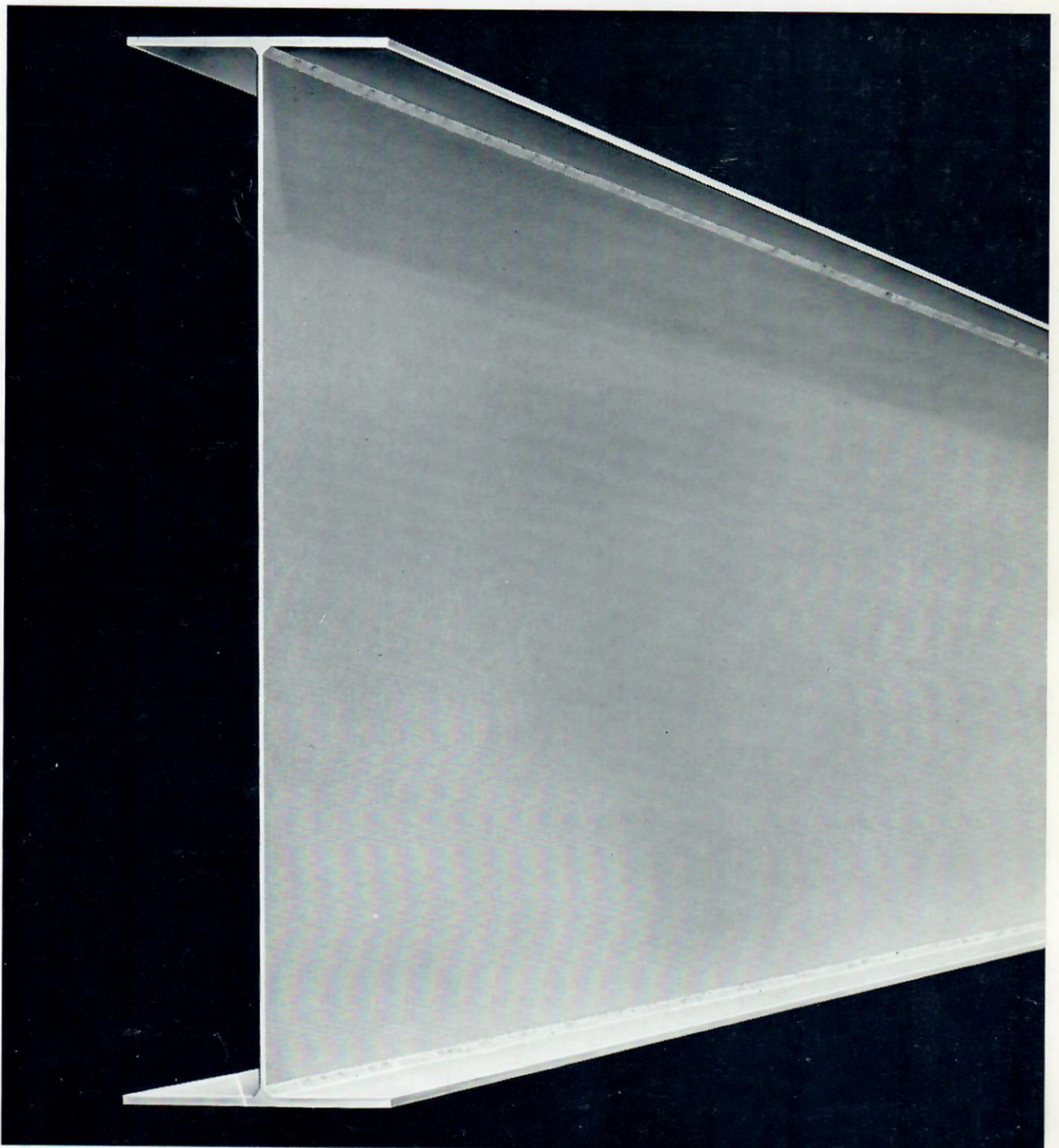




GRÄNGESBERGSBOLAGET
AB BRÖDERNA HEDLUND
stålbyggarna

SfB Gh2
(Hh2)
BH 114
juni 67

HSI-balken

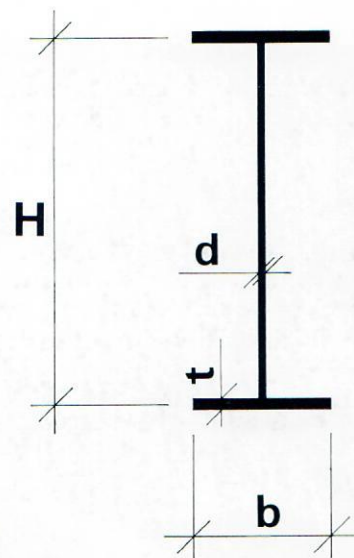


HEDLUNDS SVETSAD I-BALK

HSI-800-4-250

H d b

$$t = \frac{b}{25}$$



HSI-balken är en svetsad I-balk med optimalt motståndsmoment i förhållande till vikten.

HSI-balken är resultatet av flerårigt forskningsarbete som främst utförts vid våra tekniska högskolor.

HSI-balken tillverkas i ett välplanerat standardsortiment, vilket tillsammans med den optimala dimensioneringen och rationell tillverkning i svetsautomater ger balken god ekonomi.

