

Att konstruera med stål

Läromedel för konstruktörer



KTH Arkitektur
och samhällsbyggnad



Modul 11

Bärförmåga vid brand

Peter Karlström

Att konstruera med stål - Läromedel för konstruktörer omfattar:

- Modul 1 **Allmänna grunder**
Ove Lagerqvist, LTU
- Modul 2 **Material och komponenter**
Anders Samuelsson, SSAB Oxelösund och Anders Olsson, Outokumpu Stainless
- Modul 3 **Konceptuell utformning**
Bernt Johansson, LTU och Håkan Sundquist, KTH
- Modul 4 **Bärverksanalys**
Bernt Johansson, LTU
- Modul 5 **Tvårsnittsbärförmåga**
Bernt Johansson, LTU
- Modul 6 **Stabilitet för stänger och balkar**
Torsten Höglund, KTH
- Modul 7 **Kallformade profiler**
Torsten Höglund, KTH och Jan Strömberg, Plannja
- Modul 8 **Utmattning**
Kjell Eriksson, LTU
- Modul 9 **Brottmekanik**
Kjell Eriksson, LTU
- Modul 10 **Förband**
Bert Norlin, KTH och Milan Veljković, LTU
- Modul 11 **Bärförmåga vid brand**
Peter Karlström, SBI
- Modul 12 **Tillverkning, montering och kontroll**
Björn Uppfeldt, SBI

Materialet har tillkommit med bistånd från följande institutioner och företag:

SSAB Tunnbrätt AB

www.ssabtunnbratt.com

SSAB Oxelösund AB

www.oxelosund.ssab.se

Outokumpu Stainless AB

www.outokumpu.com

Plannja AB

www.plannja.se

Banverket

www.banverket.se

Skanska Sverige AB

www.skanska.se

**SBUF-Svenska Byggbranschens
Utvecklingsfond**

www.sbuf.se

KTH-Kungliga Tekniska Högskolan

www.kth.se

LTU-Luleå tekniska universitet

www.ltu.se

SBI-Stålbyggnadsinstitutet

www.sbi.se

Björn Wahlströms Fond

Förord

Brandskydd syftar främst till att förhindra personskador vid en brand, men även till att begränsa skador på egendom och verksamhet. Lagstadgade krav regleras i byggnormerna, men även andra myndigheter, beställare och försäkringsbolag kan ställa krav.

Bärande konstruktioner ska dimensioneras och utformas så att säkerheten mot materialbrott och instabilitet är betryggande vid brand och förskrivna last. Oskyddat stål värms snabbt på grund av sin stora värmeledningsförmåga. För att kunna uppnå bra lösningar med god ekonomi är det därför viktigt att brandskyddet diskuteras i ett tidigt skede av projekteringen.

Historiskt sett har en del av stålbyggnadsteknikens utveckling sitt ursprung i strävan efter att uppnå ett gott brandskydd. I samband med industrins intåg fick man klart för sig betydelsen av att välja stommaterial med goda egenskaper mot brand. Behovet påvisades av stora brandkatastrofer med stora förluster av liv och egendom. Redan år 1796 konstruerades den så kallade "brandsäkra byggnaden" genom att låta profiler av järn ersätta pelare och bjälklagsbalkar av trä samt genom att använda en valvformad obrännbar bjälklagskonstruktion av tegel. Fabriker konstruerades så att stomkomponenter placerades på avstånd från tänkta bränder. I USA konstruerades den första byggnaden med stålstomme år 1885 med stål balkarna inbyggda i bjälklaget för att förbättra brandmotståndet (ett koncept som återupplivades och vidareutvecklades under 1960-talet i Sverige).

Under hela 1800-talet speglades brandproblematiken av synsättet att genom dimensionering och utformning öka brandskyddet i byggnader. Men i början av 1900-talet skedde en förändring inom brandområdet då deltagare i *International Fire Prevention Congress* i London kom överens om att fastställa internationella standarder för konstruktioners brandmotstånd. Som ett resultat av detta hittade man bl a på den numera välkända temperatur-tidsambandskurva (standardbrandkurvan) som kunde användas som grund för lagstiftning och reglering inom brandområdet.

