

Järn  
Stål  
Metaller

## **3.6 JÄRN STÅL OCH METALLER**

V Sjölin

**Statens räddningsverk, Karlstad**

**Beställningsnr U29-005/87**

### 3.6.01 Allmänt

Kemiskt rent järn har ingen användning inom byggnadsverksamheten. Tekniskt järn innehåller alltid andra grundämnen än järn. I små mängder påverkar kolet järnets egenskaper i särskilt hög grad.

Industriellt framställs järn genom reduktion med kol av blodstensmalm,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , eller svartmåla  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Härvid erhålls tackjärn innehållande omkring 4% kol, 0,3% kisel, 1-4% mangan, upptill 2% fosfor och upp till 0,1% svavel. Ur tackjärnet kan därefter framställas gjutjärn och stål.

### 3.6.02 Gjutjärn

Gjutjärn framställs genom omsmältning av tackjärn och skrot i elektrougn eller kupolugn. Kolhalten överstiger 1,7%. Gjutjärn är inte smidbart och kan ej valsas. Användningen är mycket begränsad i moderna byggnader.

### 3.6.03 Stålets framställning och egenskaper

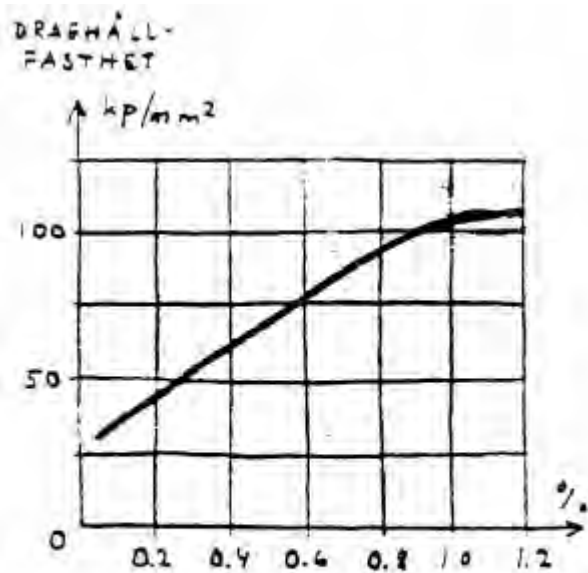
När tackjärn får genomgå s k färskning och raffinering oxideras delvis kol, mangan, kisel och fosfor och bortgår i form av gas eller slagg. Det på så sätt erhållna flytande stålet kan gjutas i gjutformar till stålgjutgods eller i kokiller till göt. Det så erhållna stålet innehåller <1,8% kol> <0,5% kisel, <0,5% mangan samt <0,05% fosfor och svavel. Det är smidbart och kan valsas. Överstiger kolhalten 0,4% är stålet dessutom härdbart.

Stål som endast innehåller legeringsämnen i sådana mängder som framställningen medför kallas olegerat. Legerat stål erhålls genom tillsats av legeringsämnen. Härvid uppnås högre hållfasthet, ökad svetsbarhet, större hårdhet, ökad slitstyrka och mindre benägenhet att rosta.

Legeringsämnena utgörs huvudsakligen av metaller såsom nickel, krom, mangan, volfram, vanadin och molybdämnena kan också utgöras av icke metalliska tillsatser såsom kisel.

