

Interreg



EUROPÄISCHE
UNION

Österreich-Tschechische Republik

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



BAUWESEN

Stahlkonstruktionen



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
UPPER AUSTRIA



EUROPÄISCHE UNION

INHALT

1. Vor- und Nachteile von Stahlkonstruktionen.....	2
1.1. Stahl als Werkstoff	3
1.2. Merkmale der Stahlprüfung	3
1.3. Stahlproduktion.....	4
2. Geschichte von Eisen und Stahl	6
2.1. Eigenschaften von Baustahl	7
2.2. Projektdokumentation	9
3. Zuverlässigkeit der Strukturen.....	11
3.1. Vorschläge aus Erfahrungen und Intuition	11
3.2. Einschränkungen.....	12
3.3. Europäische Standards	14
4. Befestigte Stahlbetonkonstruktionen	16
4.1. Bewertung.....	17
5. Mehrstöckige Gebäude	19
5.1. Aufbau der Tragkonstruktionen.....	19
6. Hallen	22
6.1. Kranlasten	22
6.2. Schneelasten.....	23
6.3. Grundriss der Halle	23
7. Großzügige Hallen.....	25
7.1. Konstruktionen von starren Elementen	25
7.2. Beschichtungen	27

I. VOR- UND NACHTEILE VON STAHL-KONSTRUKTIONEN

Vorteile:

- Es ist das hochwertigste Standardmaterial.
- Einsatz bei großen Spannweiten, hohen Gebäuden möglich
- Hauptvorteile: Schlankheit, Leichtbau, geringes Gewicht, schnelle Konstruktion, Werthaltigkeit, Exportmöglichkeit

Nachteile:

- Feuerbeständigkeit (Wärmeleitfähigkeit)
- Korrosionsgefahr
- Hoher Preis

Volumen der Stahlproduktion:

- Die Tschechische Republik ist einer der größten Hersteller und produziert 600 kg Stahl pro Einwohner und Jahr, was etwa 6 Millionen Tonnen Stahl pro Jahr in der Tschechischen Republik entspricht.
- Die weltweite Produktion liegt bei ca. 700 Mio. Tonnen / Jahr.
- Europa: Arcelor 42,8 Mio. Tonnen / Jahr, Corus 19,1 Mio. Tonnen / Jahr

Verwendung von Stahl:

- In der Tschechischen Republik sind es etwa 30 % für den Export, 55 % für den Maschinenbau, 15 % für den Bau, 10 % für die Verstärkung, 5 % für den Stahlbau.
- In Europa: 8% Baugewerbe, 3% Verstärkung, 5% Stahlbau
- Stahlkonstruktionen im Bauwesen - Gebäude: Skelette von Gebäuden, Hallen (Lagerhallen, Produktion, Sport, Ausstellung....), Pavillons, Tribünen; Brücken; Sonderkonstruktionen: Lager und Türme, Energie, Lager, Silos, Gasometer, Mutalstrukturen, Gebäude

I.1. Stahl als Werkstoff

Stahl = Temperguss ($C \leq 1,5\%$)

Mechanische Eigenschaften:

- $E = 210\,000\text{ MPa}$
- $G = 81\,000\text{ MPa}$
- $\mu = 0,3$
- $\alpha = 12 \times 10^{-6}$
- K-1
- $\rho = 7850\text{ kg/m}^3$

Wirkung von Kohlenstoff:

- Die Eisenlegierung kristallisiert in zwei Modifikationen: γ löst Kohlenstoff auf, α nicht.
- Geschmolzenes Eisen kühlt und das Eisen γ wird in Eisen α umgewandelt.
- Die Verwendung von Kohlenstoff erhöht die Festigkeit und Härte, während die Festigkeit und Duktilität abnimmt.
- Gusseisen: 2,1% C
- Stahl = Tempergusslegierung ($<1,5\% C$), Stahl: $<0,2\% C$
- Schweißbarkeit von Stahl (je höher der Gehalt an Verunreinigungen, desto schlechter die Schweißbarkeit)
- Kohlenstoffäquivalent - enthält den Gehalt an anderen Inhaltsstoffen

I.2. Merkmale der Stahlprüfung

- Streckgrenze \Leftarrow Zugversuch, Festigkeitsgrenze, Duktilität, Zähigkeit \Leftarrow Biegeversuch
- Schweißbarkeit \Leftarrow Schweißbarkeitsprüfung - Dauerbruchfestigkeit \Leftarrow Ermüdungsprüfung (cyc-lic)
- Härte (\sim lineare Abhängigkeit von der Festigkeit)

Zugprüfung / Zugversuch:

- Die Streckgrenze, Festigkeitsgrenze, Duktilität ($\Delta = \Delta L / L_0$)

Schlagbiegeprüfung / -versuch:

- Prüfkörper ($10 \times 10 \times 55\text{ mm}$ Prisma)

- Kerbe der Standardform auf der gezogenen Seite des Körpers; der Aufprall wird gemessen, um die Probe zu brechen.
- Kerbzähigkeit (KCU oder KCV-Kerbe) und Schlagarbeit bezogen auf die Querschnittsfläche an der schwächsten Stelle des Körpers
- Übergangstemperatur: Die Dicke des Stahls nimmt mit der Temperatur ab, während die Kerbzähigkeit deutlich abnimmt.