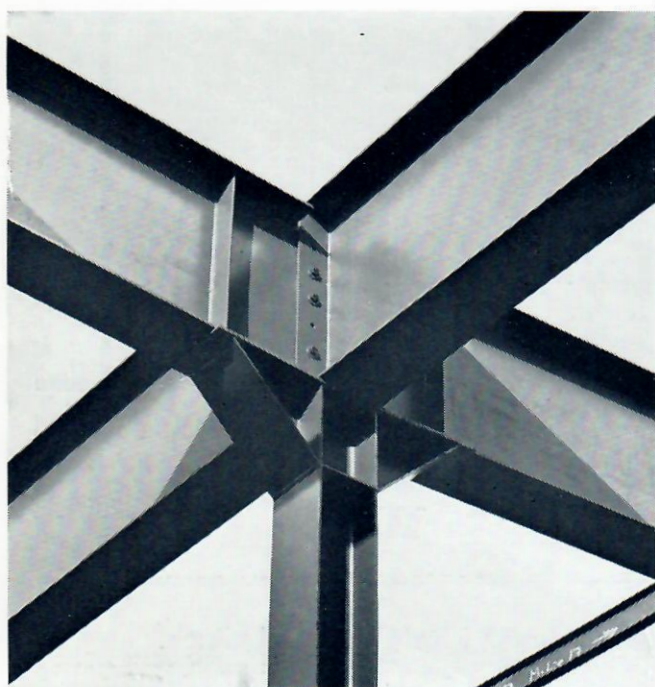
HSI-balken används främst som takstol i industri- och lagerbyggnader, garage och hangarer samt idrottshallar. Den kan med fördel användas vid stora spännvidder.

HSI-balken har tillverkats sedan 1961 och levererats till ett stort antal byggnader.

HSI-balken är patentsökt både i Sverige och utomlands.

Denna broschyr innehåller:

HSI-balken — presentation	sid 3— 5
Dimensioneringsregler	” 6— 8
Beräkningsgång	” 8
Dimensioneringstabeller för HSI-600 t o m HSI-1600	” 9—16
Beräkningsexempel	” 17—20
Försäljning, leverans etc	” 21
Några HSI-byggen	” 22



HSI-balkar. Korspunkt mellan primär- och sekundärbalkar.



HSI-balk klar för provbelastning vid Tekniska Högskolan.

HSI - balken - en rationalisering

Av tekniska och ekonomiska skäl har valsade stålbalckar med I-profil under senare år till viss del ersatts av svetsade stålbalckar i takkonstruktioner. För att underlätta för Er att beräkna en lämplig och ekonomisk takstol för alla spännvidder, har Bröderna Hedlund utarbetat ett lättbalksystem, kallat HSI-systemet, och lagt detta till grund för rationell tillverkning i stor skala. Ur detta system kan Ni enkelt hämta den balkprofil som för varje bestämt ändamål är den lämpligaste.

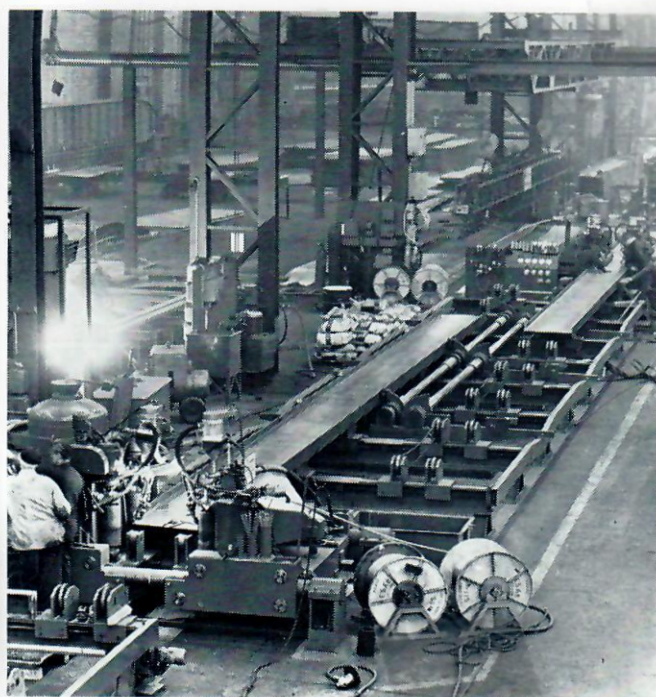
Det mest karaktäristiska för HSI-balken är att förhållandet mellan livhöjd och livtjocklek är relativt stort, vanligtvis mellan 150 och 300, samt att livavstyvningar normalt endast anbringas vid balkens upplagspunkter. Syftet med att undvika livavstyvningar är naturligtvis att öka möjligheten till automatiserad tillverkning, medan man genom att göra livplåten tunn kan erhålla stora materialbesparingar. Möjligheten att även kunna variera flänsplåtarna med mycket små intervaller bidrar starkt till att erhålla en balk med låg vikt och optimalt utnyttjande av stålet.

HSI - systemets uppbyggnad

HSI-balken tillverkas av stålplåt i kvalitet SIS 1411 med sträckgräns $\sigma_s = 2600 \text{ kp/cm}^2$ och består av liv- och flänsplåtar i standardiserade dimensioner, sammanfogade till en I-profil genom automatsvetsning i speciella maskiner.

Systemets beteckningar anger tvärsnittets alla dimensioner. HSI-800-4-250 anger t ex att nominella balkhöjden är 800 mm, livtjockleken 4 mm och flänsbredden 250 mm. Flänsens tjocklek är alltid 1/25 av flänsbredden. I detta fall alltså 10 mm.

Profilsortimentet omfattar balkar med standardiserade balkhöjder från 600 mm till 1600 mm. Genom möjligheten att för varje balkhöjd kunna variera flänsdimensionerna inom vida gränser, täcker systemet alla förekommande böjande moment från 10 tonmeter (Mpm) till 400 tonmeter (Mpm). På samma sätt kan livplåtens tjocklek väljas allt eftersom tvärkrafternas storlek varierar. Tabellerna på sid 9—16 visar HSI-systemets omfattning. För varje balk anges dimensioner, vikter och statiska värden, samt tillåtna moment och tvärkrafter.



HSI-balken automatsvetsas i specialmaskiner



HSI-balken använd som primär- och sekundärtakstol för Ahlén & Holms Centrallager, Jordbro.