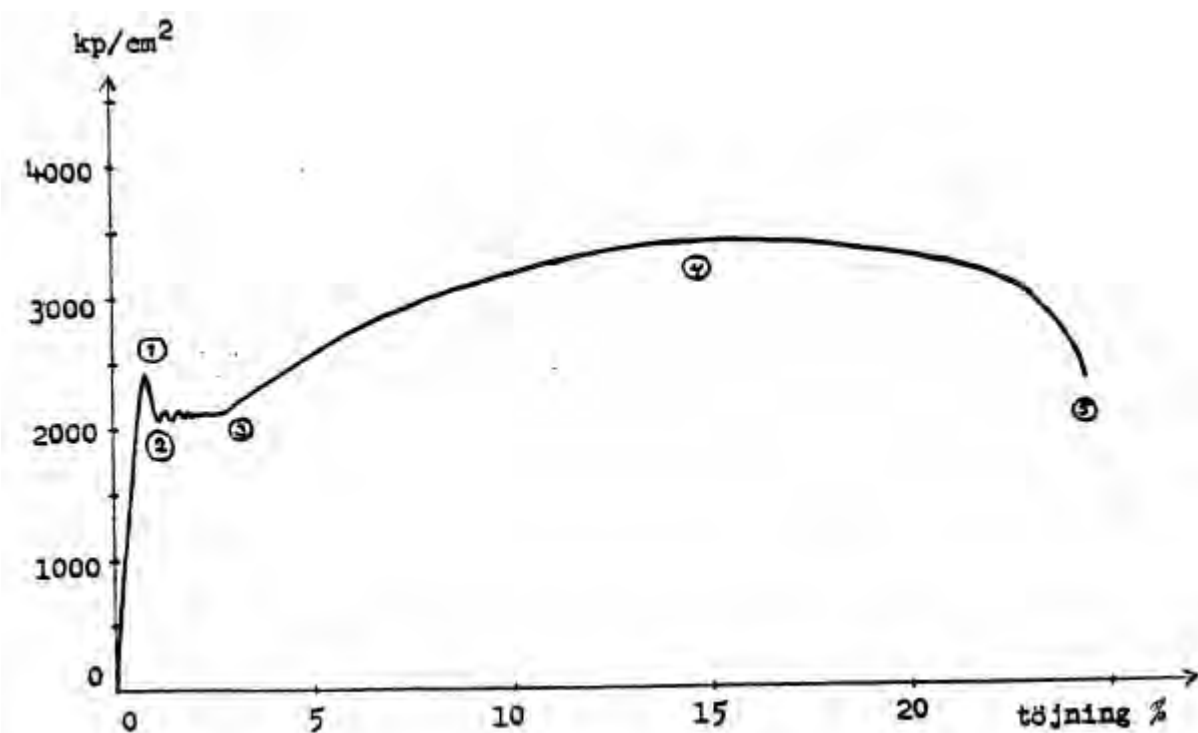
Stålets förnämsta egenskap är dess höga hållfasthet vid låg temperatur. Den elektriska ledningsförmågan är dålig. I kraftledningar används därför s k ferallinor med en bärande kärna av stål och ett hölje av aluminium med avsevärt bättre elektrisk ledningsförmåga jämfört med stålet. Ferallinorna utgör exempel på s k kompositmaterial. Man kombinerar på lämpligt sätt flera material för att erhålla en produkt med önskade egenskaper.

Hos olegerade stål är hållfastheten beroende av kolhalten - se vidstående figur. Eftersom ett stål med god svetsbarhet icke bör innehålla >0,2% kol kan högre hållfasthet än  $^{\wedge}50 \text{ kp/mm}^2$  inte erhållas utan legering. Av detta skäl är låg-hållfasta byggstål olegerade och höghållfasta logerade.



Samband mellan kolhalt och draghållfasthet för olegerat varmvalsat stål.

Stålets egenskaper ifråga om hållfasthet och elasticitet belyses bäst av en beskrivning över vad som händer när en provkropp av mjukt konstruktionsstål utsätts för dragprov till brott - se nedanstående figur.



Samband mellan dragspänning och töjning för ett mjukt konstruktionsstål.

När provkroppen utsätts för dragprov är töjningen till en början proportionell mot den påförda dragkraften. Man säger att materialet uppträder elastiskt. När dragkraften uppnått ett visst värde (1) - i detta fall omkring  $2400 \text{ kp/cm}^2$  ökar plötsligt töjningen utan att dragkraften behöver ökas. Töjningen pågår trots att dragkraften minskat något - till (2) i figuren. Värdet (1) kallas övre sträckgräns och värdet (2) undre sträckgräns. Vid konstant dragkraft pågår sedan töjningen fram till (1). Man säger att materialet uppträder plastiskt. Sedan börjar materialets kallhärtningsområde vid (3) i figuren. För att uppnå ytterligare töjning måste dragkraften ökas. Dragpåkänning i  $\text{kp/cm}^2$  av materialet uppnår sitt maximum vid (4). Detta värde kallas brottspänning. Härefter sker en avsnörning av provkroppens svagaste sektion och provkroppen brister vid (?).

