NEMETSCHEK Scia



Etape de constructie

Scia Engineer

Etape de constructie

Introducere in etapele de constructie, pretensionare si ADT	1
Introducere in etapele de constructie	3
Introducere in pretensionare	5
Introducere in ADT	7
Introducerea etapelor de constructie si analizei dependente de timp	9
Modul de elasticitate variabil in timp	11
Aplicarea in practica	13
Referinte ADT	15
Operatii de pregatire	17
Introducerea geometriei si a altor date	17
Ajustarea parametrilor	17
Etape de constructie	19
Crearea unui proiect de tip Etape de Constructie	19
Optiuni - etape de constructie	19 20
Crearea unei etape de constructie noi	20 20
Definirea modificarilor pentru schema structurala	24
Sectiuni compozite	25
Definirea introducerii unei etape noi a sectiunii transversale	27 77
Rezultatele analizei bazate ne etane de constructie	21 28
Etape de constructie neliniare	29
-	
Etane de constructie neliniare	29
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare	29 30
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp)	29 30 33
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp) Introducere.	29 30 33 33
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp) Introducere Configurare ADT	29 30 33 33 33
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp) Introducere Configurare ADT Setari material	29 30 33 33 33 34
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp) Introducere Configurare ADT Setari material Editare retea	29 30 33 33 33 34 35
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp) Introducere Configurare ADT Setari material Editare retea Setari calcul	29 30 33 33 33 34 35 35
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp) Introducere Configurare ADT Setari material Editare retea Setari calcul Istorie elemente liniare	29 30 33 33 34 35 35 35
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp) Introducere Configurare ADT Setari material Editare retea Setari calcul Istorie elemente liniare Axa timp	29 30 33 33 33 35 35 35 37
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp) Introducere Configurare ADT Setari material Editare retea Setari calcul Istorie elemente liniare Axa timp Analiza	29 30 33 33 33 35 35 35 35 37 38
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp) Introducere Configurare ADT Setari material Editare retea Setari calcul Istorie elemente liniare Axa timp Analiza Elemente finite	29 30 33 33 33 35 35 35 35 37 38 38
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp) Introducere Configurare ADT Setari material Editare retea Setari calcul Istorie elemente liniare Axa timp Analiza Elemente finite Modelare pretensionare	29 30 33 33 33 35 35 35 35 35 35 38 38 38
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp) Introducere Configurare ADT Setari material Editare retea Setari calcul Istorie elemente liniare Axa timp Analiza Elemente finite Modelare pretensionare Strategie solutie	29 30 33 33 33 35 35 35 35 35 35 35 38 38 38 38
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp) Introducere Configurare ADT Setari material Editare retea Setari calcul Istorie elemente liniare Axa timp Analiza Elemente finite Modelare pretensionare Strategie solutie Efectuarea calculului	29 30 33 33 33 34 35 35 35 35 35 38 38 38 39 40
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp) Introducere Configurare ADT Setari material Editare retea Setari calcul Istorie elemente liniare Axa timp Analiza Elemente finite Modelare pretensionare Strategie solutie Efectuarea calculului. Incarcari mobile in ADT	29 30 33 33 33 35 36 36 35 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36 37 38 38 39 30
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare	29 30 33 33 33 35 35 35 35 35 35 38 38 38 38 39 40 40 41
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp) Introducere Configurare ADT Setari material Editare retea Setari calcul Istorie elemente liniare Axa timp Analiza Elemente finite Modelare pretensionare Strategie solutie Efectuarea calculului Incarcari mobile in ADT Modelling of precast segmental cantilever construction method	29 30 33 33 33 35 35 35 35 35 38 38 38 38 39 40 40 41 43
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare	29 30 33 33 33 35 36 38 38 38 39 40 40 41 46
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp) Introducere Configurare ADT Setari material Editare retea Setari calcul Istorie elemente liniare Axa timp Analiza Elemente finite Modelare pretensionare Strategie solutie Efectuarea calculului Incarcari mobile in ADT Modelling of precast segmental cantilever construction method Modelling of cast-in-place segmental cantilever construction method Rezultate standard	29 30 33 33 33 34 35 36 37 38 39 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare	
Etape de constructie neliniare Etape de constructie liniare sau neliniare TDA (Analiza dependenta de timp) Introducere Configurare ADT Setari material Editare retea Setari calcul Istorie elemente liniare Axa timp Analiza Elemente finite Modelare pretensionare Strategie solutie Efectuarea calculului Incarcari mobile in ADT Modelling of precast segmental cantilever construction method Modelling of cast-in-place segmental cantilever construction method Rezultate standard Eforturi toroane Precomprimare	29 30 33 33 33 35 35 35 35 35 35 38 38 38 38 38 40 40 41 46 46 51

Introducere in pretensionare	51
Materiale toroane pretensionate	51
Proprietatile toroanelor pretensionate	51
Tipuri de elemente pretensionate	54
Pierderi de scurta durata	
Culee	55
Dispunere goluri in beton	61
Sectiune toron	65
Sectiune toron pentru elementul liniar	68
Rezultate	72
Beton armat post-tensionat	76
Sursa geometrie	
Toroane interne	84
Toroane externe	90
Rezultate	

Introducere in etapele de constructie, pretensionare si ADT

Structurile moderne pot fi construite cu economii considerabile prin combinarea otelului cu betonul sau a elementelor prefabricate cu cele turnate pe santier. Proiectarea acestor sisteme se bazeaza de proprietatile individuale ale materialelor. Economia si viteza de realizare a constructiei sunt sporite si de metodele speciale de constructie. Principalele elemente care preiau incarcarea, formate din cabluri, elemente liniare sau arce, sunt in general construite in avans si utilizate ca sisteme auxiliare pentru reducerea costurilor si timpului necesar construirii altor parti ale structurii. Proiectarea structurii combina tehnici de prefabricare si turnare si mentine un standard inalt al calitatii, simultan cu reducerea timpului necesar finalizarii constructiei.