HSI - balkens utveckling

Vid valsade profiler har framställningsmetoderna begränsat profilernas dimensioner. Då man väljer svetsade profiler kan man på ett helt annat sätt själv bestämma önskade dimensioner. Detta har fått till följd att man ställts inför nya problem vid hållfasthetsberäkningarna. För HSI-balken har man främst fått studera problemen livbuckling och flänsstabilitet.

Vid Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg har under professor Hjalmar Granholms ledning gjorts provbelastningar av ett stort antal balkar för att undersöka den tunna livplåtens stabilitet bl a med avseende på momentbuckling, skjuvbuckling, en kombination av dessa samt eventuellt behov av livavstyvningar.

Samtidigt har professor Henrik Nylander, Kungl Tekniska Högskolan, Stockholm, gjort mycket omfattande teoretiska och praktiska undersökningar vad gäller flänsstabiliteten m m.

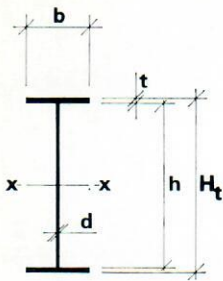
Nämnda undersökningar vid våra högskolor jämte bl a de amerikanska stålbestämmelserna, ligger till grund för de dimensioneringsregler som nu fastställts av Kungl Byggnadsstyrelsen.

HSI - balkens användningsområde

I förhållande till traditionella balkar har HSI-balken stort tröghetsmoment och motståndsmoment i X-led. Den ger mycket ekonomiska konstruktioner vid stora spännvidder och används därför som bärande element i takkonstruktioner för industri- och lagerbyggnader, hallar, garage- och idrottsbyggnader m m. I likhet med traditionella helsvetsade plåtbalkar görs den med fördel kontinuerlig över stöd. I det fall då man använder HSI-balkar som både primär- och sekundärbalkar i en takkonstruktion kan man mycket enkelt få kontinuitet för både primärer och sekundärer. Hur detta konstruktivt skall utföras framgår av några av de typritningar för HSI-balken, som utarbetats av Bröderna Hedlund. Liknande typritningar finns för balkupplag, anslutning av åsar, stagning av underfläns etc.

HSI-balken har begränsad styvhet i sidled vilket bör beaktas vid transport och montage. Vidare måste tillses att balkens tryckta fläns har tillfredsställande stagning i sidled.

HSI-balken är patentsökt både i Sverige och utomlands.



Beteckningar:

- H_t = totalhöjd
- h = livhöjd
- d = livtjocklek
- b = flänsbredd
- $t = \frac{b}{25}$ = flänstjocklek
- l = balkens spännvidd

DIMENSIONERING

I första hand bör standardprofiler enligt sid 9—16 väljas. Då skall den förenklade BERÄKNINGSGÅNGEN enligt sid 8 följas. För profiler som ej överensstämmer med standard skall fullständig beräkning göras enligt nedanstående dimensioneringsregler.

Dimensioneringsregler

Mått i cm, kraft i kp, spänning i kp/cm².

Formlerna nedan är utdrag ur normerna för HSI-balken (broschyr nr BH 118: HSI-balken norm.) och gäller för material SIS 1411 med sträckgräns $\sigma_s = 2600$.

1. Förhållandet mellan livhöjd (h) och livtjocklek (d)

skall uppfylla villkoret
 $h/d < 320$

2. Tillåten skjuvspänning, τ_{till}

(= största tillåtna tvärkraft dividerad med livets sektionsarea) För balk belastad av jämnt fördelad last eller av punktlaster fördelade längs balken erhålls tillåten skjuvspänning för olika h/d-förhållanden enligt följande:

h/d	τ_{till}
$81 < h/d \leq 221$	$\frac{445 \cdot 10^4}{(h/d)^2} + 260$
$221 < h/d$	$\frac{1715 \cdot 10^4}{(h/d)^2}$

Tillåten tvärkraft $T_{till} = \tau_{till} \cdot h \cdot d$

3. Tillåten böjspänning σ

Grundvärde för tillåten spänning vid ren böjning är $\sigma = 1675$. Eftersom HSI-balken konstrueras med relativt slanka plåtdimensioner blir ofta stabilitetsfrågorna dimensionerande. Kontrollberäkningar enligt nedanstående punkter skall därför göras.

(Index för σ och α nedan härrör från HSI-normen, publikation BH 118.)

4. Tillåten böjspänning σ_2 med hänsyn till utknäckning av tryckt överfläns

Då avståndet l_1 mellan tryckta flänsens stagpunkter (åsdelningen) är stort blir den tillåtna böjspänningen reducerad till σ_2 enligt nedan med utgångspunkt från instabilitetskoefficienten α_2 .

α_2	σ_2
$0 < \alpha_2 \leq 0,4$	1675
$0,4 < \alpha_2 \leq 1,45$	$2056 - 946 \cdot \alpha_2$
$1,45 < \alpha_2$	$\frac{1438}{\alpha_2^2}$

där $\alpha_2 = 0,0388 \cdot \frac{l_1}{b} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{6} \cdot \frac{h-d}{b-t}}$

5. Tillåten böjspänning σ_4 med hänsyn till utknäckning av tryckt underfläns

Med hänsyn till risken för utknäckning av tryckt underfläns vid stöd (kontinuerlig balk) skall den tillåtna böjspänningen reduceras till σ_4 enligt nedan med utgångspunkt från instabilitetsfaktorn α_4 .

