkapacitet  $m_{rd}$  beräknas överslagsmässigt som

$$m_{rd} = f_{sd} \times A_s \times 0,9d \quad \text{där}$$

$$f_{sd} \text{ är dimensioneringsvärdet för stålets (Nps500) draghållfasthet} = \frac{500}{1,15 \times \gamma_n} \text{ MPa}$$

$\gamma_n$  är partialkoefficienten för säkerhetsklassen

$A_s$  är armeringsmängden för Ø8s150 = 335 mm<sup>2</sup>/m

$d$  är effektiva höjden beräknat som H-50-20-8-4. Se Bilaga B

Diagram för momentkapaciteten för olika bjälklagstjocklekar och olika säkerhetsklasser återfinns i Bilaga C.

## **5. Tilläggsanvisningar**

### **5.1 Anvisningar för dimensionering av bjälklag**

Förutsättningarna under rubrik 3 på sidan 4 i dessa anvisningar skall vara uppfyllda.

Dimensionerande moment i tvärled får inte överskrida värdena i Bilaga C. Se rubrik 4 på sid 4 i dessa anvisningar.

Tvårarmering i plattbärlagen beräknas med gängse metoder och föreskrivs på tillverkningsritning.

Utformning av skarv och armeringsnät över skarv enligt Bilaga B skall redovisas i projekterings- och bygghandlingar.

### **5.2 Anvisningar för projektering och tillverkning av plattbärlag**

Armering placeras så att den yttersta längstråden i plattbärlaget hamnar högst 100 mm från kanten. Se Bilaga A.

Fabriken skall genom mätning enligt SS 81 20 05 [7] kontrollera att ytråheten på hela plattbärlaget (även för ytan utanför yttersta stegen) är minst  $s=1,5$ .  
Se Bilaga A.

### **5.3 Anvisningar för utförande på arbetsplats**

Plattbärlagens ovansida skall vara fria från allt löst material, plastfolie etc.

Eventuella glipor mellan plattbärlagen tätas med fogmassa eller motsvarande som inte försämrar vidhäftningen i skarvområdet.

Armeringsnät över skarv skall vara av armeringskvalitet Nps 500 och utformad enligt Bilaga B.

Armeringsnät över skarv placeras enligt Bilaga B.

## 6. Exempel

### 6.1 Ytterfack i lamellhus

Mått och orientering av plattbärlagen enligt figuren nedan.

Total bjälklagstjocklek = 250 mm.

Säkerhetsklass 2, brottgränstillstånd.

Lastgrupp 1, bostäder.

Gavelvägg antas bestå av betong, utan inspanning till bjälklaget.

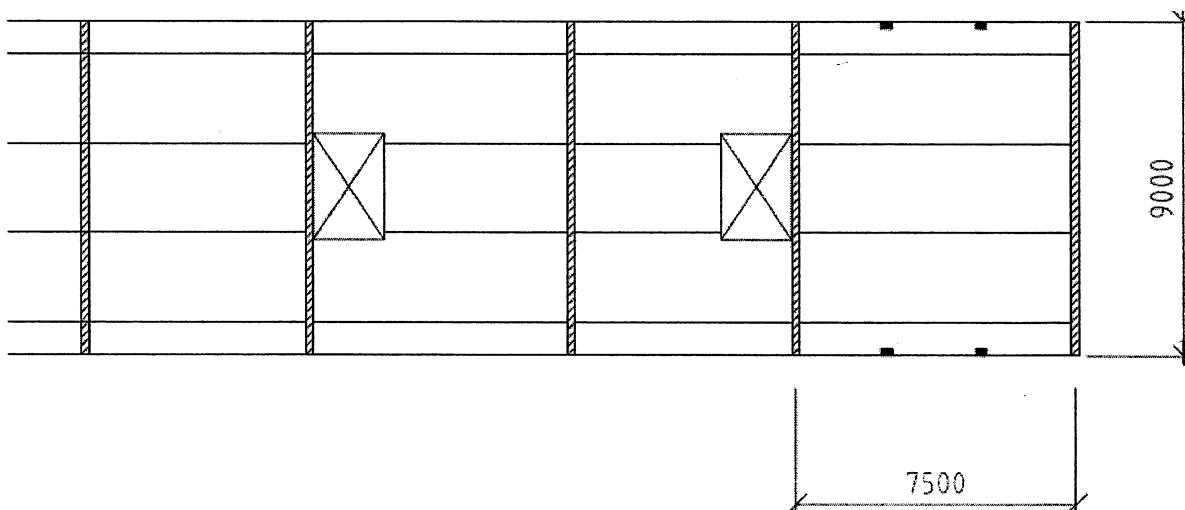
Med enkelspända plattor blir dimensionerande moment i ytterfack 44 kNm/m.