In timpul constructiei, aceste structuri trec prin mai multe sisteme statice: modificarea conditiilor la limita, asamblarea sau turnarea unor noi elemente structurale, pretensionarea, introducerea sau stergerea reazemelor temporare. Pentru multe structuri de beton, sunt combinate mai multe structuri de beton de diferite varste iar betonul este incarcat treptat. Astfel, trebuie luate in considerare curgerea lenta si contractia betonului, atat in timpul constructiei cat si pentru perioada de serviciu a structurii. Proprietatile de curgere a betonului pot influenta decisiv comportamentul structurii. Capacitatea structurii de a prelua incarcarile poate fi influentata si de redistribuirea fortelor interne cauzate de curgerea lenta. De aceea, sunt necesare metode avansate de analiza a structurilor.

Etapele de constructie, Pretensionarea, si ADT sunt modulele SCIA ENGINEER create pentru analiza betonului pretensionat si a structurilor compuse, luand in considerare etapele constructiei, modificarea conditiilor la limita si efectele de curgere a betonului. Modulele permit analiza betonul pretensionat si a structurilor compozite, asamblarea si turnarea succesiva a elementelor structurale, construirea progresiva a sectiunilor, aplicarea treptata a incarcarilor si pretensionarii si inlaturarea elementelor structurale temporare. Pot fi modelate tehnici speciale de constructie, de exemplu construirea consolelor atat din segmente prefabricate cat si turnate pe santier, a structurilor sustinute de cabluri, transformarea grinzilor simple in grinzi continue, inclusiv turnarea placilor compozite, sau constructia treptata a cladirilor cu mai multe etaje. Implementarea acestor module reprezinta primul pas in modificarea proiectarii si analizei structurilor de beton in SCIA ENGINEER. Dar posibilitatea de a rula calculul conform etapelor reale de constructie sau introducerea timpului ca variabila in cadrul analizei nu sunt singurele aspecte ale acestei probleme. Sunt luati in calcul si noii parametri ai materialului - proprietatile de curgere a betonului -marea realizare a acestui program fiind utilizarea conceptelor moderne folosite in analiza structurilor pretensionate. Toronul post-tensionat este considerat doar ca o incarcare exterioara in momentul pretensionarii. Aceasta incarcare este definita ca fiind echivalenta cu efectele toronului tensionat imediat dupa pierderile de scurta durata. Toronul devine o parte integrata a structurii dupa ancorare. Rigiditatea lui este adaugata in matricea de rigiditate a structurii. Din acest moment, toate incarcarile preluate de structura vor modifica in mod automat pretensionarea toronului. Atat toroanele cat si partile compozite ale structurii sunt modelate prin elemente finite excentrice. Compatibilitatea totala a deformatiilor intre elementele excentrice ce conecteaza doua noduri este asigurata pe toata lungimea elementelor. Modulul ADT din SCIA ENGINEER permite obtinerea unui model structural nou si o calitate superioara.

Nota: Fiecare dintre cele trei module mentionate pot fi utilizate separat (ex. modulul **Pretensionare** pentru analiza liniara, **Etape de constructie** pentru analiza cadrelor 3D, etc.). Totusi, in aceasta situatie, unele proprietati se pierd. Prin urmare, descrierile acestor module vor contine trimiteri frecvente la alte module din aceeasi "familie".

Introducere in etapele de constructie

Modulul **Etape de Constructie** permite modelarea generala a procesului de constructie. In combinatie cu modulul **ADT**, analiza ia in considerare si o variabila temporala. Pentru un calcul dependent de timp, sunt introduse axe temporale globale, locale si detaliate, fiind generate si noduri temporale individuale. Dezvoltarea in timp si modificarile structurii, sectiunilor, incarcarii sunt modelate cu ajutorul etapelor de constructie individuale carora li se atribuie un numar, un nume, si un timp global.

Rezultatele cresterii incarcarii sunt salvate in cazuri de incarcare separate pentru efectul incarcarii permanente, pretensionarii, si efectelor de curgere pentru intervalul precedent.

Introducere in pretensionare

Modulul **Pretensionare** permite analiza elementelor liniare pretensionate. In plus, pot fi calculate si afisate pierderile pe termen scurt.

Datele de definire a pozitiei si geometriei toroanelor sau cablurilor sunt apoi utilizate la generarea automata a elementelor finite si calculul incarcarii echivalente, inclusiv a pierderilor pe termen scurt.

In concluzie, modulul **Pretensionare** permite analiza efectelor pretensionarii 2D. Poate fi utilizat pentru analiza liniara a etapei finale de constructie a structurii. Utilizat impreuna cu modulul **Etape de Constructie**, se poate modela pretensionarea treptata din timpul asamblarii structurii.

La combinarea cu modulul ADT se iau in considerare si efectele de curgere.

Totusi, modulul ADT poate analiza doar cadre 2D (tip Cadru XZ).

Introducere in ADT

Modulul **ADT** permite analiza dependenta de timp a betonului pretensionat dar si a cadrelor compozite 2D, luand in considerare etapele de constructie definite, curgerea lenta, contractiile si imbatranirea betonului. Metoda utilizata pentru analiza dependenta de timp se bazeaza pe o procedura in mai multi pasi in care domeniul temporal este impartit cu ajutorul nodurilor temporale. Analiza elementului finit este efecuata in fiecare nod temporal. Pentru analiza curgerilor lente se aplica teoria Teoria imbatranii liniare viscoelastice.

Datorita simetriei incarcarilor pe termen lung, atat structura cat si incarcarea pot fi modelate in planul vertical, fiind convenabila utilizarea modelului cadrului plan. Elementele finite excentrice pot fi: grinzi cheson din beton (sau plase de beton separate), toroane pretensionate, diafragme, stalpi, centuri de ancorare temporare, armatura nepretensionata, etc. Toate operatiunile de constructie sunt respectate in analiza structurala in functie de programul real. Elementele sunt introduse sau indepartate in functie de modul de constructie. Pot fi modelate diverse operatiuni utilizate in constructii: adaugarea sau stergerea segmentelor si toroanelor pretensionate, modificarea conditiilor la limita, incarcari sau deplasari predefinite.