### 3.6.04 Balkar, profiler och plåt

Byggnadsindustrin i Sverige förbrukade 1968 nära 1 miljon ton byggnadsstål. Drygt hälften härav utgjordes av andra produkter än armeringsstål.

Balkar och profiler förekommer i en mängd utföranden. Vidstående figur

utgör exempel på valsade balkar och profiler. Förutom dessa förekommer

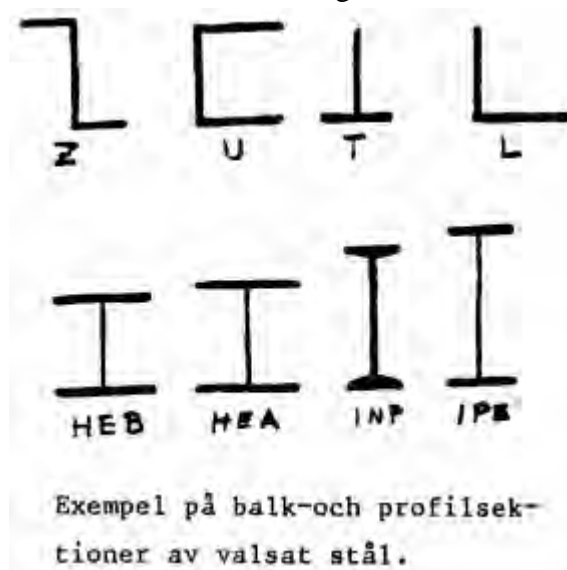
också plattjärn, fyrkantjärn, rundjärn, cirkulära rör och fyrkantrör.

Svetsade profiler är uppbyggda av plåt och plattjärn. Till skillnad

från de valsade produkterna kan svetsade balkar beställas i vilket

utförande som helst. Lådprofiler,

HSI-balkar samt den nya HSQ-balken utgör exempel på svetsade profiler.



Plåt förekommer i åtskilliga utföranden. Taktäckningsplåt behandlas i samband med taktäckningsmaterialen. Fasadplåt förekommer som vågig eller veckad stålplåt ibland i rostfritt material - eller i form av koppar- och aluminiumplåt. Ibland förses plåten med keramisk beläggning eller lackeras.

Rosttrög stålplåt typ COR-TEN används utan speciellt rostskydd. Materialet erhåller småningom ett jämnt, tätt och väl vidhäftande oxidskikt som till skillnad från vanlig rost skyddar materialet mot fortsatt korrosion.

### 3.605 Armeringsstål

Armeringen i betongkonstruktioner utgörs av slätstål, kamstål, armeringsnät och i mindre utsträckning av bistål; I SIS-standarden betecknas stålqualiten med fyra siffror exempelvis 1411. I