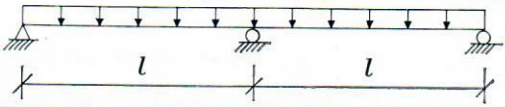


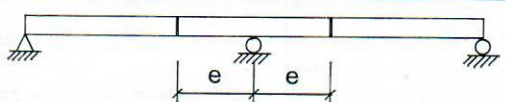
α_4	σ_4
$0 < \alpha_4 \leq 0,6$	1675
$0,6 < \alpha_4 \leq 1,15$	$1710 - 255 \cdot \alpha_4^4$
$1,15 < \alpha_4$	$\frac{1675}{\alpha_4^2}$

där $\alpha_4 = 0,122 \cdot \frac{l}{b} \cdot \sqrt{\frac{1 + \frac{1}{6} \cdot \frac{h-d}{b-t}}{C_{akt}}}$

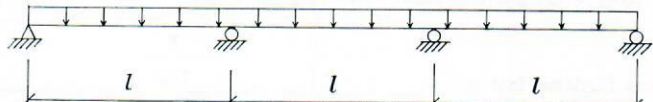


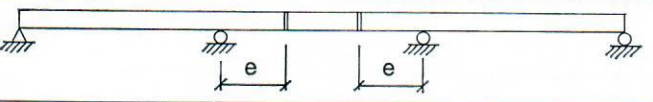
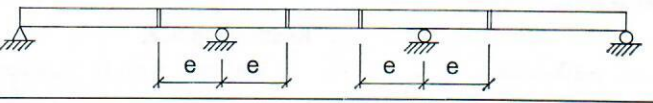
C_{akt} = koefficient, beroende av flänsens inspänningsgrad samt momentfördelningen för balken. C_{akt} kan noggrant bestämmas ur Bröderna Hedlunds publikation BH 115.

För balk på tre och fyra stöd kan med god noggrannhet följande värden för C_{akt} väljas:

Balk på tre stöd

Underflänsens stagnung i sidled		$\frac{e}{l}$	C_{akt}
ostagad		—	65
stagad i ett ytterfack		0,15 0,225 0,30	220 160 130
stagad i båda ytterfacken		0,15 0,225 0,30	750 400 250

Balk på fyra stöd

Underflänsens stagnung i sidled		$\frac{e}{l}$	C_{akt}
ostagad		—	38
stagad i ytterfacken		0,15 0,225 0,30	105 85 70
stagad i innerfacket		0,15 0,225 0,30	260 200 160
stagad i både inner- och ytterfack		0,15 0,225 0,30	850 500 300

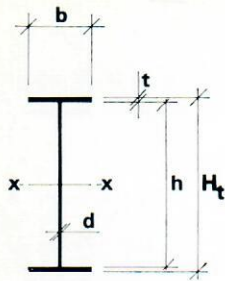
e = avståndet från stöd till underflänsens stagpunkt. l = HSI-balkens spannvidd.

6. Tillåten böjspänning, σ_5 , för balk med tunn livplåt

Vid tunn livplåt (stora h/d -värden) skall tillåten böjspänning reduceras till σ_5 -enligt tabellen t h.

σ_n är den tillåtna böjspänning som beräknats i endera ur formelerna 4 och 5 (σ_2 resp σ_4).

h/d	σ_5
$h/d \leq \frac{6,74 \cdot 10^3}{\sqrt{\sigma_n}}$	σ_n
$h/d > \frac{6,74 \cdot 10^3}{\sqrt{\sigma_n}}$	$\left[1 - 0,0005 \cdot \frac{h \cdot d}{b \cdot t} \left(\frac{h/d}{\sqrt{\sigma_n}} - \frac{6,74 \cdot 10^3}{\sqrt{\sigma_n}} \right) \right] \cdot \sigma_n$



7. Tillåten punktlast P_{till}

Livavstyvningar fordras ej under åsar, som belastar balkens överfläns om följande två villkor uppfylls.

- a) Med hänsyn till den vertikala maximispänningen i livplåten får punktlasten ej överstiga P_{till1} .

$$P_{till1} = 1950 \cdot l_2 \cdot d$$

$$\text{där } l_2 = 1,29 \cdot \sqrt[4]{\frac{h \cdot b \cdot t^3}{d}}$$

- b) Med hänsyn till lokal buckling av livplåten får punktlasten ej överstiga P_{till2} .

h/d	P_{till2}
h/d ≤ 200	$4,2 \cdot 10^4 \cdot d^2$
h/d > 200	$(6,72 - 0,0126 \cdot h/d) \cdot 10^4 \cdot d^2$

Anmärkning: Vid HSI-balkens upplag skall alltid livavstyvningar finnas även om upplagskraften är mindre än här ovan angiven tillåten punktlast.

8. Tillåten tryckspänning under jämnt fördelad last σ_v

Den vertikala tryckspänningen i livet beräknas vid jämnt fördelad belastning på överflänsen enligt formeln

$$\sigma_v = \frac{q}{d}$$

där q = lasten i kp/cm.

Den tillåtna vertikala tryckspänningen skall uppfylla följande två villkor.

- a) Då flänsen är vridningsförhindrad är tillåten vertikal tryckspänning

$$\sigma_{v1} = \frac{4,62 \cdot 10^6}{(h/d)^2}$$

- b) Då flänsen ej är vridningsförhindrad är tillåten vertikal tryckspänning

$$\sigma_{v2} = \frac{1,68 \cdot 10^6}{(h/d)^2}$$

Anmärkning: Den belastade flänsen kan anses vridningsförhindrad om, vid en tänkt snedställning av flänsen, det av lasten per längdenhet återförande momentet kring flänsmitt, m_v , uppfyller följande villkor

$$m_v > 650 \cdot d^2$$

där m_v = återförande moment per längdenhet i $\frac{\text{kp cm}}{\text{cm}}$.

9. Kombinerad skjuv- och böjspänning

I de fall stora skjuv- och böjspänningar förekommer samtidigt i samma snitt av balken, skall tillåten böjspänning reduceras till σ_s enligt nedan:

$\frac{\tau}{\tau_{till}}$	σ_s
$\frac{\tau}{\tau_{till}} \leq 1,0 - 0,18 \cdot \frac{h \cdot d}{b \cdot t}$	1675
$\frac{\tau}{\tau_{till}} > 1,0 - 0,18 \cdot \frac{h \cdot d}{b \cdot t}$	$2795 - 1120 \cdot \left(0,18 \cdot \frac{h \cdot d}{b \cdot t} + \frac{\tau}{\tau_{till}} \right)$

där τ = beräknad skjuvspänning $\left(\tau = \frac{T}{h \cdot d} \right)$

τ_{till} = tillåten skjuvspänning enligt formel 2.