Toroanele pretensionate sunt presupuse si ca elemente finite excentrice. La tensionarea initiala, doar termenii de incarcare a toroanelor sunt inclusi in ecuatiile de echilibru global. Dupa ancorare, se ia in considerare si rigiditatea toronului. Pot fi modelate toroanele ancorate si libere. Pierderile pe termen lung sunt incluse in mod automat in analiza. La indepartarea unui element sau modificarea unei conditii la limita, fortele interne si reactiunea corespunzatoare sunt adaugate in mod automat.

Deformarea totala a betonului la momentul *t* este divizata in trei parti: $\varepsilon_{\sigma}(t)$ este alungirea produsa de efort, $\varepsilon_s(t)$ alungirea produsa de contractii si $\varepsilon_T(t)$ este alungirea termica. Nici contractiile si nici alungirea termica nu sunt dependente de efort. Contractile elementelor structurale sunt prezise prin intermediul proprietatilor medii ale sectiunii transversale, considerandu-se umiditatea relativa medie si dimensiunea elementului. Alungirea produsa de efort este alcatuita din alungirea instantanee $\varepsilon_e(t)$ si alungirea curgerilor lente $\varepsilon_c(t)$. Este respectata dezvoltarea modulului de elasticitate in timp datorita imbatranirii. Modelul cugerilor lente este estimat pe baza presupunerii liniaritatii dintre eforturi si alungiri pentru a asigura aplicabilitatea superpozitieii liniare. Solutia generala se bazeaza pe inlocuirea integralei Stieltjes printr-o suma finita. Problema generala a curgerilor lente este convertita intr-o serie de probleme de elasticitate. Calculul curgerilor lente, contractiile si efectele de imbatranire pot fi luate in considerare conform recomandarilor din EUROCODE 2, CSN 73 1201si CSN 73 6207. Metoda respecta evolutia eforturilor, nu necesita iterari intr-un singur pas si nu restrictioneaza tipul functieii de curgere lenta.

Introducerea etapelor de constructie si analizei dependente de timp

In SCIA ENGINEER, Analiza Dependenta de Timp (ADT) este strans legata de Analiza Etapelor de Constructie, diferentele intervenind in cazul efectelor de curgere, care nu sunt luate in considerare in Analiza Etapelor de Constructie. Totusi, "cazurile de incarcare" si "combinatiile cazurilor de incarcare" sunt "unitatile de baza" pentru ADT si Analiza Etapelor de Constructie. Analiza Etapelor de Constructie ruleaza independent de timp. Conectarea fiecarei etape de constructie la un nod temporal este doar un element de forma. Incrementarile incarcarii pentru fiecare etapa (de constructie sau exploatare) si rezultatele (cresterile fortelor interne si a deformatiilor datorate acestei incarcari) sunt salvate in cazuri de incarcare diferite. Aceasta incarcare se presupune a fi prezenta (aplicata pe structura) pe termen nelimitat. Descarcarea trebuje modelata ca o incarcare noua de semn contrar. De exemplu fortele interne totale din elementele liniare existente cauzate de incarcarile permanente dupa a treia etapa de constructie sunt obtinute ca rezultate ale combinatiei intre trei cazuri de incarcare. Un caz de incarcare corespunzator incarcarii mobile poate fi adaugat acestei combinatii. Daca in etapa de constructie se aplica pretensionari, trebuie adaugat un caz de incarcare permanenta aditional. Astfel, sunt definite doua cazuri de incarcare permanenta pentru o singura etapa de constructie - unul pentru incarcarea permanenta si unul pentru pretensionare. Utilizatorul nu poate adauga incarcari in cazul corespunzator pretensionarii. Un caz de incarcare aditional (gol) este generat automat pentru fiecare etapa de constructie a

analizei dependente de timp. Aceste cazuri de incarcare sunt utilizate la salvarea incrementarilor fortelor interne si a deformatiilor cauzate de curgerile lente si contractii in timpul intervalului precedent de timp. In SCIA ENGINEER, acestea sunt denumite cazuri de incarcare pentru curgere lenta.

Modul de elasticitate variabil in timp

Scia Engineer permite utilizatorilor sa aplice diverse ipoteze la analizarea etapelor de constructie:

• Utilizati analiza standard pentru calcularea etapelor de constructie fara efectul timpului. Doar o secventa a fost analizata si fortele interne modificate conform cu schimbarile conditiilor de margine.

• Utilizati ADT (Analiza dependenta de timp) in care intregul progres de imbatranire este luat in considerare, inclusiv relaxarea armaturii, curgerea lenta si contractia betonului.

• Utilizati analiza standard, dar considerati modulul de elasticitate (E) variabil in timp, adica imbatranirea materialului, cu ajutorul unei diagrame ce defineste modificarile modulului de elasticitate de-a lungul timpului (diagrama modul E).

Cel recent poate fi aplicat atat pe structurile in cadre cat si pe structurile din pereti structurali Intr-un proiect, utilizatorul poate defini diverse diagrame ale modulului de elasticitate. Se poate seta ca fiecare material din proiect sa aibe propria diagrama a modulului de elasticitate. Diagramele de modul E pot fi atribuite pentru toate sau pentru unele materiale utilizate in proiect.

Procedura de utilizare a diagramelor modulului E in analiza

Exista cateva cerinte preliminare ce trebuiesc indeplinite pentru permiterea efectuarii analizei cu modulul de elasticitate modificat.

Nota: Procedura listata mai jos nu este un tutorial complet. Se enunta doar anumite operatii ce trebuiesc realizate in plus fata de etapele standarde din timpul realizarii si analizarii structurii.

Modelul proiectului trebuie sa fie setat pe "Etape de constructie".

- 1. Selectati modulul **Proiect** din fereastra Principal.
- 2. Setati articolul Model pe Etape de constructie.
- 3. Confirmati cu [OK].

Optiunea modulului de elasticitate trebuie selectata din fereastra de dialog Definire etape de constructie

- 1. Deschideti modulul Etape de constructie.
- 2. Selectati functia **Configurare**.
- 3. Setati articolul Tip pe Modul elasticitate.
- 4. Confirmati cu [OK].

