

STATIK-5

Langzeit-Analysen

Mit dem optionalen Langzeitmodul zu STATIK-5 können Effekte infolge Schwinden und Kriechen des Betons sowie Vorspannungsrelaxation untersucht werden. Typische Anwendungsgebiete sind Überhöhungsberechnungen für Freivorbau-Brücken und das Verfolgen von Schnittkraftumlagerungen bei in Etappen erstellten Konstruktionen.

Grundsätzliches

Alle Möglichkeiten des Basismoduls von STATIK-5 (Gelenke, Exzentrizitäten, beliebige Belastungen etc.) können auch im Rahmen der Langzeitanalyse benutzt werden.

- Der zeitliche Ablauf resp. das Bauprogramm für eine Langzeit-Analyse wird durch eine zusammenhängende Serie von Bauzuständen erfasst.
- Pro Bauzustand kann ein Aktivierungszeitpunkt und das zugehörige Betonalter eingegeben werden. Alle neu aktivierten Stäbe eines Bauzustandes übernehmen die entsprechenden Eigenschaften, falls sie als „Kriechstab“ deklariert wurden. Es sind beliebig viele solcher Etappen möglich.
- Neue Bauzustände werden bei folgenden Ereignissen eingeführt:
 - Neue Kriechstäbe werden aktiv
 - Struktur wird modifiziert
 - Neue Belastungen werden aktiv
 - Umwelt- oder Kriechparameter ändern

Globale Umweltparameter	
Rel.Luftfeuchtigkeit	<input type="text" value="50.00"/> %
Temperatur	<input type="text" value="20.00"/> °C
Globale Kriechparameter	
Bauteildicke heff	<input type="text" value="0.500"/> m
fck	<input type="text" value="30.0"/> N/mm ²
Zementart	<input type="text" value="normal, schnell härtend"/>

Berechnungsparameter

Die Kriech- und Schwindfunktion basieren auf den Angaben des Eurocode. Die Gesamtverzerrung setzt sich aus folgenden Anteilen zusammen:

$$\varepsilon = \varepsilon_e + \varepsilon_c + \varepsilon_s$$

ε_e elastische Verzerrungen

$\varepsilon_c = \varphi \cdot \varepsilon_e$ Kriechverzerrungen

ε_s Schwindverzerrungen

Berechnungsalgorithmus

Lösungsverfahren nach Trost. Diskretisierung des zeitlichen Verlaufes durch (beliebig viele) Zeitschritte. Jede Belastung wird für sich getrennt über die ganze Zeit behandelt.

Kriechfunktion nach EC2

$$\varphi(t, t_o) = \varphi_o \cdot \beta_c(t - t_o)$$

Zeitlicher Verlauf:

$$\beta_c(t - t_o) = \left(\frac{t - t_o}{\beta_H + t - t_o} \right)^{0.3}$$

Grundkriechzahl:

$$\varphi_o = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_o)$$

abhängig von rel. Luftfeuchtigkeit RH und Bauteildicke h_o

$$\varphi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH / 100}{0.1 \cdot h_o^{0.333}}$$

Betonfestigkeit

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}}$$

sowie Belastungsbeginn

$$\beta(t_o) = \frac{1}{0.1 + t_o^{0.2}}$$

Schwinden nach EC2

$$\varepsilon_{cs}(t - t_s) = \varepsilon_{cso} \cdot \beta_s(t - t_s)$$

Zeitlicher Verlauf:

$$\beta_s(t - t_s) = \left(\frac{t - t_s}{0.035 \cdot h_o^2 + t - t_s} \right)^{0.5}$$

Endschwindmass:

$$\varepsilon_{cso} = \varepsilon_s(f_{cm}) \cdot \beta_{RH}$$

$$\varepsilon_s(f_{cm}) = [160 + \beta_{sc}(90 - f_{cm})] \cdot 10^{-6}$$

Vorspannung

- Das mit dem Vorspannmodul definierte Modell bzw. dessen Kräfte werden übernommen (Vorspannung als äussere Einwirkung mittels Anker- und Umlenkkräften).
- Vorspannverluste zum Zeitpunkt $t = \infty$:
Für jede Spannglied-Gruppe werden die Verluste mit einem pauschalen Faktor berücksichtigt. Für eine genauere Berechnung der Verluste steht der Analysemodul des Querschnittsprogrammes FAGUS-5 zur Verfügung.
- Zeitlicher Verlauf der Vorspannverluste:
Für die Berücksichtigung des zeitlichen Verlaufes werden die entsprechenden Kurven der Norm verwendet. Da der zeitliche Verlauf des Kriechens, Schwindens und der Vorspannrelaxation unterschiedlich ist, kann die entsprechende Aufteilung durch Gewichtsfaktoren gesteuert werden.

Resultate

- Deformationen, Schnittkräfte, Spannungen wie im Basismodul (beliebige Schnitte, numerische oder graphische Ausgabe)
- Graphische Darstellung des Zeitverlaufes einer beliebigen Resultatgrösse (z.B. Biegemoment im Stab x, Abstand xx)