BERÄKNINGSGÅNG

Fritt upplagd balk

- I. Beräkna aktuella moment och tvärkrafter.
- II. Välj från dimensioneringsblad sid 9—16 de balkhöjder vars momentområde innesluter det framräknade momentet.
- III. Bestäm med hjälp av de framräknade tvärkrafterna livplåtens tjocklek för de aktuella balkhöjderna från respektive dimensioneringsblad.
- IV. Bestäm med hjälp av det framräknade momentet och vald åsdelning flänsarnas dimension för de aktuella balkhöjderna från respektive dimensioneringsblad.
- V. Kontrollera att kraven enligt dimensioneringsreglerna 7, 8 och 9 är uppfyllda.
- VI. Välj livavstyvningar vid ändupplag från tillhörande dimensioneringsblad.

Kontinuerlig balk

- I. Beräkna aktuella moment och tvärkrafter (Gränslastmetoden är ej lämplig att använda för HSI-balken).
- II. Välj från dimensioneringsblad sid 9—16 de balkhöjder vars momentområde innesluter det framräknade maximala momentet.
- III. Beräkna balkens dimensioner i fält på samma sätt som för fritt upplagd balk, punkt III—IV.
- IV. Beräkna balkens dimensioner över stöd på samma sätt som för fritt upplagd balk, punkt III—IV.
- V. Kontrollera att kraven enligt dimensioneringsreglerna 5, 6, 7, 8 och 9 är uppfyllda.
- VI. Välj livavstyvningar vid upplag från tillhörande dimensioneringsblad.

SE ÄVEN BERÄKNINGSEXEMPEL PÅ SID 17—20.

HSI-600

momentområde 10 - 30 Mpm (tonmeter)

HSI-profil H - d - b	Tillåten tvärkraft Mp (ton)	Tillåtet moment Mpm (tonmeter)**						Statiska värden			Vikt g kg/m	Liv- höjd h mm	Total- höjd Ht mm	Livav- styvning: plattstål mm
		Äsdelning (meter)						A cm ²	I _x cm ⁴	W _x cm ³				
		0	2.0	2.5	3.0	3.5	5.0							
600-3-150*	6.6	11.4	10.2	9.4	8.5	7.5	4.5	35.7	21120	700	28.0	590	602	70×8
175		14.6	13.9	12.9	12.0	11.0	7.9	42.2	26950	890	33.1	„	604	80×8
200*		18.3	18.1	17.1	16.0	15.0	11.8	49.7	33740	1115	39.0	„	606	80×8
225*		22.5	22.5	21.8	20.7	19.5	16.1	58.2	41450	1365	45.7	„	608	100×8
250*		27.2	27.2	27.1	25.9	24.7	21.0	67.7	50130	1645	53.1	„	610	120×8
600-4-150*	11.0	12.7	11.1	10.0	8.9	7.8	4.5	41.6	22830	760	32.7	„	602	70×8
175		15.9	14.9	13.8	12.6	11.5	8.1	48.1	28660	950	37.8	„	604	80×8
200*		19.6	19.3	18.1	16.9	15.7	12.1	55.6	35450	1170	43.6	„	606	80×8
225*		23.8	23.8	22.9	21.6	20.3	16.5	64.1	43160	1420	50.3	„	608	100×8
250*		28.5	28.5	28.3	26.9	25.6	21.5	73.6	51840	1700	57.8	„	610	120×8
600-5-150	17.1	13.7	11.8	10.6	9.3	8.1	4.5	47.5	24540	815	37.3	„	602	70×10
175		16.8	15.7	14.4	13.2	11.9	8.2	54.0	30370	1005	42.4	„	604	80×8
200		20.5	20.1	18.8	17.5	16.2	12.4	61.5	37170	1230	48.3	„	606	80×8
225		24.7	24.7	23.6	22.3	21.0	16.9	70.0	44870	1480	55.0	„	608	100×8
250		29.4	29.4	29.1	27.7	26.2	22.0	79.5	53560	1760	62.4	„	610	120×8
600-6-150	25.5	14.6	12.4	11.1	9.7	8.3	4.5	53.4	26250	870	41.9	„	602	70×15
175		17.8	16.4	15.1	13.7	12.4	8.3	59.9	32080	1060	47.0	„	604	80×12
200		21.5	20.9	19.5	18.1	16.8	12.6	67.4	38880	1285	52.9	„	606	80×12
225		25.7	25.7	24.4	23.0	21.6	17.3	75.9	46580	1530	59.6	„	608	100×10
250		30.3	30.3	29.9	28.4	26.9	22.5	85.4	55270	1810	67.0	„	610	120×8
600-7-150	36.7	15.6	13.1	11.6	10.0	8.5	4.5	59.3	27970	930	46.6	„	602	70×20
175		18.7	17.1	15.7	14.2	12.8	8.3	65.8	33790	1120	51.7	„	604	80×20
200		22.4	21.7	20.2	18.7	17.3	12.9	73.3	40590	1340	57.5	„	606	80×20
225		26.6	26.6	25.2	23.7	22.2	17.7	81.8	48290	1590	64.2	„	608	100×15
250		31.3	31.3	30.7	29.1	27.6	22.9	91.3	56980	1870	71.7	„	610	120×12

* Se sid 21 "LEVERANSER".

** Observera kontrollberäkningen enligt "Beräkningsgång" sid 8.

KOMMENTAR TILL TABELLERNÄ

Tabellerna på sid 9—16 används i enlighet med "Beräkningsgång" på sid 8.

Balkar med momentvärden till höger om den grova sicksacklinjen är mindre väl utnyttjade och därför ej så ekonomiska. Asterisk (*) anger balkar tillverkade av lagermaterial. Jämför sid 21 "Leveranser".