Functiile modulului E trebuiesc definite

- 1. Deschideti editorul Modul elasticitate:
 - a. Utilizati meniul Biblioteci > Structura, Analiza > Modul elasticitate,
 - b. Din fereastra Principal utilizati meniul **Biblioteci > Structura, Analiza > Modul elasticitate**.
- 2. Faceti click pe butonul [Nou] pentru crearea unei noi functii a modulului de elasticitate.
- 3. Definiti puncte individuale ale functiei.
- 4. Confirmati cu [OK].
- 5. Daca este necesar, repetati acest pas in functie de cate diagrame ale modulului de elasticitate sunt necesare.
- 6. Inchideti editorul.

Materialele necesare trebuie sa aibe diagramele modulului de elasticitate corespunzatoare

- 1. Deschideti editorul Material:
 - a. Utilizati meniul Biblioteci > Materiale,
 - b. Din fereastra Principal, utilizati modulul **Biblioteci > Materiale**.
- 2. Lista cu caracteristicile materialului contine un articon aditional: Functia modulului E (Doar daca optiunea **Modul elasticitate** este ajustata in **Definire etape de constructie**, acest articol nu este disponibil).
- 3. Selectati materialul necesar.
- 4. Selectati diagrama modulului E corespunzatoare.

- 5. Repetati acest pas pentru celelalte materiale disponibile in proiect.
- 6. Inchideti editorul Material.

Trebuie rulata analiza etapelor de constructie

- 1. Deschideti fereastra Analiza element finit:
 - a. Din meniul Preprocesare > Setari si calcul > Calcul,
 - b. Din fereastra Principal **Calcul, retea > Calcul**.
- 2. Selectati optiunea Analiza etapa de constructie.
- 3. Porniti calculul cu [OK].
 - Nota: Atentie la ajustarile pentru Setari element liniar si timp global din etapele de constructie individuale sa corespunda cu timpul utilizat in definirea diagramelor modulului de elasticitate.

Aplicarea in practica

Invitatie: Modulele Etape de Constructie, Pretensionare, si in special ADT sunt functii foarte puternice, folosite atat separat cat si combinate. Toate necesita un anumit nivel de experienta profesionala sau SCIA ENGINEER in general. De aceea, este recomandata o sedinta cu departamentul de suport tehnic SCIA pentru intelegerea principiilor generale, proprietatilor, capacitatilor si aplicatiilor practice ale acestor module.

Referinte ADT

[1] Navrátil J.: Time-dependent Analysis of Concrete Frame Structures (in Czech), Stavebnicky casopis, 7 (40), 1992, pp. 429-451

[2] CEB-FIP Model Code 1990, Final Draft 1991, BULLETIN D'INFORMATION No 203, Comite Euro-International Du Beton, Lausane, 1990.

[3] Navrátil, J.: Predpjaté betonové konstrukce [Prestressed concrete structures] (in Czech), Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno, 2004.

Operatii de pregatire

Introducerea geometriei si a altor date

Anterior introducerii datelor legate in mod direct de **Analiza Dependenta de Timp** sau **Analiza Etapelor de Constructie**, trebuie efectuate cateva operatiuni pregatitoare. Toate elementele structurale, elementele pretensionate, conditiile la limita si incarcarile care apar in structura trebuie definite in avans. Dupa definirea acestora, toate elementele, toroanele, reazemele, etc. vor fi introduse treptat in structura cu ajutorul modulului **Etape de constructie**. Introducerea elementelor, nodurile, reazemelor si incarcarilor se realizeaza in mediul SCIA ENGINEER standard.

Ajustarea parametrilor

Este necesara introducerea unor date specifice analizei dependente de timp sau etapelor de constructie. Acestea pot fi introduse intr-o fereastra de optiuni, ce contine elemente atat pentru analiza dependenta de timp cat si pentru etapele de constructie. In plus, trebuie setati si alti parametri legati de generarea retelei, calcul, materiale, etc.

Parametrii individuali sunt descrisi intr-un capitol separat ce trateaza urmatoarele:

- <u>Configurare Etape de Constructie</u>
- <u>Configurare ADT</u>
- Configurare <u>Retea</u> si <u>Calcul</u>
- Optiuni material.

Nota: Partea ADT a ferestrei este disponibila doar daca modulul ADT este disponibil.

Etape de constructie

Crearea unui proiect de tip Etape de Constructie

Daca se doreste analiza etapelor de constructie, trebuie efectuate setarile necesare in fereastra **Date de baza** a serviciului **Proiect**:

• Din caseta Model selectati Etape de Constructie.

Optiuni - etape de constructie

Fereastra de Optiuni pentru Etapele de Constructie permite introducerea valorilor implicite pentru parametrii care apar la introducerea etapelor de constructie individuale.

Factori incarcare

_

Caz de incarcare permanent (termen lung)	Gamma min Gamma max sunt atasate cazurilor de incarcare permanenta de ambele tipuri – incarcare (γ_G) si pretensionare (γ_P) . Factorii de incarcare $\gamma_{Gmin}(<=1)$, $\gamma_{Gmax}(>=1)$, $\gamma_{Pmin}(<=1)$, $\gamma_{Pmax}(>=1)$ sunt specificati (pentru fiecare caz de incarcare) in fiecare etapa de constructie. Daca este selectata incarcarea variabila pe termen lung in caseta Incarcari permanete sau pe termen lung , se va cere doar introducerea factorului γ_{Qmax} , deoarece γ_{Qmin} se considera in mod automat zero (la stergerea tuturor incarcarilor variabile). In acelasi timp, va aparea si factorul aditional $\psi<1$.
Cazuri de incarcare precomprimare	Vadeti mai sus.
Componenta de lunga durata a incarcarii variabile	Factorul ψ defineste componenta pe termen lung a incarcarii. Daca un caz de incarcare variabil sau corespunzator pretensionarii este aplicat in cazul unei etape de constructie, acesta nu mai poate fi aplicat din nou, deoarece configuratia structurii se poate modifica in urmatoarele etape ale constructiei, cauzand obtinerea unor rezultate diferite.
Componenta de lunga durata a incarcarii variabile	Factorul ψ defineste componenta pe termen lung a incarcarii. Daca un caz de incarcare variabil sau corespunzator pretensionarii este aplicat in cazul unei etape de constructie, acesta nu mai poate fi aplicat din nou, deoarece configuratia structurii se poate modifica in urmatoarele etape ale constructiei, cauzand obtinerea unor rezultate diferite.