byggsammanhang

används dock vanligen andra

beteck-

ningar. Äldre sådana är St 37, St

44 och St 52. Beteckningarna är

baserade på hållfastheten. Nya

beteckningar på släta armerings-

stål är Ss följt av två siffror

angivande stålqualiten. Ibland

förekommer efter siffrorna boksta-

ven S vilket innebär att stålet

är svetsbart. Kamstål betecknas

med Ks. Vanliga sådana är Ks 40

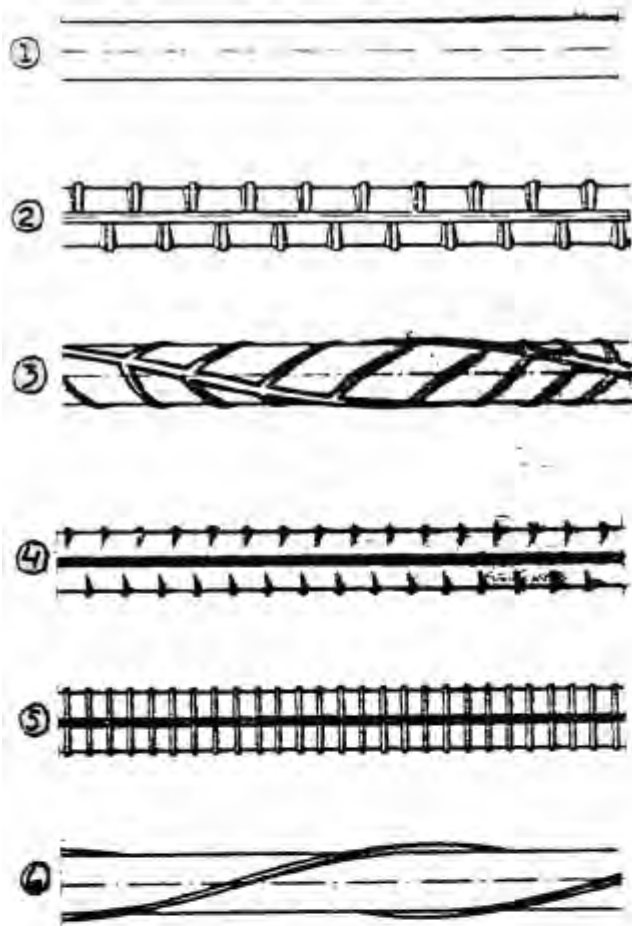
och Ks 60.

Höghållfasta stål har i vissa avseenden sämre egenskaper än de mjukare stålen. Materialet är mera sprött. De mjuka stålen kan därför deformeras med innan brott uppstår. En byggnadskonstruktion med höghållfast armering blir inte lika energiupptagande vid snabba belastningar. Av detta skäl finns föreskrifter som begränsar användningen av Ks 60 i skyddsrum.

Svetsade armeringsnät är monteringsfärdiga armeringsenheter till bjälklag och väggar.

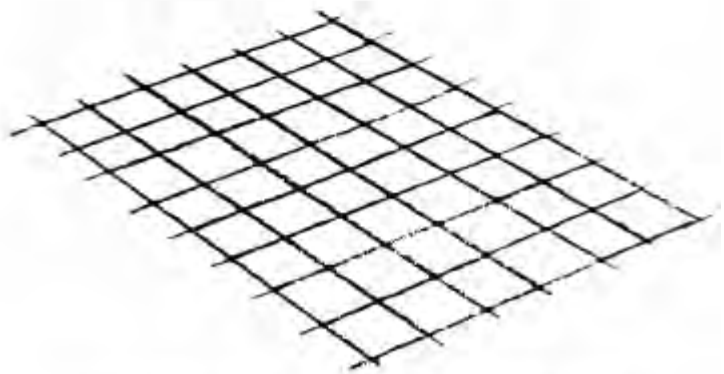
I ökande utsträckning används armeringsmaterial som kapats till rätta längder och bockats redan före leverans från järnverket.

Komplicerade armeringspaket till pelare och balkar kan förtillverkas eller monteras i armeringsstation.



Några vanliga byggstål.

- 1 Slät armeringsstång
- 2 Kamstång (dansk)
- 3 Tentorstång (dansk)
- 4 Kamstål Ks 40
- 5 Kamstål Ks 60
- 6 Spiralkamstål LBT



Svetsat armeringsnät. Ibland förekommer distansklossar fabriksmonterade på nätet.

### 3.6.06 Stålmaterialets brandtekniska egenskaper

Användbarhet: I byggtkniska sammanhang kan stålmaterialet anses omöjliga att antända. I syreberikad atmosfär kan antändning dock ske. Finfördelat material i form av pulver medför risk för antändning och dammexplosion även i luft.

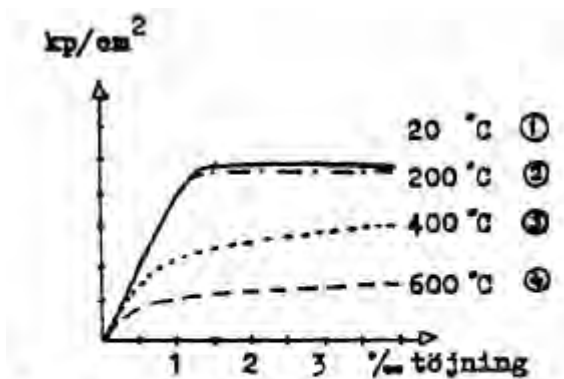
Brännbar het: Byggtkniska stålkonstruktioner är helt obrännbara - jämför ovan.