Härteprüfung:

- Durch eine bekannte Kraft wird der Standardprüfkörper (Eindringkörper) in die polierte Oberfläche des Materials gedrückt.
- Eindruck / Tiefe wird gemessen
- Brinell, gehärtete Stahlkugel (HB)
- Rockwell, Diamantkegel oder Stahlkugel (HR)
- Vickers, ein Diamantviereck (HV)
- Knoopova, eine diamantverlängerte Pyramide (HK).
- Es besteht ein Zusammenhang zwischen Härte und Festigkeit von Stahl

Emüdungstests:

- Sie werden verwendet, um die Beständigkeit von Stahl gegen wiederholte Beanspruchung zu bestimmen.
- Wohler-Kurve
- Die Ermüdungsgrenze hängt hauptsächlich von der Einstellung des Prüfkörpers ab.
- Die Zeitfestigkeit beträgt ca. 3.000.000.000 Zyklen

Schweißbarkeitsprüfungen:

- Folgende Prüfungen werden durchgeführt: Schweißgutprüfung - Zugversuch - Schweißbarkeitsprüfungen
- Verfahren - durch Biegen beim Biegen mit einer Schweißnaht, die mehr Arbeit erfordert als mit einer Schweißnaht.
- Biegeversuch durch Biegen
- Kohlenstoffäquivalent (auf einem Chromatographen)

1.3. Stahlproduktion

- Es ist unerlässlich, überschüssigen Kohlenstoff zu entfernen + Si, P, S zu entfernen. Es wird in Martinöfen (nicht mehr), in Sauerstoffkonvertern, in Elektroöfen durchgeführt.
- Rohstoffe: Rohmaterial, Schrott, Schrott

Siemens – Marti-Öfen:

- Die Öfen sind gasbeheizt
- Luft befindet sich im Bad, seit kurzem Sauerstoff
- Der Anteil der Stahlproduktion aus Siemens-Martin-Öfen nimmt ab

Sauerstoffkonvektoren:

- Dickwandige Stahlbehälter mit Auskleidung. Druckbeaufschlagter Sauerstoff wird über wassergekühlte Düsen bewegt. Es folgt die Kohlenoxidation \Rightarrow Kohlenmonoxid (vermischt das Bad und Lecks). Silizium- und Phosphoroxide werden als Schlacke verarbeitet.

Elektrische Öfen:

- Es gibt zwei Grundtypen: gewölbt oder induktiv.
- Die Nachteile sind hohe Produktionskosten
- Sie werden hauptsächlich für rostfreie Stähle (Qualität, legiert) mit Zusatzstoffen (Legierung) verwendet.
- Es wird nicht für Baustahl verwendet

Stahldesoxidation:

- Es gibt zwei Grundtypen: die konischen Metallbehälter und kontinuierliches Gießen
- Die Gefäße: Stahlguss wird in konische Behälter gegossen - Form, nach Oberflächenhärtung kann der Barren entfernt werden, der Kopf ist defekt.

Arten von Stahl:

- Kohlenstoff: mit einem Kohlenstoffgehalt von ca. 0,2%, andere Verunreinigungen bis 1%.
- Niedriglegiert: der Kohlenstoffgehalt beträgt ca. 0,2%, Mangan bis zu 1,5%.
- Legiert: mit einem Kohlenstoffgehalt von bis zu 0,2%, Leguminosen von 3% oder mehr

Stahlerzeugnisse: Sie werden hauptsächlich durch Warmwalzen, Kaltumformen, Gießen, Fittings hergestellt.

2. GESCHICHTE VON EISEN UND STAHL

- Die Ursprünge liegen um 3800 v. Chr. - Meteoritenherkunft. Um 1600 v. Chr. Flusseisen aus Erzen
- In China – werden Stahl und Eisen in rund 280 Ländern zur Herstellung von Kettenbrücken eingesetzt.
- In Europa - jüngere Geschichte:
 - 1400 Hochöfen mit Holzkohle
 - 1784 Schweißstahl (England - Cort - im Teigstatus, Faser)
 - 1813 Coke (Englisches Derby)
 - 1848 I Strahl (Franc. Zorès)
 - 1855 Schwimmender Stahl (engl. Bessemer, Thomas) in flüssigem Zustand

Gusseisen und geschweißtes Eisen:

- 1779: Brücke von Coalbrookdale, England - Bogen mit einer Spannweite von 30 m (Pritchard)
- 1826: Menai-Kettenbrücke, 177 m (Telford)
- 1836/1864: Clifton Kettenbrücke, 191 m (Brunel)
- 1850: Britannia Chamber Bridge Bridge, Spannweite 140 m (Stevenson)
- 1859: Salzgitterbrücke, Spannweite 139 m (Brunel)
- Tschechische Länder: 1822 Kettenhängebrücke in Žatec, 1836 Kettenhängebrücke in Lokti (Schnirch), 1848 Kettenbrücke in Podolsko über die Moldau

Schwimmender Stahl

- 1883 Brooklyn Bridge, 486 m (Roebing)
- 1889 Eiffelturm in Paris, Höhe 300 m
- 1890 Gitter Firth of Forth Bridge, 521 m (Baker)

Entwicklung und Geschichte:

- Verbundprofile werden zu Vollprofilen, Gitterstrukturen ⇒ Ganzkörperstrukturen. Die Bauteile werden zuerst durch Niete, dann durch Schrauben, später durch Schweißnähte verbunden.