Rezultate

Numele combinatiei ultime generate (max)	Indica masca pentru generarea automata a numelor atribuite combinatiilor cazurilor de incarcare maxime.
Numele combinatiei ultime generate (min)	Indica masca pentru generarea automata a numelor pentru combinatiile de cazurilor de incarcare minime.
Numele combinatiei de serviciu generate	Indica masca pentru generarea automata a numelor pentru combinatiilor cazuri de incarcare pentru exploatare.

Nota: In cazul numelor generate pentru combinatiile cazurilor de incarcare, secventa {O} re inlocuita cu numarul corespunzator in timpul generarii combinatiilor. De exemplu, masca F{O}-MAX genereaza combinatiile denumite F1-MAX, F2-MAX, F3-MAX, etc.

In Nota: Aceeasi fereastra poate contine si parametri pentru analiza dependenta de timp. Acestia sunt valabili doar in proiectele care permit analiza dependenta de timp. Optiuni ADT.

Procedura de setare a parametrilor pentru Etapele de Constructie

- 1. Deschideti serviciul Etape de constructie.
- 2. Initializati functia Configurare.
- 3. Introduceti parametrii.
- 4. Confirmati cu [OK].
- 5. Inchideti fereastra.

Gestiune - Etape de Constructie

Editorul etapelor de constructie permite introducerea, copierea, printarea si stergerea etapelor individuale de constructie. Este un editor standard SCIA ENGINEER.

Procedura de deschidere a Editorului Etapelor de Constructie

- 1. Proiectul trebuie sa fie de tipul Etape de constructie.
- 2. Deschideti serviciul Etape de Constructie din meniul principal.
- 3. In partea superioara a serviciului, apasati butonul cu cele trei puncte.
- 4. Editorul se va deschide pe ecran.
- 5. Editorul Etapelor de Constructie se deschide in mod automat la prima deschidere a serviciului.

Nota: La crearea unei noi etape de constructie, parametrii au valorile introduse la configurarea etapelor de constructie.

Crearea unei etape de constructie noi

Procedura de creare a unei etape de constructii noi
Deschideti Editorul etapelor de constructie.
Apasati butonul [Nou].
Daca nu este disponibil nici un caz de incarcare, vi se solicita crearea unuia nou.
Va fi adaugata o noua etapa de constructie in lista.
Apasati butonul [Editare] pentru deschiderea ferestrei de editare.
Introduceti parametrii (vedeti mai jos).
Confirmati cu [OK].
Inchideti Editorul etapelor de constructie.

Parametri

Nume	Indica numele etapei de constructie.
Faza de executie	(informativ) Indica numarul fazei de executie.
Descriere	Contine o scurta descriere a etapei de constructie. Este utila pentru descrierea in cateva cuvinte a operatiunilor efectuate in etapa de constructie respectiva. Comentariul permite utilizatorului mentinerea unei imagini clare a procesului de

	constructie. Numele este utilizat si in numele generate pentru clasele rezultante si combinatiile cazurilor de incarcare. Ex.: pentru combinatii, aceasta descriere eset singurul identificator clar al cazului de incarcare.	
	camp.	
Timp global	Timp global in zile. Acest timp va fi atribuit tuturor operatiunilor efectuate in etapa curenta. Timpul global trebuie sa fie mai mare decat cel al etapei precedente si mai mic decat cel al urmatoarei etape.	
Numar subintervale	Numarul de subintevale de pe axa temporala. Subintervalele ce urmeaza primul subinterval sunt generate in scara logaritmica. Acest parametru influenteaza exactitatea solutiei pentru curgerilor lente ale betonului.	
	Vedeti si Axa timp.	
Umiditate mediu	Umiditatea mediului in procente.	
Ultima etapa de constructie	Precizeaza daca etapa curenta de constructie este si ultima. Daca este activa, aceasta etapa de constructie este prima faza de exploatare. Utilizatorul nu mai poate modifica structura din acel momement, dar poate adauga incarcari permanente si variabile (fara pretensionari!). Prin urmare, nu sunt posibile modificari in configuratia structurii (modificari ale sectiunii, pretensionare, etc.) in etapele de exploatare.	
	Daca se atribuie o incarcare variabila unei etape de constructie anterioara ultimei etape (inclusiv), aceasta nu mai poate fi utilizata si pentru alte etape de constructie. Daca atribuirea se face unei etape de exploatare (adica unei etape ce urmeaza ultima etapa de constructie), poate fi reutilizata fara nici o problema si pentru alte etape de constructie.	
Caz de incarcare	Selecteaza cazul de incarcare atribuit etapei de constructie.	
	Nota : Cititi comentariul de sub tabel.	
Gamma min,	Factori incarcare.	
Gamma max	Nota : Cititi comentariul de sub tabel.	
Psi	Factor incarcare variabila.	
	Nota : Cititi comentariul de sub tabel.	
Caz de incarcare variabil	Permite introducerea unui caz de incarcare variabil. Servica en la sub tabel.	

Cazuri de incarcare permanenta sau pe termen lung

Un caz de incarcare de tip permanent sau greutate proprie trebuie definit si atribuit unei etape de constructie. Un astfel de caz de incarcare trebuie atribuit in mod exclusiv fiecarei etape. Cazul de incarca repoate fi gol. Cazul de incarcare aplicat intr-o etapa de exploatare poate fi de doua

tipuri: permanent sau greutate proprie. Introducerea unei incarcari permanente se realizeaza in mod standard dar pentru greutatea proprie exista doua metode.

(1) Prima posibilitate este prin intermediul incarcarilor permanente. Greutatea proprie a unui element liniar este calculata in avans de catre utilizator si este introdusa ca incarcare distribuita uniforma sau trapezoidala pe lungimea elementului liniar. Aceasta metoda poate fi utilizata in combinatie cu alte incarcari permanente, ex. incarcarea proprie a diafragmelor, suprafetelor, etc. Greutatea proprie pe grinda poate fi aplicata pentru orice etapa de constructie independent de momentul introducerii acestui element liniar. Astfel, introducerea incarcarii permanente nu este legata de elementele liniare sau parti compozite ale elementelor liniare adaugate in etapa de constructie curenta.