Rökbildning: Jämför ovan.

Flamspridning: Med undantag av pulver - luftblandning saknas möjlighet till flamspridning.

Temperatur-

beständighet: Mjuka konstruktionsstål uppvisar andra egenskaper vid uppvärmning än vad som gäller för höghållfasta stål. De mjuka stålets egenskaper beskrivs bäst med hjälp av vidstående diagram. En stålstav med en temperatur av



Samband mellan dragpåkänning och töjning för stav av mjukt konstruktionsstål vid uppvärmning. [Ros-Bichinger]

20° C utsätts för dragprov.

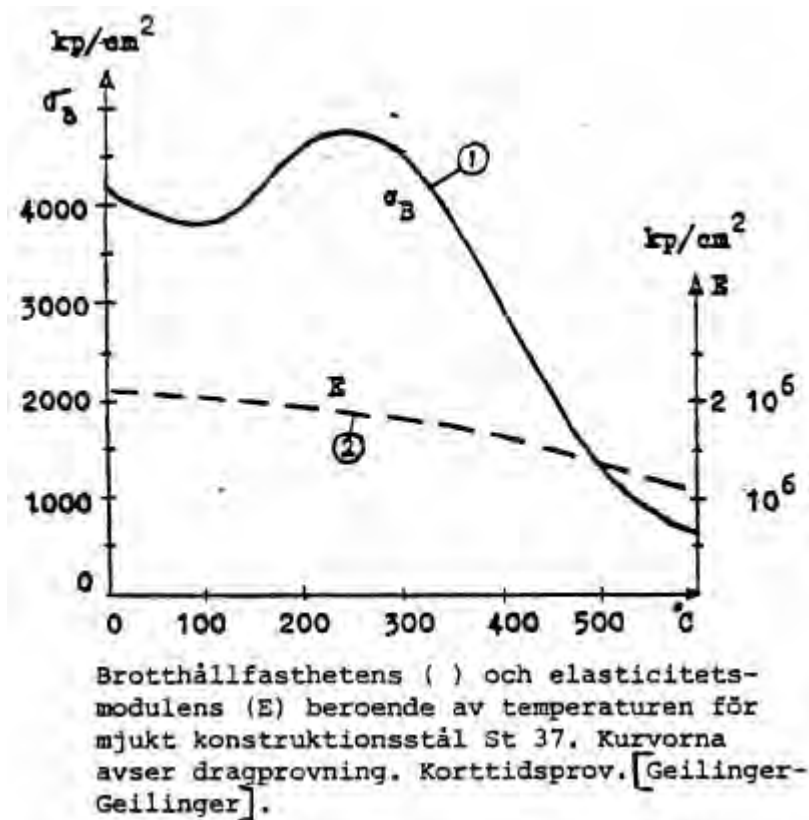
Stavens töjning är liten och proportionell mot dragkraften upp till omkring 2 500 kp/cm . Härefter ökar töjningen utan att ytterligare dragkraft behöver påföras (kurva 1). Uppvärms staven till 200° C minskar den erforderliga dragkraften nå got (kurva 2). Med en ny

provstav av samma stålmateria1 uppvärmd till 400° C sjunker den erforderliga dragkraften starkt (kurva 3). Den tydliga övergången mellan

elastiskt och plastiskt stadium försvinner också. Görs försöket med en stålstav uppvärmd till

600° C blir förhållandet ännu mera påtagligt (kurva 4).

Temperaturens inverkan på brotthållfastheten  $\sigma_B$  och elasticitetsmodulen E framgår av nästa figur.