Med firsidig uppläggning blir dimensionerande moment i längsled 30 kN/m och i tvärled 16 kN/m.

Maximalt tillåtet moment i tvärled enligt Bilaga C överskrivs ej, vilket innebär att skarvning med nät är tillåtet.

Armering i plattbärlagen blir 400 mm<sup>2</sup>/m i längsriktningen och 220 mm<sup>2</sup>/m i tvärriktningen.

Skarvnät Nps 500 enligt Bilaga B används och läggs över skarven enligt Bilaga B.



## 6.2 Hörnplatta i punkthus

Mått och orientering av plattbärlagen enligt figuren nedan.

Total bjälklagstjocklek = 280 mm.

Säkerhetsklass 2, brottgränstillstånd.

Lastgrupp 2, kontor.

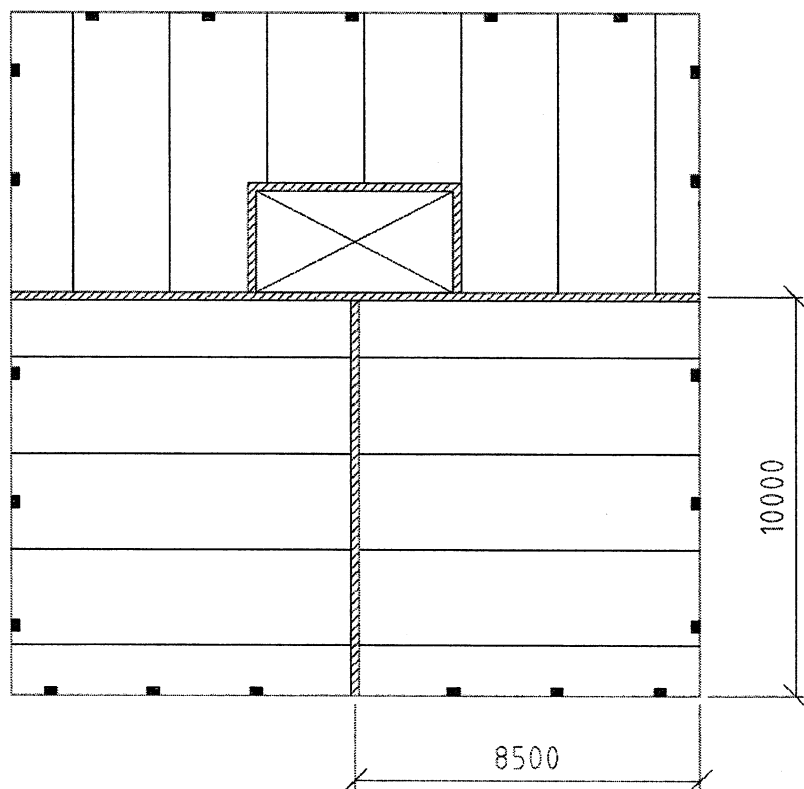
Med enkelspända plattor blir dimensionerande moment i ytterfack 56 kNm/m.

Med firsidig upplägning blir dimensionerande moment i längsled 33 kNm/m och i tvärlid 22 kNm/m.

Maximalt tillåtet moment i tvärlid enligt Bilaga C överskrivs inte, vilket innebär att skarvning med nät är tillåtet.

Armering i plattbärlagen blir  $400 \text{ mm}^2/\text{m}$  i längsriktningen och  $270 \text{ mm}^2/\text{m}$  i tvärriktningen.

Skarvnät Nps 500 enligt Bilaga B används och läggs över skarven enligt Bilaga B.