BERÄKNINGSEXEMPEL 1

System: Fritt upplagda takbalkar på 8,0 m inbördes avstånd och 24,0 m spännvidd. Äsdelning $l_1 = 3,0$ m.

Belastning: Taklag 30 kp/m²

Åsar 10 „
Snö 100 „

$$140 \cdot 8 = 1120 \text{ kp/m}$$

Balkens egen tyngd antas 100 „

Total belastning $q = 1220 \text{ kp/m}$ eller $1,22 \text{ Mpm/m}$.

I Beräkna aktuella moment och tvärkrafter

I detta fall skarvas livplåtarna $8,0 \text{ m}^*$) från ändupplagen. Av tillverkningstekniska skäl varieras ej flänsplåtarnas dimensioner vid en fritt upplagd balk.

$$\text{Moment i balkmitt: } M = 0,125 \cdot q \cdot l^2 = 0,125 \cdot 1,22 \cdot 24,0^2 = 87,8 \text{ Mpm}$$

$$\text{Avskärningskraft vid upplag: } T = 0,5 \cdot q \cdot l = 0,5 \cdot 1,22 \cdot 24,0 = 14,6 \text{ Mp}$$

$$\text{Avskärningskraft } 8,0 \text{ m från upplag: } T = 0,5 \cdot q \cdot l - q \cdot 8,0 = 0,5 \cdot 1,22 \cdot 24,0 - 1,22 \cdot 8,0 = 4,9 \text{ Mp}$$

II Välj lämpliga balkhöjder

$M = 87,8 \text{ Mpm}$ ger ur tabeller sid 9—16 följande tänkbara balkhöjder

HSI nr	Momentområde Mpm
900	20—100
1000	30—130
1200	55—200

III Bestäm livplåtens tjocklek

Ur tabeller sid 12—14 fås livplåtens tjocklek med utgångspunkt från att $T_{\text{beräknad}} < T_{\text{tillåten}}$.

a) Livplåtens tjocklek för mittpartiet

$$T_{\text{beräknad}} = 4,9 \text{ Mp}$$

HSI nr	Livtjocklek mm	$T_{\text{tillåten}}$ Mp
900	4	12,4
1000	4	11,1
1200	5	18,1

*) Livplåtarna lagerförs normalt i 8 meters längder.

b) Livplåtens tjocklek för ändpartierna

$$T_{\text{beräknad}} = 14,6 \text{ Mp}$$

HSI nr	Livtjocklek mm	$T_{\text{tillåten}}$ Mp
900	5	17,8
1000	5	18,5
1200	5	18,1

IV Bestäm flänsarnas dimension

Ur tabell sid 12—14 bestäms flänsarnas dimension med utgångspunkt från följande data:

$$M_{\text{beräknad}} = 87,8 \text{ Mpm}$$

$$\text{Äsdelning } l_1 = 3,0 \text{ m}$$

Vald livplåttjocklek (mittpartiet)

HSI nr	Vald livplåt mm	Flänsdimension mm	$M_{\text{tillåten}}$ Mpm
900	4	375×15	90,3
1000	4	350×14	88,3
1200	5	325×13	97,5

Sammanställning:

Mittpartiet HSI-profil	Ändpartierna HSI-profil	Totalvikt kg
900-4-375	900-5-375	$8,0 \cdot 116,1 + 2 \cdot 8,0 \cdot 123,1 = 2898$
1000-4-350	1000-5-350	$8,0 \cdot 107,8 + 2 \cdot 8,0 \cdot 115,6 = 2712$
1200-5-325	1200-5-325	$8,0 \cdot 112,7 + 2 \cdot 8,0 \cdot 112,7 = 2704$

Välj den lättaste profilen, HSI-1200

(Det kan ofta vara ekonomiskt riktigt att välja en lägre men tyngre balkprofil för att på så sätt vinna bygghöjd.)

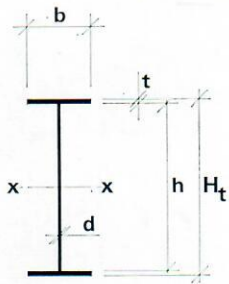
V Kontroll av dimensioneringsreglerna 7, 8 och 9

7. Tillåten punktlast P_{till}

$$a) P_{\text{till1}} = 1950 \cdot 1,29 \cdot \sqrt[4]{\frac{h \cdot b \cdot t^3}{d}} \cdot d$$

$$h = 118,2 \quad b = 32,5 \quad t = 1,3 \quad d = 0,5 \quad \text{ger}$$

$$P_{\text{till1}} = 1950 \cdot 1,29 \cdot \sqrt[4]{\frac{118,2 \cdot 32,5 \cdot 1,3^3}{0,5}} \cdot 0,5 = 14340$$



b) $h/d = \frac{118,2}{0,5} = 236$

$$P_{till_2} = \left(6,72 - 0,0126 \cdot \frac{h}{d} \right) \cdot 10^4 \cdot d^2 \quad \text{för } h/d > 200$$

$$P_{till_2} = (6,72 - 0,0126 \cdot 236) \cdot 10^4 \cdot 0,5^2 = 9375$$

Förekommande punktlast från åsbalk: P

Takstolsdelning 8,0 m, åsdelning 3,0 m samt taklasten 140 kp/m² ger

$$P = 140 \cdot 8,0 \cdot 3,0 = 3360 < P_{till}$$

8. Denna formel är ej aktuell då åsbalkar förekommer.

9. Denna formel är endast aktuell då *enstaka* punktlastar belastar en balk samt vid stöd för kontinuerligt upplagda balkar.

VI Välj livavstyvningar vid ändupplag

Ur tabell sid 14 väljs avstyvningar av plattstål 160×10 mm.

Typritningar som visar hur livavstyvningar skall anbringas kan beställas från vår försäljningsavdelning.