Införandet av standardiserade brandförlopp har dock medfört att utvägar till att förbättra brandskydd i byggnader har styrts mot att hitta effektiva lösningar och produkter som klarar standardiserade brandprov. Fokus kom att vändas från ingenjörsmässig brandteknisk dimensionering till att skydda byggnaden och dess stomme. Vid gränsstadiedimensionering insåg man att det fanns två vägar att välja, antingen att dimensionera byggnaden att motstå aktuell påverkan, eller att skydda byggnaden mot aktuell påverkan. Under senare år har dock erfarenheter visat att det finns mycket pengar att spara genom att tillämpa funktionsbaserad brandteknisk dimensionering. Om vi istället utformar byggnaden på basis av dess verkliga hållfasthet och beteende vid brandpåverkan så tillämpar vi en dimensioneringsfilosofi liknande den som används inom andra gränsstadiedområden som t ex vindlast och snölast. Istället för att schablonmässigt skydda en konstruktion mot brand, finns det möjligheter att hitta lösningar och metoder där stålets egenskaper vid förhöjda temperaturer beaktas på ett realistiskt sätt.

Stockholm maj 2006

Peter Karlström

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Begreppsförklaringar	1
1.2	Beteckningar	1
2	Brandskydd	5
2.1	Brandskydd i byggnader.....	5
2.2	Brandtekniska konstruktionslösningar	6
2.2.1	Oisolerat stål	6
2.2.2	Avskiljande konstruktioner	6
2.2.3	Integrerade konstruktioner	6
2.2.4	Aktivt brandskydd.....	7
2.2.5	Passivt brandskydd.....	7
2.2.6	Brandskyddsisolering	7
2.3	Samverkanskonstruktioner	8
2.3.1	Samverkansbjälklag	8
2.3.2	Samverkansbalkar	8
2.3.3	Samverkanspelare	8
3	Brand	9
3.1	Inledning.....	9
3.2	Brandförlopp	9
3.2.1	Nominella tid- och temperatursamband	9
3.2.2	Naturliga brandförlopp.....	10
4	Temperaturökning i stål	11
4.1	Inledning.....	11
4.1.1	Strålning och konvektion	11
4.1.2	Sektionsfaktor	11
4.1.3	Kritisk temperatur	12
4.1.4	Oskyddat stål	13
4.1.5	Isolerat stål.....	13
5	Stålets egenskaper vid höga temperaturer	15
5.1	Termiska egenskaper	15
5.1.1	Värmekonduktivitet.....	15
5.1.2	Specifik värmekapacitet	15
5.1.3	Längdutvidgning.....	16
5.2	Mekaniska egenskaper.....	17
5.2.1	Deformationshårdnande vid förhöjda temperaturer.....	22
5.2.2	FR-stål	22
6	Bärförmåga vid brand	25
6.1	Grundläggande principer.....	25
6.2	Bärförmåga enligt SS-EN 1993-1-2.....	25
6.2.1	Dragkraft	25
6.2.2	Tryckkraft	26
6.2.3	Knäckningslängd.....	26
6.2.4	Tryckta konstruktioner i tvärsnittsklass 4.....	27
6.2.5	Böjmoment.....	30
6.2.6	Böjmoment och tryckkraft.....	31
6.2.7	Tvärkraft.....	33

6.3	Kritisk temperatur	33
6.4	Samverkanskonstruktioner.....	34
6.4.1	Allmänt	34
6.4.2	Samverkansbalkar.....	36
6.4.3	Samverkanspelare.....	36
6.5	Knutpunkter och förband	37
7	Referenser	39
7.1	Standarder för dimensionering.....	39
7.2	Handböcker	39
7.3	Artiklar	39