2.1. Eigenschaften von Baustahl

- Die Duktilität beträgt bis zu 40%. Baustahl hat auch ein hohes E-Modul von 210.000 MPa.
- Elastizitätsmodul (Young's) $E = 210.000 \text{ MPa}$
- Schüttdichte $\rho = 7.850 \text{ kg / m}^3$
- Die Streckgrenze $f_y = 235 \text{ bis } 420 \text{ MPa}$
- Festigkeitsgrenze $f_u = 360 \text{ bis } 490 \text{ MPa}$
- Dehnung $\delta = \text{mind. } 15\%$.

Stahlmarkierung:

- - S235J2 (Streckgrenze 235 MPa, KVC > 27 J bei -20 ° C)
- - Beispiele für Stähle: S275, S355, S420, S460, S460, S355

Herstellung von Strukturen. Meistens wird das folgende Verfahren der Stahlerzeugung angewendet: Zuerst wird ein Projekt erstellt, gefolgt von der Herstellung von Stahlbauteilen (Brückenbau). Die Komponenten werden dann zum Einsatzort transportiert und montiert.

Produktionsvorschriften:

- ČSN 73 2601 Ausführung von Stahlkonstruktionen
- GRUPPE A: beinhaltet dynamisch beanspruchte und spezielle Konstruktionen. Einsatz für Brückenkonstruktionen, hergestellt und montiert in Fabriken (Werkstätten)
- GRUPPE B: beinhaltet diejenigen, die nicht in Gruppe A aufgeführt sind. Die Montage der Werkstatt ist nicht erforderlich.
- GRUPPE C: Enthält Unterstrukturen und Zusatzstrukturen. Wird z.B. für die Herstellung von Treppen verwendet. In der Tschechischen Republik gibt es seit 2010 eine gültige Regelung - ČSN EN 1090 Europäische Norm.

Werkstattproduktion - Brückenwerkstatt, Betrieb:

Es wird folgendes Verfahren angewendet: Erstens wird das Material mittels Rollzylinder hergestellt. Das Material wird dann geschnitten, gesägt (thermisches Schneiden wird verwendet). Anschließend werden Oberflächen und Kanten behandelt und Öffnungen vorgenommen. Das Material geht dann in die Schweißerei (Werkstattvormontage), dann in die Lackiererei. Die Qualitätskontrolle wird durchgeführt, gefolgt von der Expedition (ins Lager der Fertigprodukte).

Heißschneiden / Brennschneiden:

- Durch Sauerstoff, mit tragbaren Schneidemaschinen, stabilen Schneidemaschinen
- Kopierkopf (Roller Magnetic, Optical) folgt der Form der Schablone oder des Zeichenflügels.
- Moderne Maschinen werden numerisch gesteuert.
- Es gibt auch Mehrbrandautomaten, Plasma und Laser.

Bohren:

Öffnungen für Nietlöcher und Schrauben werden mit Zahnstangenbohrern hergestellt. Der Rand der Löcher wird unter den Nietkopf und die Schrauben geschraubt. Die Kühlung der Bohrer erfolgt durch Flüssigkeit oder Luft.

Verwendete Werkzeuge

- Mehrspindelbohrer
- numerisch gesteuert (NC)

Stanzen:

Es bezieht sich auf das Abscheren in Blechen, das Herstellen von Winkeln usw. Das Material um die Bohrung herum wird gewechselt. Die Löcher sind in der Regel bis zu 25 mm dick.

Schweißen:

Es wird zur Herstellung von Schweißnähten mit Schweißmaschinen zum Schmelzschweißen oder zum Handschweißen unter Schutzatmosphäre eingesetzt.

- Das Schweißen erfolgt mit kurzen, mindestens 50 mm langen Schweißnähten.
- Wir können die Reihenfolge der Schweißnähte und Positionierer auswählen.

Genehmigung zur Herstellung:

Der Hersteller muss im Voraus die Fachkompetenz für die Herstellung von Stahlkonstruktionen nachweisen.

- Tschechisches Akkreditierungsinstitut (CIA) - Zertifizierung von Herstellern in der Tschechischen Republik
- Kleine und komplexe Schweißkarte

- Einige Investoren (insbesondere staatliche Unternehmen wie die Tschechische Eisenbahn oder die Straßen- und Autobahndirektion) kaufen keine Bauten von Herstellern ohne Zertifizierung.

Transport:

- Transportplatten - standardmäßig bis zu 12 m lang

Montage von Stahlkonstruktionen vor Ort:

- In der Regel wird es von einem spezialisierten Unternehmen durchgeführt.
- Vorgehensweise: Zunächst werden Montageverbindungen geplant und ausgeführt. Das Design wird mit einer Skizze des Stauraums erstellt. Es ist auch notwendig, die Art und Weise des Transports der Teile zur Baustelle zu planen. Dann wird die Arbeit an der Vormontageplattform geplant - Montage - Heben von Montageeinheiten, etc.