(2) A doua posibilitate de introducere a greutatii proprii poate fi aplicata doar pentru elemente liniare adaugate in etapa de constructie curenta sau pentru parti compozite adaugate. Incarcarea corespunzatoare trebuie sa fie de tipul "incarcare proprie ". Nu este posibila introducerea altor incarcari intr-un astfel de caz de incarcare. Astfel, daca in etapa de constructie curenta este specificat un caz de incarcare de tip "greutate proprie", este aplicata doar o crestere a greutatii proprii a structurii. Cresterea este definita ca greutate proprie a acelei parti de structura (elemente structurale sau partile lor compozite) care este introdusa in etapa de constructie curenta.

Cele doua abordari vor fi demonstrate printr-un exemplu simplu.

Exemplu: Introducerea greutatii proprii

Se presupune un element liniar de sectiune T, construita in doua faze: (i) sectiune inima, (ii) placa compozita.



Sectiunea consta in doua etape: 1 = "inima" elementului liniar, 2 = placa.

Mai departe, sunt descrise trei modele, doua pentru care se utilizeaza prima abordare si una care foloseste cea de a doua metoda.

Nici una dintre metode nu este cea mai buna. Sunt descrise ambele metode si ramane la latitudinea utilizatorului alegerea metodei potrivite pentru fiecare proiect.

Situatia A (greutate proprie calculata de utilizator)

Etapa	Actiune	Caz de incarcare atribuit etapei
1	Turnarea elementului liniar (faza 1 a sectiunii este introdusa in model)	Caz de incarcare permanenta-standard gol
2	Turnarea placii compozite (faza 2 a sectiunii este introdusa in model)	Caz de incarcare permanenta-standard gol
3	Introducerea greutatii proprii calculate manual	Caz de incarcare permanenta-standard cu incarcarea definita care reprezinta greutatea proprie a elementului liniar.

In aceasta situatie, utilizatorul este responsabil pentru introducerea greutatii proprii a modelului. Pe de alta parte, procesul este controlat in totalitate de catre utilizator. Mai intai, este realizata grinda "inima". Apoi este turnata placa. Si abia la sfarsit este introdusa greutatea proprie. In concluzie, grinda nu este supusa nici unei incarcari pana la momentul introducerii complete.

Situatia B	(greutate	proprie	calculata	de utiliz	zator)

Etapa	Actiune	Caz de incarcare atribuit etapei
1	Turnarea elementului liniar (faza 1 a sectiunii este introdusa in model)	Caz de incarcare permanenta-standard gol
2	Introducerea greutatii proprii calculate manual	Caz de incarcare permanenta-standard cu incarcarea definita care reprezinta greutatea proprie a elementului liniar
3	Turnarea placii compozite (faza 2 a sectiunii este introdusa in model)	Caz de incarcare permanenta-standard gol

In aceasta situatie, utilizatorul controleaza in totalitate introducerea greutatii proprii a modelului. Mai intai, este turanta grinda "inima". Apoi este introdusa greutatea proprie cu valorea ei totala. In final, este turnata placa. In concluzie, "inima" grinzii este supusa greutatii proprii a intregii sectiuni inaintea turnarii placii compozite.

Situatia C (greutate proprie calculata automat)

Etapa	Actiune	Caz de incarcare atribuit etapei
1	Turnarea elementului liniar (faza 1 a sectiunii este introdusa in model)	Caz de incarcare permanenta de tip greutate proprie
2	Turnarea placii compozite (faza 2 a sectiunii este introdusa in model	Caz de incarcare permanenta de tip greutate proprie

In acest caz, greutatea proprie este introdusa in mod automat si pe parti. Mai intai, este turnata grinda "inima", fiind supusa in mod automat greutatii proprii corespunzatoare partii de sectiune finalizate. La turnarea placii compozite, este calculata si greutatea proprie a acesteia si adaugata greutatii proprii existente.

Concluzie

Exemplul de mai sus ilustreaza numeroasele variante ce pot fi abordate in analiza etapelor de constructie.

Nota: La combinarea modilelor **Etape de Constructie** si **ADT**, mai multe posibilitati devin disponibile. Ex: este posibila modelarea in cofraje (prin urmare, nici macar in situatia C, greutatea proprie nu este introdusa instantaneu), indepartarea cofrajelor la un anumit moment (si posibila introducere simultana a greutatii proprii), etc.

Pretensionare

Un caz de incarcare (tip permanent - pretensionare) poate fi specificat si atribuit etapei curente. Fiecare caz de incarcare "permanent – pretensionare" este atribuit in mod exvlusiv unei etape de constructie.

Gamma min Gamma max

Factori de incarcare **Gamma min Gamma max** sunt atasati cazurilor de incarcare permanenta de ambele tipuri – incarcare (γ_G) si pretensionare (γ_P). Factorii de incarcare $\gamma_{Gmin}(<=1)$, $\gamma_{Gmax}(>=1)$, $\gamma_{Pmin}(<=1)$, $\gamma_{Pmax}(>=1)$ sunt specificati (pentru fiecare caz de incarcare) in fiecare etapa de constructie. La selectarea unei incarcari variabile de lunga durata in caseta **Caz de incarcare permanent sau de lunga durata**, este necesara doar introducerea factorului γ_{Qmax} ,

deoareace γ_{Qmin} este luat in mod automat zero (la indepartarea incarcarii variabile). In acelasi timp, apare si factorul aditional ψ <1. Factorul ψ indica partea de lunga durata a incarcarii. Daca intr-o etapa de constructie se aplica un caz de incarcare permanent, pretensiune sau variabil, acesta nu mai poate fi aplicat din nou deoarece configuratia structurii ar putea fi modificata in urmatoarele etape de constructie, determinand astfel un rezultat diferit.

De fapt, in calculul ADT nu se aplica factori de incarcare. De aceea, rezultatele cazurilor de incarcare corespunzatoare curgerilor lente care sunt generate in ADT nu vor contine facori de incarcare (adica vor fi egali cu 1). Dupa efectuarea calculului, combinatiile SLS si ULS sunt generate automat. Pentru combinatiile ULS toti factorii de incarcare permanenta γ_G , pretensionare γ_{P_1} , incarcare semi permanta γ_Q si curgere lenta γ_C sunt aplicati utilizand atat valoarea maxima (>=1) cat si cea minima (<=1).