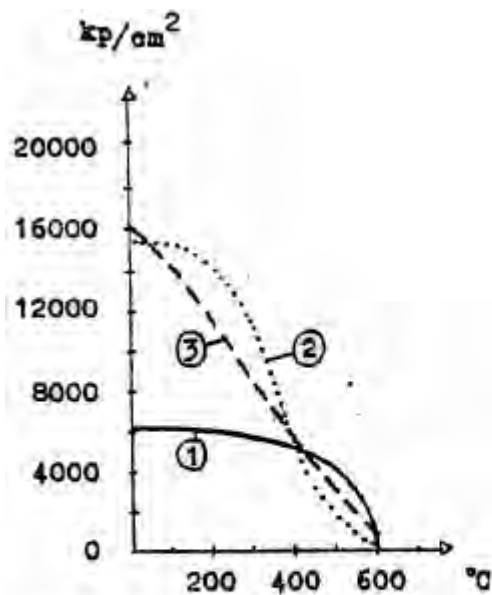


Brotthållfastheten  $\sigma_B$  (kurva 1) sjunker något vid försiktig uppvärmning och når ett relativt minimum vid knappt 100°C. Fortsattes uppvärmningen stiger brotthållfastheten inte oväsentligt och når ett relativt maximum vid omkring 250°C och avtar därefter snabbt. Redan vid 450°C återstår mindre än hälften av den ursprungliga hållfastheten. Vid 600°C har hållfastheten sjunkit till en sjundedel av utgångsvärdet.

Elasticitetsmodulens förändring vid uppvärmningen framgår av (kurva 2) i figuren.

De höghållfasta stålen - som främst används i spännbetong - är betydligt mer temperaturkänsliga än de mjukare stålen. Vidstående figur illustrerar hållfasthetens (0,2-gränsen) förändring med ökande temperatur ett varmvalsat stål St 60/90 (1), ett härdat stål St 156/165 (2) och källdraget stål St 160/180 (3). Jämförelsen mellan det "naturliga" stålet St 60/90 och de övriga två stålqualiteterna är särskilt intensiva. Sv figuren framgår att St 60/90 fått sin hållfasthet nedsatt till hälften först vid temperaturen 540°C medan hållfasthetsnedsättning till hälften för de båda andra stålen inträffar redan vid 370°C resp 320°C.





Dragprovning av stålstänger.  
Korttidsbelastning. Kurva 1 avser varmvalsat stål St 60/90, kurva 2 härdat stål St 145/165 och kurva 3 kalldraget stål St 160/180.  
[Danneberg-Deutschmann-Melchior]

Resthållfastheten påverkas också av temperaturen på ett för olika stålsorter karaktäristiska sätt. För "naturhärda" stål medför en uppvärmning av upp till 600°C ingen påtaglig nedsättning av resthållfastheten efter avsvälning. För härdade och kalldragna stål sker en påtaglig minskning av resthållfastheten redan efter uppvärmning till 400 C resp. 300°C.

### 3.6.07 Stålkonstruktionernas brandtekniska klassificering och egenskaper

Allmänt: En grov stålkonstruktion utgör en betydande massa att varma upp. Emellertid är värmekapaciteten  $c \times y$  liten varför temperaturstegring uppnås även vid relativt liten energitillförsel. Med hänsyn till stålmaterialets dåliga hållfasthetsegenskaper vid högre temperaturer måste därför ett särskilt skydd åstadkommas för att den skall få godtagbar motståndsförmåga mot brandpåverkan.

Sedan gammalt har olika slag av ingjutning och beklädnad använts. Nackdelen är att båda förfarandena innebär en för konstruktionens normala funktion icke nödvändiga arbetsoperation. Den ökade vikten medför ökade kostnader även för byggnadsdelar som inte berörs av det extra arbetet - i första hand grunden. Merkostnaden för brandskydd av stålkonstruktionen kan bli mycket stor och ibland avgörande för valet av stål- eller betongstomme.