Konstruktionen:

- vorzugsweise Schraubverbindungen, Dokumentation, Vormontage
- Optionen: Montageteile = Transportelemente, Baugruppen aus mehreren Transportelementen

2.2. Projektdokumentation

- Baugesetz 183/2006 Slg. (Seit 1. Januar 2007)
- Verordnung der MMR 499/2006 Slg. Zur Gebäudedokumentation
- Dokumentation für die Gebietsentscheidung (DUR) - Architekturplan, Baugenehmigung (DSP) - auch Entwurfslösung
- Betreten des Gebäudes (DZS) - zur Auswahl des Auftragnehmers des Gebäudes
- Schemata von Stahlkonstruktionen, Rohstoffbericht
- Der Bau wird vom Auftragnehmer des Gebäudes durchgeführt.
- Detailplanung der Stahlkonstruktion
- Hauptdetails, wesentliche Details
- Dokumentation der Produktion (Werkstatt)
- Detailzeichnungen, vollständige Auflistung der Materialien

Konstruktionsunterlagen (RDS) für Stahlkonstruktionen:

- statische Berechnung
- technischer Bericht
- Materialbericht (ungefähr)
- klare Zeichnungen

- Zeichnungen von weniger verbreiteten Details
- Verankerungszeichnungen (Lieferkosten)

Statische Berechnung:

- Für die statische Berechnung ist eine Liste der bei zur Berechnung verwendeten Normen und Vorschriften erforderlich, wobei folgende Punkte zu berücksichtigen sind: Art und Qualität der verwendeten Materialien (Stahl, Schrauben, Elektroden usw.). eine Liste der verwendeten Hilfsmittel und Literatur, Programmdateien (Software).
- Der Autor der statischen Berechnung ist immer für die Ergebnisse der rechnerischen Berechnung verantwortlich. Er hat das Diagramm der geometrischen Form und der statischen Wirkung des Bauwerks, die betrachtete Last, die Berechnung der Schnittgrößen, die Bemessung des Bauwerks, die Bewertung des Bauwerks (einschließlich der Verbindungen) nach den einschlägigen Normen zu berücksichtigen.
- Die statische Berechnung muss den Inhalt, das Datum, die Unterschrift des Verarbeiters und gegebenenfalls der kontrollierenden Person enthalten.
- Schaltplan der geometrischen Form und der Statik

3.ZUVERLÄSSIGKEIT DER STRUKTUREN

3.1. Vorschläge aus Erfahrungen und Intuition

Methoden des Sicherheitsfaktors:

- ein aus der Erfahrung abgeleiteter Sicherheitsfaktor, Verfahren zur zulässigen Beanspruchung

Probabilistische Entwurfsmethoden:

- ein Sonderfach des Studiengangs Ingenieurwesen
- Berechnen der Ausfallwahrscheinlichkeit in Relation zur Zeit
- Eingangsgrößen sind stochastisch

Verfahren zur Bestimmung von Teilsicherheitsfaktoren:

- Semi-Wahrscheinlichkeitsmethode
- die Grundlage der aktuellen Konstruktionsnormen
- die Grenzwertmethode

Wahrscheinlichkeit:

- Vertrauensindex $\beta = \mu z / \sigma z$
- μz Durchschnitt
- die Standardabweichung der Zufallsvariablen Z
- $B = 3,8$ für den Tragfähigkeitsnachweis
- $B = 1,5$ für den Grenzzustand der Verwendbarkeit
- für die Lebensdauer der Konstruktion (typischerweise 50 Jahre)
- $Z = R - S = R - S$
- R Tragfähigkeit
- S-Last

3.2. Einschränkungen

- Grenzzustand der Struktur - Statuskriterien werden nicht mehr erfüllt.
- Grenzzustände der Tragfähigkeit: Festigkeit, Haftfestigkeit, Dauerfestigkeit, zerbrechlicher Steinbruch, Positionsstabilität

Grenzzustände der Verwendbarkeit (im Bauzustand):

- Verformung
- Schwingung
- Ästhetik

Subfaktor der Zuverlässigkeit:

- Faktor γ Material, Lastfaktor γ_F , Grenzzustände des Widerstands - $\gamma_M > 1$, $\gamma_F > 1$, Grenzzustände der Verwendbarkeit - $\gamma_M = 1$, $\gamma_F = 1$
- es beinhaltet folgende Punkte: ungünstige Abweichungen von den Kennwerten, Ungenauigkeiten des Lastmodells, Ungenauigkeiten des Berechnungsmodells der Struktur, Ungenauigkeit der Umrechnungsfaktoren
- statistische Analyse von experimentellen Daten oder Beobachtungen
- Mengen: Charakteristik, Ausführung

Das Prinzip der Zuverlässigkeit:

- $S_d \leq R_d$
- S_d die größtmögliche Bemessungswirkung der Last
- R_d die kleinstmögliche Tragfähigkeit der Konstruktion

Endzustand der Positionsstabilität:

- $E_d, dst \leq E_d, stb$
- E_d, dst Designeffekte destabilisierender Lasten
- E_d, stb Design Auswirkungen der Stabilisierung von Lasten
- im Grenzzustand der Tragfähigkeit
- extreme Belastung ($\gamma_F > 1.0$)
- $F_d = F_k * \gamma_F$
- minimale Tragfähigkeit ($\gamma_M > 1.0$)
- $R_d = R_k / \mu_M$

Grenzzustand der Tragfähigkeit:

- Das sind extreme Situationen. Die Wahrscheinlichkeit einer Überschreitung ist sehr gering.
- Design Streckgrenze $f_{yd} = f_y / \gamma_M$

- $\gamma_M \geq 1$
- Bemessungslast $F_{Ed} = F_k \gamma_F$
- $\gamma_F > 1$
es beinhaltet die Nennmaße der Struktur, die Materialsteifigkeitseigenschaften (E, G), den Nennwert (Durchschnitt).