BERÄKNINGSEXEMPEL 2

System: Kontinuerliga takbalkar i tre fack med lika spännvidder $l = 20$ meter och inbördes avstånd 8,0 meter.

$$\text{Åsdelning } l_1 = \frac{20}{6} = 3,33 \text{ m.}$$

Belastning: Taklag 30 kp/m²

Åsar 10 „

Snö 150 „

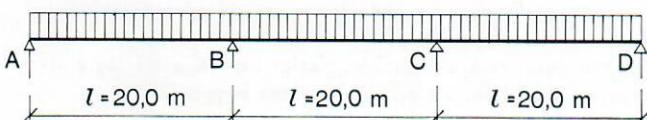
$$190 \cdot 8 = 1520 \text{ kp/m}$$

Balkens egen tyngd antas 100 kp/m

Total belastning $q = 1620 \text{ kp/m}$ eller 1,62 Mp/m

Takbalken ges genomgående samma höjd men tvärsnittet varierar efter i varje skarvdel uppträdande maximala moment och tvärkrafter. Skarvar inläggs på avståndet $0,25 \cdot l = 5,0$ meter på varje sida om innerstöden.

I Beräkna aktuella moment och tvärkrafter



Koefficienter för moment och tvärkrafter enl Bygg I kap 162:917.

Moment:

$$M_B = M_C = -0,100 \cdot q \cdot l^2 = -0,100 \cdot 1,62 \cdot 20^2 = -64,8 \text{ Mpm}$$

$$M_{A-B} = M_{D-C} = 0,080 \cdot q \cdot l^2 = 0,080 \cdot 1,62 \cdot 20^2 = 51,8 \text{ Mpm}$$

$$M_{B-C} = 0,025 \cdot q \cdot l^2 = 0,025 \cdot 1,62 \cdot 20^2 = 16,2 \text{ Mpm}$$

Tvärkrafter:

$$T_A = T_D = 0,4 \cdot q \cdot l = 0,4 \cdot 1,62 \cdot 20 = 13,0 \text{ Mp}$$

$$T_{B-A} = T_{C-D} = 0,6 \cdot q \cdot l = 0,6 \cdot 1,62 \cdot 20 = 19,4 \text{ Mp}$$

$$T_{B-C} = 0,5 \cdot q \cdot l = 0,5 \cdot 1,62 \cdot 20 = 16,2 \text{ Mp}$$

Tvärkrafter i fält, $0,25 \cdot l$ från stöd B och C:

$$T_{B-A} = T_{C-D} = 0,6 \cdot q \cdot l - q \cdot 0,25 \cdot l = 0,6 \cdot 1,62 \cdot 20 - 1,62 \cdot 0,25 \cdot 20 = 11,3 \text{ Mp}$$

$$T_{B-C} = T_{C-B} = 0,5 \cdot q \cdot l - q \cdot 0,25 \cdot l = 0,5 \cdot 1,62 \cdot 20 - 1,62 \cdot 0,25 \cdot 20 = 8,1 \text{ Mp}$$

II Välj lämpliga balkhöjder

$M_{max} = -64,8 \text{ Mpm}$ ger ur tabell sid 9—16 följande tänkbara balkhöjder:

HSI nr	Momentområde
800	15—70
900	20—100
1000	30—130
1200	55—200

III Bestäm balkens dimensioner i fält

Ur tabell sid 11—14 fås livplåtens tjocklek med utgångspunkt från att $T_{ber} < T_{till}$.

a) Livplåt i fält A-B och D-C

$$\text{Max } T_{ber} = T_A = T_D = 13,0 \text{ Mp}$$

HSI nr	Livtjocklek mm	T_{till} Mp
800	5	17,3
900	5	17,8
1000	5	18,5
1200	5	18,1

b) Livplåt i fält B-C

$$\text{Max } T_{\text{ber}} = T_{B-C} = 8,1 \text{ Mp}$$

HSI nr	Livtjocklek mm	T_{till} Mp
800	4	11,8
900	4	12,3
1000	4	11,1
1200	5	18,1

Ur tabell sid 11-14 bestäms flänsarnas dimensioner med utgångspunkt från M_{ber} , l_1 och d .

a) Flänsdimensioner i fält A-B och D-C.

$$\text{Max } M_{\text{beräknad}} = M_{A-B} = M_{D-C} = 51,8 \text{ Mpm}$$

$$\text{Äsdelning } l_1 = 3,5 \text{ (3,33) m}$$

HSI nr	Vald livplåt mm	Flänsdim. mm	$M_{\text{tillåten}}$ Mpm
800	5	300×12	53,1
900	5	300×12	60,4
1000	5	275×11	56,4
1200	5	250×10	55,2

b) Flänsdimensioner i fält B-C.

$$\text{Max } M_{\text{beräknad}} = M_{B-C} = 16,2 \text{ Mpm}$$

$$\text{Äsdelning } l_1 = 3,5 \text{ m}$$

HSI nr	Vald livplåt mm	Flänsdim. mm	$M_{\text{tillåten}}$ Mpm
800	4	175×7	16,2
900	4	175×7	18,0
1000	4	200×8	26,5
1200	5	250×10	55,2

IV Bestäm balkdimensioner över innerstöd

Livplåt över stöd B och C

$$\text{Max } T_{\text{beräknad}} = T_{B-A} = T_{C-D} = 19,4 \text{ Mp}$$

HSI nr	Livtjocklek mm	$T_{\text{tillåten}}$ Mp
800	6	24,5
900	6	24,7
1000	6	25,1
1200	6	26,6

Flänsdimension över stöd B och C

$$\text{Max } M_{\text{beräknad}} = M_B = M_C = -64,8 \text{ Mpm}$$

$$\text{Äsdelning } l_1 = 3,5 \text{ m}$$

HSI nr	Vald livplåt mm	Flänsdim. mm	$M_{\text{tillåten}}$ Mpm
800	6	325×13	63,9*
900	6	325×13	73,1
1000	6	300×12	70,6
1200	6	275×11	72,4