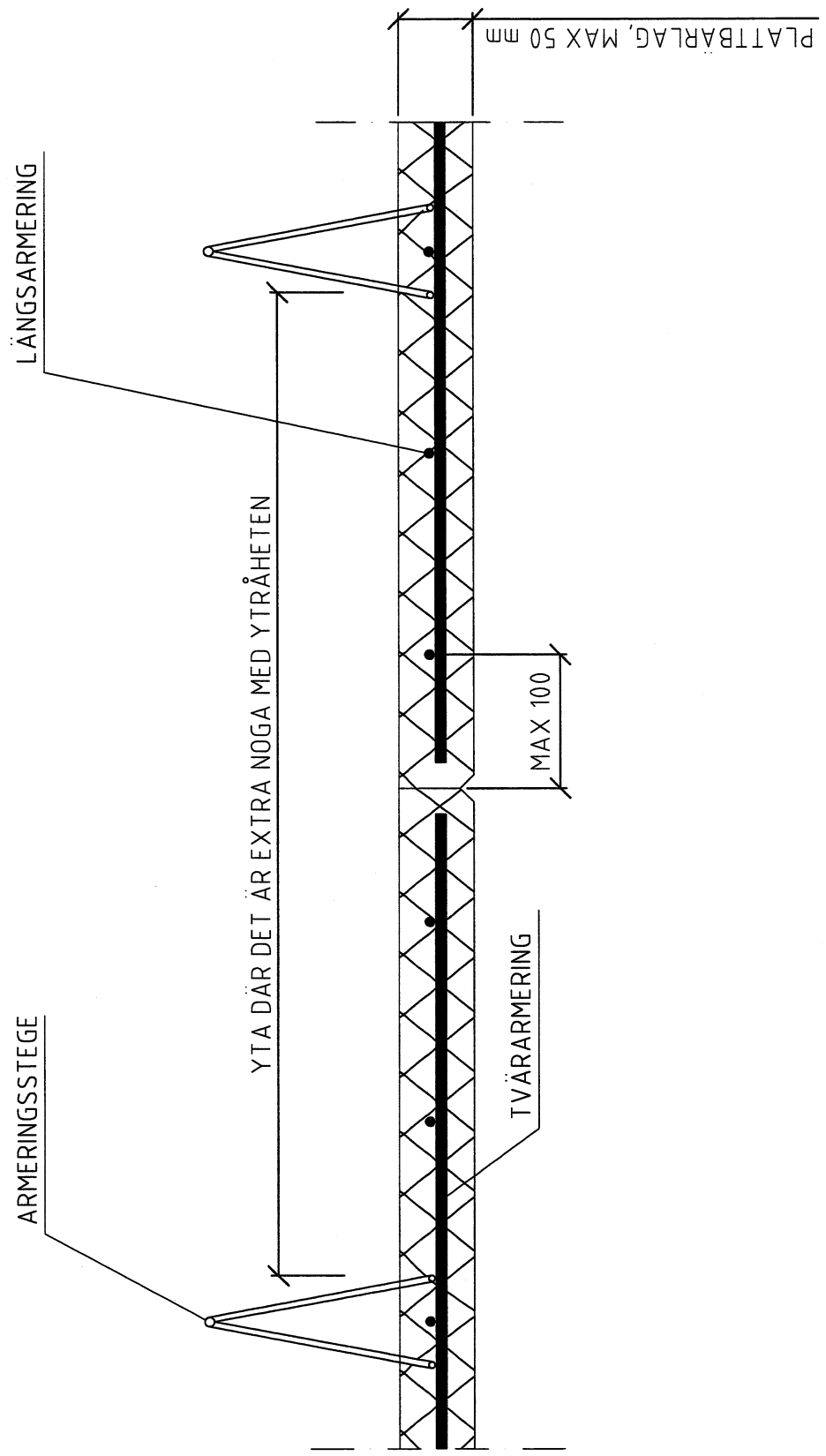


## 7. Hänvisningar

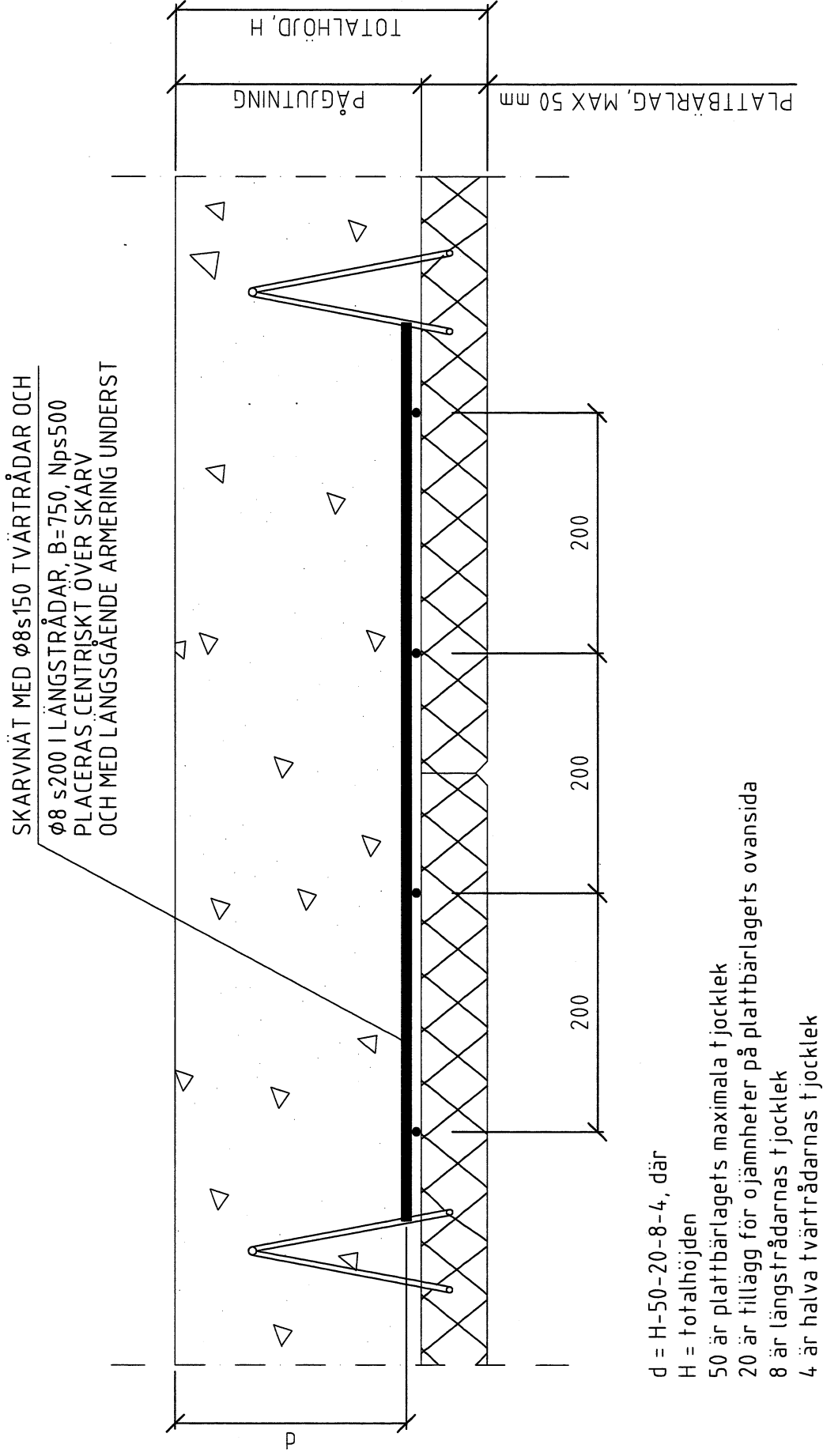
- [1] Karin Lundgren. *Analyses of a lattice girder system*. Chalmers tekniska högskola, 2003. (=Etapp 1)
- [2] Karin Lundgren, Johan Helgesson, Rasmus Sylvén. *Joints in lattice girder structures*. Chalmers tekniska högskola, 2005. (=Etapp 2)
- [3] Mathias Flansbjer. *Armering av plattbärlagsskarv Etapp 3 – Provomgång 1*. SP Tekniska Forskningsinstitut, 2007
- [4] Mathias Flansbjer. *Armering av plattbärlagsskarv Etapp 3 – Provomgång 2 och 3*. SP Tekniska Forskningsinstitut, 2007
- [5] Mathias Flansbjer. *Armering av plattbärlagsskarv Etapp 3 – Provomgång 1, Långtidsprovning*. SP Tekniska Forskningsinstitut, 2007
- [6] Fundia. *Plattbärlag*. 1992
- [7] SIS. *SS 81 20 05 Betongytor, bestämning av ytjämnhet*. 1973
- [8] Plattbärlagsgruppen inom SFF. *Armering av plattbärlagsskarv, Etapp 3, Sammanfattning och dimensioneringsanvisningar*. 2008