Grenzzustand der Verwendbarkeit:

- - es handelt sich um eine Verwendbarkeit im Normalbetrieb mit Betriebslast ($\gamma_F = 1$) und mit Nennmaßen der Konstruktion.
- - Materialeigenschaften (f_y , E, G)
- - Nennwert (Durchschnitt)

Klassifizierung der Last:

- Der Ursprung der Last ist entweder gravitativ (Eigengewicht der Struktur), klimatisch (Schnee, Wind, Regen, Frost, Temperatur), nützlich (Belastung der Decken in Gebäuden).
- Je nach Gewissheit werden sie in bestimmte unterteilt (die Last ist genau endlos - z.B. Last von Brücken) oder weitgehend unbestimmt (z.B. Wind).

Ladegröße:

- Wird durch statistische Merkmale bestimmt - Lastgröße / -häufigkeit
- Histogramm
- Es ist möglich, die theoretische Kurve, den Mittelwert, die Varianz, die Gaußsche Normalwahrscheinlichkeitsverteilung zu ersetzen.

Wiederholung der Last:

- 50 Jahre

Aufteilung der Lasten in Abhängigkeit von den Grenzzuständen:

- Charakteristik - $F_k \times$ Ausführung (extrem - $\gamma_F > 1$, betriebsbereit - $\gamma_F = 1$)
- Auslegungswert: $F_{Ed} = \gamma_F F_k$

Kombination mehrerer Lasten:

- Dauerlast + gleichzeitige zufällige Lasten:
- grundlegende Lastkombinationen:
- vereinfachte Lastkombination

Dynamische Lasten:

- Einführung dynamischer Effekte: dynamische Berechnung, dynamischer Faktor δ .
quasistatische Berechnung

Bemessungswiderstand (R_d):

- $R_d = R_k / \mu_M$
- R_k Merkmalswert
- γ_M Material Sicherheitsbeiwert

Beispiel für einen gezogenen Balken:

- $R_k = A \cdot f_y$
- A - area
- f_y - charakteristischer Wert der Streckgrenze
- Histogramm der Ergebnisse

3.3. Europäische Standards

- Hauptsächlich Produktnormen
- Konstruktionsnormen (Eurocodes): Europäische Normen seit 1980 - Europäische Kommission für Normung (CEN) seit 1990. Tschechisches Mitglied seit 1998
- Vornormen (ENV), Nationales Anwendungsdokument (NAD) - nationale Unterschiede, Rahmenwerte - nationale Unterschiede in der Zuverlässigkeit
- Definitive Europäische Normen (EN) - seit 2005
- Nationaler Anhang, sehr begrenzt

Europäische Designnormen:

- EN 1990 Eurocode 0 Gestaltungsgrundsätze seit 2004 ČSN
- EN 1991 Eurocode 1 Belastung von Konstruktionen seit 2004 ČSN
- EN 1992 Eurocode 2 Entwurf von Betonkonstruktionen seit 2005 ČSN
- EN 1993 Eurocode 3 Entwurf von Stahlkonstruktionen seit 2005 ČSN
- EN 1994 Eurocode 4 Bemessung von stahlbewehrtem Verbundbeton. ab 2005 ČSN
- EN 1995 Eurocode 5 Bemessung von Holzkonstruktionen seit 2005 ČSN
- EN 1996 Eurocode 6 Entwurf von Mauerwerkskonstruktionen
- EN 1997 Eurocode 7 Geotechnische Planung
- EN 1998 Eurocode 8 Entwurf von Bauwerken für Erdbebeneinwirkungen
- EN 1999 Eurocode 9 Entwurf von Aluminiumkonstruktionen

Normen für Angebote:

- werden vom Gesetz x nicht als Nachweis des neuesten Wissensstandes in Wissenschaft und Technik anerkannt. Es wird das tschechische harmonisierte System verwendet.
- ČSN 73 1401 Entwurf von Stahlkonstruktionen
- Grenzwertzustände seit 1968
- 1998 ähnlich der europäischen Vornorm
- Europäische harmonisierte Systeme - ČSN P ENV, ČSN EN, ČSN EN 1993-1-1 Entwurf von Stahlkonstruktionen, ČSN EN 1994-1-1 Entwurf von Stahlbetonkonstruktionen, ČSN EN 1990 Grundsätze für die Gestaltung von Konstruktionen, ČSN EN 1991 Lasten von Konstruktionen
- ergänzt durch einen nationalen Anhang