Toate combinatiile existente in coduri (pentru EC2 permanenta, accidentala, seismica, rara, frecventa, semi permanenta) trebuie definite manual ca si "combinatii infasuratoare". In etapele de serviciu, pot fi aplicate doua tipuri de incarcari variabile: caz de incarcare pe termen scurt si caz de incarcare pe termen lung (semi permanenta). Aceasta clasificare nu are nici o legatura cu tipurile de incarcare specificate in alte parti ale SCIA ENGINEER. Astfel, cazul de incarcare variabila de lunga durata este identificat doar prin specificarea partii de lunga durata a incarcarii (utilizand coeficientul $0 \le \psi \le 1$). Partea de lunga durata este utilizata in analiza curgerilor lente pentru ADT. Incarcarea semi permanenta este aplicata impreuna cu celelalte incarcari in etapa de exploatare indicata. Dupa aplicarea cazului de incarcare pe termen lung, acesta nu mai poate fi aplicat din nou datorita partii semipermanente (ψ) care va fi aplicata in ADT si va cauza curgeri lente aditionale ale betonului. Partea semi permanenta a incarcarii (ψ) ramane pe structura pana la sfarsitul perioadei de exploatare a acesteia. Rezultatele cazurilor de incarcare de termen lung sunt si ele calculate si aplicate (cu valoare zero sau totala) in toate combinatiile generate pentru etapa de constructie curenta si pentru urmatoarele. Se presupune ca partea semi permanenta a incarcarii variabile poate fi indepartata din structura (sau poate fi aplicata incarcarea variabila cu valoarea ei totala) pentru o perioada scurta (fara nici o influenta asupra curgerilor lente). Cazurile de incarcare pe termen lung nu pot fi aplicate in etapele de constructie (doar in etapele de exploatare).

Cazuri de incarcare variabila

Incarcarile variabile (instantanee si de scurta durata) pot fi adaugate in etapa curenta. Este posibila adaugarea unor cazuri de incarcare variabila definite in avans. Incarcarea definita in aceasta fereastra este considerata incarcare temporara si nu este utilizata in analiza ADT. Dupa aplicarea unui caz de incarcare variabila intr-o etapa de constructie, acesta trebuie copiat intr-un caz de incarcare nou inaintea utilizarii lui intr-o etapa. Rezultatele aceleiasi incarcari pot fi diferite pentru diferite etape de constructie, datorita modificarilor suferite de structura. Incepand cu prima etapa de exploatare, cazul de incarcare de scurta durata poate fi aplicat in mod repetat deoarece structura nu se mai modifica si rezultatele sunt identice pentru toate etapele de exploatare. Cazurile de incarcare de scurta durata sunt calculate in SCIA ENGINEER fara influente din partea imbatranirii betonului si considerandu-se toate materialele ca avand varsta de 28 de zile.

Definirea modificarilor pentru schema structurala

Inaintea introducerii etapelor de constructie, este necesara definirea tuturor elementelor structurale, a toroanelor, conditiilor la limita si cazurilor de incarcare care sunt importante pentru structura. Parcurgand modul real de constructie a structurii, toate elementele vor fi introduse treptat in cadrul structurii. La stergerea unui element sau modificarea unei conditii, fortele interne corespunzatoare sunt adaugate in mod automat incarcarii la care este supusa structura. In fiecare etapa de constructie, puteti:

- Adauga un element nou in schema structurala,
- Elimina un element existent din schema structurala,
- Adauga un reazem nou in schema structurala
- Elimina un reazem existent din schema structurala.

Toate aceset actiuni pot fi efectuate in serviciul Etape de Constructie.

Procedura de adaugare a unui element

- 1. Deschideti serviciul Etape de Constructie.
- 2. Selectati (sau definiti) etapa de constructie corespunzatoare (in partea inferioara a ferestrei)
- 3. Initializati functia Elemente > Adaugare element.
- 4. Selectati elementele definite care vor fi adaugate in etapa de constructie curenta.
- 5. Finalizati functia si inchideti serviciul.

Procedura de indepartare a unui element

- 6. Deschideti serviciul Etape de Constructie.
- 7. Selectati (sau definiti) etapa de constructie corespunzatoare (in partea inferioara a ferestrei).
- 8. Initializati functia **Elemente > Eliminare element**.
- 9. Selectati elementele definite care vor fi indepartate in etapa de constructie curenta.
- 10. Finalizati functia si inchideti serviciul.

Procedura de adaugare a unui reazem

- 1. Deschideti serviciul Etape de Constructie.
- 2. Selectati (sau definiti) etapa de constructie corespunzatoare (in partea inferioara a ferestrei).
- 3. Initializati functia Reazeme > Adaugare reazem.
- 4. Selectati reazemele definite care vor fi adaugate in etapa de constructie curenta.
- 5. Finalizati functia si inchideti serviciul.

Procedura de indepartare a unui reazem

- 1. Deschideti serviciul Etape de Constructie.
- 2. Selectati (sau definiti) etapa de constructie corespunzatoare (in partea inferioara a ferestrei).
- 3. Initializati functia Reazeme > Eliminare reazem.
- 4. Selectati reazemele definite care vor fi indepartate in etapa de constructie curenta.
- 5. Finalizati functia si inchideti serviciul.

Stergerea tuturor datelor

Este posibila stergera completa a structurii definite in etapa de constructie curenta. Utilizati functia **Stergerea datelor de intrare ale etapelor** din serviciul **Etape de Constructie**.