# BILAGA A



# BILAGA B



d = H-50-20-8-4, där

H = totalhöjden

50 är plattbärlagets maximala tjocklek

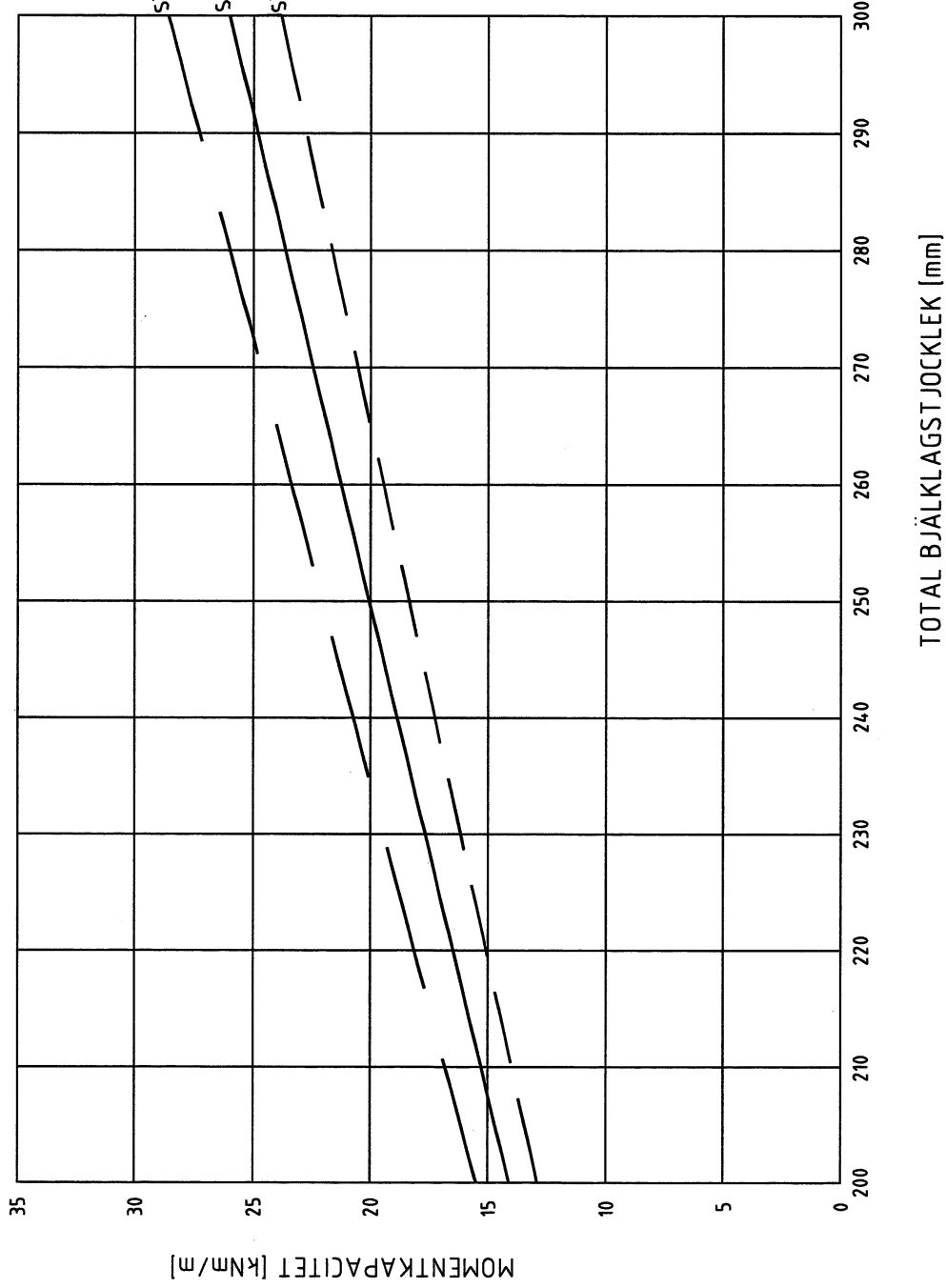
20 är tillägg för ojämnheter på plattbärlagets ovansida

8 är längstrådarnas tjocklek

4 är halva tvärtrådarnas tjocklek

PLATTBÄRLAG + PÅGJUTNING = FÄRDIGT BJÄLKLAG

# BILAGA C



Säkerhetsklass 1  
Säkerhetsklass 2  
Säkerhetsklass 3

## FÖRUTSÄTTNINGAR

Fundias allmänna dimensioneringsanvisningar för plattbärlag [6] följs

total bjälklagstjocklek är mellan 200 och 300 mm

plattbärlagstjockleken är högst 50 mm

plattbärlagets yrfärdighet är minst 1,5 vid provning enligt [7]

betongkvaliteten i plattbärlagen är lägst C30/37 och högst C60/75

armeringsnätet över skarven (=skarvnätet) är av kvalitet Nps 500 och utformat enligt Bilaga B

effektiva höjden för skarvnätet minskas med 20 mm för att ta hänsyn till ojämnheter på plattbärlagens överyta

betongkvaliteten i påggjutningen är lägst C30/37 och högst C60/75

plattbärlagen orienteras så att störst moment tas i plattbärlagens längsled