4. BEFESTIGTE STAHLBETONKONSTRUKTIONEN

- Vorteile / Gründe für die Nutzung: Steifheit erhöhen. Beton unter Druck und Stahl unter Zug, Feuerbeständigkeit, Materialeinsparung ⇒ Preis
- Elemente: Balken, Stützen, Stahlbetonplatten

Normen:

- Europäische Standards EN 1994-1-1

Kupplungselemente:

- geschweißte Dorne mit Kopf
- geschweißtes durchgehendes perforiertes Band
- verriegelte Anschläge
- weitere

Kupplungsdornen:

- die gebräuchlichsten, billigsten
- hervorragendes Arbeitsbild
- Ziehung
- elektrischer Strom zum Schweißen

Vorteile der Kupplungsdornen:

- Verformung von flexiblen Wirbeln

Perforierte Formteile:

- zwei Typen werden in der Tschechischen Republik verwendet: Höhe 50 mm, Dicke 10 mm, Bohrungen 32 mm und Höhe 100 mm Dicke 12 mm, Löcher 60 mm

Stopper:

- verzinktes Blech 2 mm, zwei Nägel
- Höhe von 80 bis 140 mm
- Einfachheit x Kosten ⇒ Rekonstruktionen

4.I. Bewertung

- Der Grenzzustand der Tragfähigkeit, die Biegefähigkeit kritischer Querschnitte, den Scherwiderstand, die Tragfähigkeit in Längsrichtung (Kupplungselemente) werden beurteilt.
- Grenzzustand der Nutzbarkeit - flexibles Verhalten, Durchbiegungen

Effektiver Querschnitt:

- kooperative Stegbreite
- Wirkung der Scherklappe in der Platte

Biegefähigkeit des Querschnitts:

Querschnittsermittlung - im Kunststoffspritzguss:

- positives plastisches Biegemoment: neutrale Achse im Brett, neutrale Achse im Träger
- negatives plastisches Biegemoment x positives elastisches Biegemoment

Scherverbindung:

- die Kupplungselemente übertragen die Längsschere entweder plastisch (Klasse 1 und 2) oder durch gleichmäßig platzierte Spitzen, Anzahl der auf dem Schubspannungsabschnitt platzierten Spitzen oder flexibel (Klasse 3 und 4) - Spitzen je nach Bewegungskraft.

Grenzzustand der Verwendbarkeit:

- bewertet nach Betriebslast ($\gamma_G = \gamma_Q = 1,0$; $\gamma_M = 1,0$), Träger im elastischen Zustand
- Durchbiegungen
- Rahmenbegrenzung in Beton - die Breite $w_k = 0,3$ mm wird toleriert.
- Entwurf der Brettverstärkung
- Einfluss des Installationsvorgangs

Flexibles Handeln:

- die Annahme der Querschnittsebene
- idealer Querschnitt

Statische Werte des idealen Querschnitts:

- Umrechnung des Betonquerschnitts in Stahläquivalent: die Fläche des idealen Querschnitts.
- Lage des Schwerpunkts, des Trägheitsmoments

Montageverfahren:

- mit und ohne Schalung
- wirkt sich nicht auf M_{pl} , R_d und $R_{d,rot}$ aus.
- es beeinflusst das flexible Verhalten
- keine Schalung - Überprüfung der Tragfähigkeit in der Montagephase

5. MEHRSTÖCKIGE GEBÄUDE

- Ihr Hauptzweck ist ein doppelter: Wohngebäude und Industriegebäude.
- Bei Geschossbauwerken wird hauptsächlich Stahl aufgrund folgender Vorteile verwendet: Baugeschwindigkeit (Montage), große Spannweiten \Rightarrow Dispositionsfreiheit, hohe Gebäude, genaue Abmessungen (kleine Toleranzen)
- Geringes Gewicht \Rightarrow billigere Fundamente, billigerer Transport, leichter Wiederaufbau und Abbruch \Rightarrow Recycling
- Nachteil: Brandgefahr

5.1. Aufbau der Tragkonstruktionen

Stützen, Deckenbalken, Vertikalversteifungen. Die Decken bestehen aus Platten und Balken.

Bausysteme:

- mit oder ohne Deckenbalken (Paneele, leichte Deckenkonstruktion). Anforderungen an Deckenplatten: Belastbarkeit, Steifigkeit, Steifigkeit in der Ebene, einfache Montage, akustische Parameter

Stahlbetonplatten:

- monolithisch x vorgefertigt
- verstärkte Deckenplatten - Profilblechprofil + Beton
- Stahl - Blech mit Vorsprüngen, Stahlperle
- Keramik

Verstärkte Deckenplatten:

- hohe Blechtafeln (Höhe 150-300 mm), niedrige Blechtafeln (Höhe 40-150 mm)
- werden die folgenden Komponenten verwendet: Selbsttragende Trapezbleche, Bleche als verlorene Schalung einer Stahlbetondecke, zusammenhängend (sogenannte Stahlbetonplatten)

Deckenbalken:

- Dicke ($L / 15$ bis $L / 30$): gewalzt (IPE, 6-9 m), gebrochen (9-12 m)
- Traversen ($h = L / 10$ bis $L / 20$) - über 15 m - Wolkenkratzer
- Vorschlag für den nutzbaren Grenzzustand (gesamt $L / 250$; Nutzen $L / 300$) - Skid ist nie ein entscheidender Faktor.