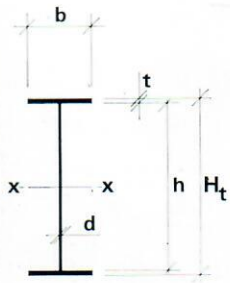
* $M_{\text{till}} < M_{\text{ber}}$

Välj livplåt 7 mm. $M_{\text{till}} = 65,3 \text{ Mpm}$

Sammanställning:

Ändfacket HSI-profil	Mittfacket HSI-profil	Innerstöden HSI-profil	Total vikt kg
800-5-300	800-4-175	800-7-325	$2 \cdot 15 \cdot 87,4 + 10 \cdot 44,0 + 2 \cdot 10 \cdot 109,6 = 5254$
900-5-300	900-4-175	900-6-325	$2 \cdot 15 \cdot 91,3 + 10 \cdot 47,1 + 2 \cdot 10 \cdot 108,1 = 5372$
1000-5-275	1000-4-200	1000-6-300	$2 \cdot 15 \cdot 86,1 + 10 \cdot 56,0 + 2 \cdot 10 \cdot 102,9 = 5201$
1200-5-250	1200-5-250	1200-6-275	$2 \cdot 15 \cdot 85,6 + 10 \cdot 85,6 + 2 \cdot 10 \cdot 103,2 = 5488$

Välj den lägsta profilen HSI-800, som även har låg vikt.



V Kontroll av dimensioneringsreglerna 5, 6, 7, 8 och 9

5. Tillåten böjspänning σ_4 med hänsyn till utknäckning av tryckt underfläns

Vid innerstöd: HSI-800-7-325

$$\alpha_4 = 0,122 \cdot \frac{l}{b} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{6} \cdot \frac{h \cdot d}{b \cdot t}}$$

$$l = 2000 \text{ cm} \quad b = 32,5 \quad h = 78,8 \quad d = 0,7 \quad t = 1,3$$

$$C_{akt} = 38 \text{ (ostagad)}$$

$$\alpha_4 = 0,122 \cdot \frac{2000}{32,5} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{6} \cdot \frac{78,8 \cdot 0,7}{32,5 \cdot 1,3}} = 1,34$$

$\alpha_4 = 1,34$ ger tillåten böjspänning σ_4

$$\sigma_4 = \frac{1675}{\alpha_4^2} = \frac{1675}{1,34^2} = 920$$

$$\sigma_{verklig} = \frac{M}{W_x} = \frac{64,8 \cdot 10^5}{4030} = 1610 > \sigma_4 \quad \text{Går ej!}$$

Stagning av underflänsen måste göras.

Om underflänsen stagas i innerfacket erhålls

$$\frac{e}{l} = \frac{333}{2000} = 0,167 \quad \text{ger } C_{akt} \approx 250$$

$$\alpha_4 = 0,122 \cdot \frac{2000}{32,5} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{6} \cdot \frac{78,8 \cdot 0,7}{32,5 \cdot 1,3}} = 0,52$$

$\alpha_4 = 0,52$ ger tillåten böjspänning $\sigma_4 = 1675 > \sigma_{verklig}$

Typritning BH 125 visar hur stagningen kan utföras.

6. Tillåten böjspänning σ_5 , för balk med tunn livplåt.

Vid innerstöd: HSI-800-7-325

$$h/d = \frac{78,8}{0,7} = 113$$

$$\frac{6,74 \cdot 10^3}{\sqrt{\sigma_4}} = \frac{6,74 \cdot 10^3}{\sqrt{1675}} = 165$$

Tillåten böjspänning för $h/d < 165$ är $\sigma_5 = \sigma_4 = 1675$

7. Tillåten punktlast P_{till}

Kontroll görs för den mest extrema balkdelen HSI-800-4-175

$$a) P_{till1} = 1950 \cdot 1,29 \cdot \sqrt[4]{\frac{h \cdot b \cdot t^3}{d}} \cdot d$$

$$h = 78,8 \quad b = 17,5 \quad t = 0,7 \quad d = 0,4$$

$$P_{till1} = 1950 \cdot 1,29 \cdot \sqrt[4]{\frac{78,8 \cdot 17,5 \cdot 0,7^3}{0,4}} \cdot 0,4 = 5915$$

$$b) h/d = \frac{78,8}{0,4} = 197$$

$$P_{till2} = 4,2 \cdot 10^4 \cdot d^2 = 4,2 \cdot 10^4 \cdot 0,4^2 = 6720$$

Förekommande punktlast från åsbalk: P

Takstolsdelning 8,0 m, åsdelning 3,33 m samt taklast 190 kpm² ger

$$P = 190 \cdot 8,0 \cdot 3,33 = 5060 < P_{till}$$

8. Denna formel ej aktuell då åsbalkar förekommer.

9. Kombinerade skjuv- och böjspänningar

Denna kombination finns vid innerstöd: HSI-800-7-325

$$\text{Tillåten skjuvspänning } \tau_{till} = \frac{T_{till}}{h \cdot d} = \frac{33,8 \cdot 10^3}{78,8 \cdot 0,7} = 612$$

$$\text{Beräknad skjuvspänning } \tau = \frac{T_{B-A}}{h \cdot d} = \frac{19,4 \cdot 10^3}{78,8 \cdot 0,7} = 352$$

$$\frac{\tau}{\tau_{till}} = \frac{352}{612} = 0,575$$

$$1 - 0,18 \cdot \frac{h \cdot d}{b \cdot t} = 1 - 0,18 \cdot \frac{78,8 \cdot 0,7}{32,5 \cdot 1,3} = 0,775 > \frac{\tau}{\tau_{till}}$$

Tillåten böjspänning för $\frac{\tau}{\tau_{till}} < 0,775$ är $\sigma_8 = 1675$

VI Välj livavstyvningar vid balkupplag

Ur tabell sid 11 väljs avstyvningar

För stöd A och D: Plattstål 140×8 mm

För stöd B och C: Plattstål 160×10 mm