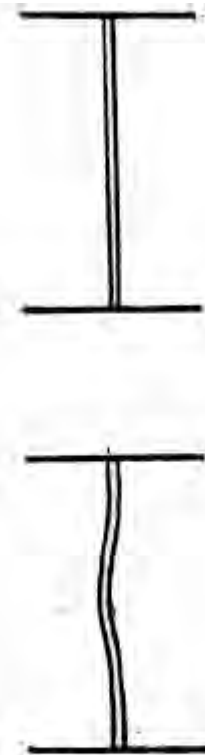
Under senare tid har emellertid utvecklats skyddsmetoder som ger konstruktören större möjligheter. Olika slag av sprutputs och brandskyddsfärg för stål kan nu utnyttjas. Slutna grova stålprofiler kan fyllas med vatten. Förutsättningen är då att tillsats av anti-frysvätska och korrosionsskyddsmedel skett. I höga byggnader skulle eventuellt bärande, vertikala, slutna stomelement av stålrör samtidigt kunna vara kallvattenstommar.

Utknäckning: För att en stålkonstruktion verkligen vid brand skall bete sig som avsett är att längdutvidgningen inte omöjliggörs. Inspänning får därför inte ske och konstruktionen får inte anslutas på så sätt att längdutvidgningen kan få exempelvis en anslutande bärande byggnadsdel att rasa.

Ett exempel skall nämnas. En speciell stålpelare är isolerad med 2 cm vermiculitputs. Klassificeringen blir då A-60 - dvs pelaren skall fungera under minst en timmes brand. Stålpelaren är emellertid inspänd och kan inte längdutvidgas. Redan vid en ståltemperatur av 80 C har knäcklasten överskridits med brott som följd.

Detta sker redan efter omkring 10 minuters brand - dvs långt innan klassificeringstiden uppnåtts (Persson - Petersson - östlund). Denna typ av brott sker snabbt och kommer utan förvarning och är därför farlig. Av dessa skäl föreskrivs vid brandklassificeringen av en konstruktion att den måste kunna utvidgas vid brand.

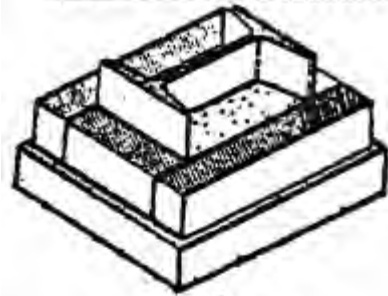
Den verkliga brandmotståndsförmågan kan emellertid också vara större än väntat. Är lasten låg eller om spänningsomlagring kan ske förlängs tiden till brott. Viktigt är naturligtvis att den bärande konstruktionen utformas så att ett lokalt brott till följd av en på den platsen särskilt intensiv brand inte leder till sammanstörtning av byggnaden. Detta kan ske genom ett lokalt, förstärkt skydd av de viktigaste delarna eller genom val av en statiskt obestämd konstruktion där kraftomlagring kan ske vid en lokal skada.



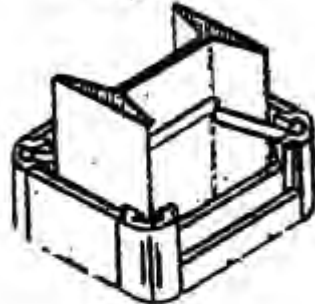
Brott genom över-  
skriden knäckningslast.  
Om inspänningen för-  
hindrar längdökning  
blir brandmotståndsför-  
mågan mindre än vad  
klassificeringen anger.

Brandskyddsisolering:

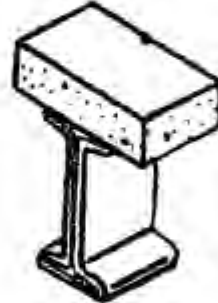
Kringklädnad med mineralullskivor  
På utfyllnad av lösull samt med  
glimmer- eller bimsbruksputs.



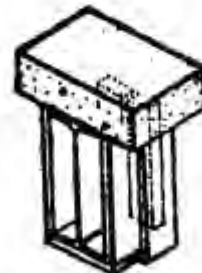
Kringklädnad med hörnlistor  
och skivor av asbestkiselbruk.



Beläggning med asbestbruk.



Kringklädnad med glimmerbruks-  
Plattor, som putsas med glimmerbruk  
Eller i gipsburk.



Kringklädnad med asbestbruksputs på nät.