gen / Skizzen:

- Die MSU entscheidet \Rightarrow in Richtung einer kleineren Spannweite.
- entscheidet sich für KMU \Rightarrow in Richtung einer größeren Reichweite.
- Last kann reduziert werden (für Fläche $> 18 \text{ m}^2$)
- gleiche Tragwerkstypen von Trägern wie bei Decken

Verbindungen:

- gelenkig, mit der Frontplatte, über Winkel, an der Verbindungsplatte angelenkt

Säulen / Pfeiler:

- extrudierte Stäbe, evtl. Druck + Biegungen

Querschnitte von Spalten:

- gewalztes HEB, geschweißt, Stahlbeton
- Stahlgerüste

Montageanschlüsse:

- Produktionslänge - in der Regel 2 bis 4 Stockwerke, in der Regel bis zu 12 m, max. Ca. 15 m
- einfache Montage: deckennah, einfacher Kontakt. Bis zu einem Viertel der Bodenfläche
- Änderung des Querschnitts - verschweißt - Beibehaltung der Außenmaße

Raumbeständigkeit

- in horizontaler Richtung - gesichert durch eine Decke (starre Deckenplatte)
- in vertikaler Richtung - Traversen, Rahmenversteifungen, Betonauskleidung der Wand

Arten von Versteifungen:

- Fachwerkträger
- Rahmen
- gemischt
- Wand

Platzierung von Versteifungen

- wenn möglich symmetrisch zur Achse in Windrichtung
- Gebäudesteifigkeit - Zulässige Durchbiegung
- Übertragung von horizontalen Lasten
- Vermeidung von Zug in den Stützen
- Platzierung innerhalb des Layouts

6.HALLEN

Es gibt zwei Grundtypen von Hallen:

- von kleineren Spannweiten bis zu 60 m - typische Dicke Schiene / Rahmen
- Hallen mit großen Spannweiten: Konstruktion von starren Elementen, ebenen Strukturen, Raumstrukturen, Aufhängerstrukturen: Faserstrukturen, Hybridkonstruktionen, Membranstrukturen; Aufhängerstrukturen: aufgehängte starre Strukturen, aufgehängte Aufhängerstrukturen pneumatische Strukturen mit Seilen

Last, die auf die Hallen wirkt:

- Konstante Belastung
- Kranlasten
- Schneelasten
- Windlast
- Sonstige Lasten: technologische Belastung, Lüftungsanlagen auf dem Dach, Energieverteilung
- Lasttemperaturunterschiede, Grenzmaße der Abschnitte des Objekts
- Die Auswirkungen der Untergrabung

6.I. Kranlasten

- wiederholt dynamisch
- vertikale Raddrücke V aus dem Gewicht des Krans, der Katze und der Last,
- horizontale Querkräfte:
- Querbremskräfte B_t von Anfang an und Bremsen von Krankatzen,
- die Querkräfte H_{tp} aus der Kranüberfahrt,
- die horizontalen Längsbremskräfte B von Anfang an und das Bremsen des Krans,
- die horizontalen Längskräfte H aus dem Aufprall des Krans auf die Gleisstoßfänger.
- dynamische Effekte
- Kombination
- nur eine der horizontalen Lasten

6.2. Schneelasten

Typischerweise werden zwei Belastungszustände berücksichtigt: gleichmäßige Belastung durch Schneeeinwirkung im Wind und ungleiche Belastung durch den Schnee.

Die gleichmäßige Schneelast auf dem Dach wird durch die Formel bestimmt:

- $S = \mu_i C_e C_t s_k$
- wobei μ
- i shape coefficient
- s_k -Kennwert der Schneelast auf dem Boden kN/m^2
- C_e Belichtungsfaktor, der typischerweise einen Wert von 1,0 hat.
- C_t ist ein Wärmekoeffizient, der typischerweise einen Wert von 1,0 hat.

Die ungleichmäßige Schneelast auf dem Dach in einer Ausnahmesituation unter außergewöhnlichen Schneebedingungen wird durch die Beziehung bestimmt:

- $s = \mu_i C_e C_t s_{Ad}$
- Unter den Bedingungen von außergewöhnlichen Schneeflocken aus der Beziehung
- $S = \mu$
- $l s_k$
- wobei s_{Ad} der Bemessungswert einer außergewöhnlichen Schneelast auf dem Boden ist.
- An dem durch die Beziehung gegebenen betrachteten Ort
- $S_{Ad} = C_{esl} s_k$
- C_{esl} ist ein Faktor für außergewöhnliche Schneelasten (der empfohlene Wert ist 2).

6.3. Grundriss der Halle

- eingegebenes Innenvolumen, Außenvolumen, Gehäuse, Auslegerbereich L_0 , Abstand der Traversen B_0 , Abstand der Stützen (B_0)
- Abstand H_0
- In der Vergangenheit war ein 300-mm-Modul typisch.

Layoutlösungen:

- einspurige Hallen
- mehrere Hallen mit parallelen Booten
- Hallen mit senkrechten Booten

Gestaltung von räumlich starren Hallen - die Hauptteile des Raumes:

- enge Hallenkonstruktion: Dachkonstruktion, Stützen, Kranbahnen, etc.
- Längsverstrebungen der Halle, Konstruktion von Außenwänden

Elemente:

- Bedachung
- Pfette
- Strahl
- Matrizen
- Säulen
- Kranbahnen
- Stirnwände
- Gelenke (Rahmen, Fuß, oben)

Bedachung:

- unausgewogen, gefaltet, Sandwich
- Die Pfettenneigung wird durch die Tragfähigkeit der Dachhaut bestimmt (3,5 m).
- Zwischen-, Rinnen- und Gratbildung
- statisch
- einfachwandig, bis zu 6 m gerissen
- einfache Pfeile aus 12 m Höhe
- gelenkige oder kontinuierliche Feststoffe 6 bis 9 m
- einziehbar und hängend 9 bis 15 m

Prellbock:

- dünnwandige Traversen
- Trägerbinder

Säulen:

- gelenkig (schwingend)
- eingespannte Säulen - Ganzkörper
- Traversen

7. GROßZÜGIGE HALLEN

Großflächige Abdeckung:

- Sportgebäude
- Ausstellungszwecke
- soziale und kulturelle Zentren
- große Garage
- Hangars
- Tribünen von Sportstadien
- Verkehrsbau

Technische Ästhetik:

- Konstruktionssysteme mit Gewichtsminimierung und minimaler Belastung
- Beispiel: Bedachung = Funktionsteil der Tragkonstruktion - Membran
- Segmentierung nach Gesichtspunkten: statisches System, Konstruktionsdesign, die Form der Dachfläche, die Form des Grundrisses.

Statischer Effekt:

- Konstruktion von starren Elementen - ebene Strukturen, Raumstrukturen
- Hängende Strukturen: Faserstrukturen, Hybridbauweise, Membranstrukturen
- Hängende Strukturen: Hängende starre Strukturen, Hängende Hängestrukturen, Pneumatische Strukturen mit Seilen

7.1. Konstruktionen von starren Elementen

Planare Konstruktionen: Träger, Rahmen, gewölbt, Systeme mit starren Zugstangen (von abgehängten Konstruktionen)

Räumliche Strukturen: Raumbögen, die Nadeln und die Kuppel, Schalen, räumliche Strahlstrukturen

- geformt
- Fachwerkträgerplatten

Zweilagige Stangensysteme:

- deutlich steifer, konstruktiv und komplizierter
- Stangen oder Schalen
- Datenverarbeitung
- Stangen: einschichtige Systeme

- Raumsystem-Diagonale
- nicht von der globalen oder lokalen Stabilität betroffen

Giebel:

- aus ebenen Teilen, z.B. Sägeblattdächer, Rundgiebel über der zentralen Draufsicht
- einseitig - Seitenwände mit Fachwerkträgern
- zweilagig - Trägerstrukturen

Kuppeln:

- Lamellen
- branchenspezifisch
- Gitter
- Platten

Ende eines Stabes: geschweißt, Kugelgelenke - geschweißt aus hohlen Halbkugeln des Blechs, geschraubt

Hängende Strukturen:

- großer Vorteil ist der geringer Materialverbrauch, große Formvielfalt, große Verzerrung
- große horizontale Reaktionen
- Faserstrukturen, Hybridstrukturen, Membranstrukturen, Membranstrukturen

Hybride Strukturen:

- armierte Dächer - biegesteifer Mantel - Betonschicht
- Konstruktion von Seilen und Trägern, direkte Drahtkonstruktion, Struktur mit Fasern über dem Dach
- Fasern und Balken

Membranstrukturen:

- Stahlblechmembranen
- nichtmetallische Membranen

Pneumatische Konstruktionen mit Seilen:

- Überdruck
- ein niedrig-passiver Umhang
- Stabilisierung von Stahldrahtseilen

- starre Strukturen der Tribünen

Korrosion:

- es ist eine elektrochemische Reaktion von Sauerstoff und Wasser - kritische Feuchtigkeit 60 bis 75%.
- Schutz von Bauwerken
- Trennung von der Atmosphäre - Beschichtungen
- elektrochemisch - mit Zink oder Aluminium beschichtet
- Legieren - Rostfreier Stahl, Pattierstahl
- konstruktive Lösungen

Elektrochemische Korrosion:

- Aluminium
- Zink
- Kohlenstoffstahl
- rostfreier Stahl
- Kupfer
- Silber
- Gold

Das darüber liegende Metall dient als Anode, verschwindet und schützt vor Korrosion.

7.2. Beschichtungen

Hauptfarbkomponenten: Es ist notwendig, sie auf die Oberfläche des Bauteils aufzutragen, Schichten bzw. Beschichtungsfilme zu verwenden.

Pigment - Farbton, Wasserbeständigkeit, Korrosionsschutzmittel

Verdünner - für die richtige Konsistenz der Farbe

Lacksystem:

- Primer (Primer) - Eine Beschichtung auf die Oberfläche des geschützten Elements auftragen, zwei (drei) Schichten.
- Deckschichten - Farbe Basis, Deckschicht - Dicke 25 µm, drei (vier) Schichten
- Deckschicht - Ästhetischer Zweck, einschichtig (zweischichtig); Schichtdicke 25 bis 100 µm