Sectiuni compozite

Acest capitol este legat de analiza etapelor de constructie si analiza dependenta de timp. Modulele **Etape de constructie** si **ADT** pot utiliza toate tipurile de sectiuni transversale din baza de date SCIA. Pentru aceste module s-a introdus o noua proprietate denumita "sectiuni compozite". Sectiunile compozite sunt alcatuite din doua sau mai multe parti, fiecare construita din alt material. Acestea permit modelarea structurilor compozite. Sectiunea este construita pas cu pas incepand cu faza 1. Fiecare faza este modelata prin elemente finite separate, excentrice pe directia longitudinala. Astfel, redistribuirea eforturilor intre doua faze diferite ale sectiunii va aparea in ADT datorita curgerilor lente si contractiilor betonului. Daca o faza este alcatuita din mai multe parti separate (din acelasi material sau materiale diferite), pentru aceasta faza va fi generat doar un singur element finit intre doua noduri ale retelei FEM. Caracteristicile sectionale ale partilor individuale vor fi transformate intr-un singur material. Elementul finit generat va avea caracteristicele sectiunii transformate. Din acest motiv, nu se poate realiza o redistribuire a eforturilor intre partile individuale ale aceleiasi parti.

Sectiunile compozite pot fi create ca **Sectiuni generale**. Sectiunea generala poate fi definita printr-un poligon sau prin conversia altor tipuri de sectiunii din baza de date. Exista si cateva sectiuni predefinite de pod care pot fi definite ca sectiuni compozite. In acest moment, doar doua faze pot fi definite pentru fiecare sectiune.

Informatii detaliate legate de sectiunile generale exista in capitolul **Sectiuni transversale > Sectiuni generale**. Limitarea din SCIA consta in posibilitatea definirii unei sectiuni compozite pentru un singur element liniar! Astfel, nu este posibila utilizarea acestui tip de sectiuni pentru un element liniar oarecare (alcatuit din mai multe segmente de sectiuni transversale diferite). Trebuie indeplinita o conditie importanta la crearea unei sectiuni compozite. Aceasta este evidenta din imaginea de mai jos:



Exemplu de sectiune compozita

Urmatoarea imagine reprezinta o placa cu centrul gol [faza 1] (400 mm inaltime) cu un finisaj de 50 mm [faza 2].



Caracteristici sectionale ale sectiunilor transverale

Este recomandata utilizarea analizei FEM pentru calculul caracteristicilor sectionale pentru o sectiune compozita. Aceasta operatiune se realizeaza in fereastra de editare a sectiunilor prin bifarea optiunii **Analiza FEM**. La selectarea acestei optiuni, programul calculeaza caracteristicile sectionale printr-o metoda speciala.

Rezultatul analizei este afisat intr-o fereastra separata.



Este posibila vizualizarea unor rezultate si selectarea unei metode de determinare a parametrilor de forfecare: Ay/A si Az/A (vedeti nota de mai jos).

Mota: Utilizatorul trebuie sa selecteze manual valoarea corecta a parametrilor de forfecare.

Definirea introducerii unei etape noi a sectiunii transversale

Capitolul Definirea modificarilor pentru schema structurala descrie metoda de introducere a unui element nou sau a unui reazem nou intr-o anumita etapa de constructie. Acest capitol trateaza introducerea unei parti noi pentru o sectiune compozita.

Procedura de introducere a unei faze noi

- 1. Selectati elementul liniar care contine sectiunea compozita.
- 2. Ferastra de proprietati afiseaza proprietatile elementului liniar.
- 3. Una dintre grupele de proprietati se numeste Etape de constructie.
- 4. Utilizati optiunea **Adaugare** pentru definirea etapei in care este introdusa partea de baza a sectiunii (faza 1).
- 5. Utilizati optiunea **Monolitizare** pentru definirea etapei in care va fi introdusa a doua parte a sectiunii (faza 2).

Efectuarea calculului

Atat Analiza Dependenta de Timp cat si Etapele de Constructie se ruleaza in acelasi mod.

Procedura de rulare a AEC / ADT

- 1. Initializati functia Calcul/Retea > Calcul.
- 2. Selectati Analiza etape de constructie.

3. Apasati [OK] pentru initializarea calculului.

Nota: La initializarea Analizei Dependente de Timp, programul va poate anunta ca unii parametri de calcul sau retea trebuie ajustati pentru a indeplini conditiile analizei. Fie puteti selecta setarea automata si continua calculul, fie puteti anula calculul si efectua manual modificarile necesare conform capitolelor Optiuni retea si Editare calcul .

Rezultatele analizei bazate pe etape de constructie

Dupa efectuarea analizei bazate pe etapele de constructie, pot fi consultate rezultatele. In general, exista doua tipuri de grupe de rezultate.

Rezultate pentru cazuri de incarcare	La atribuirea unui caz da incarcare pentru fiecare etapa de constructie (caz de incarcare exclusiv pentru acea etapa de constructie), rezultatele pentru clasele de incarcare ilustreaza contributia fiecarei etape de constructie la distributia generala a unei anumite cantitati.
Rezultate pentru clase de incarcare	Programul genereaza in mod automat clase rezultante in timpul analizei. Sunt generate doua clase rezultante pentru fiecare etapa: clasa ULS si clasa SLS (clasa ULS ia in considerare factorii gamma iar clasa SLS ii considera egali cu (1)). Clasele sunt numerotate de la 1 pana la numarul ultimei etape analizate. Rezultatele pentru fiecare etapa reprezinta starea generala a structurii dupa o anumita etapa de constructie.

Etape de constructie neliniare

Etape de constructie neliniare

Analiza Etapelor de Constructie poate fi rulata si ca analiza neliniara. Toate explicatiile prezentate pentru Anliza Liniara a Etapelor de Constructie sunt valabila si pentru cazul neliniar, existand doar cateva mici diferente.

Proiect

In Project > Activare module trebuie selectate optiunile Neliniaritate si Ordinul II – neliniaritate geometrica.

Imbinare tangenta sau paralela

Fereastra de optiuni pentru etapele de constructie ofera mai multi parametri.

Imbinare element	Acest parametru defineste configuratia geometrica utilizata pentru imbinarea unui element nou intr-o noua etapa de constructie.	
	tangent : noul element este atasat in directia tangentei la linia de deformare a elementului "vechi"	
	paralel : Noul element este atasat la capatul elementului "vechi" in directia paralela elementului nou intr-o structura nedeformata.	

Imaginea demonsteaza cele doua optiuni. Partea stanga a imaginii ilustreaza optiunea **tangent**, iar cea dreapta optiunea **paralel.**



ADT – Analiza Dependenta de Timp

Nu este posibila efectuarea analizei dependente de timp in combinatie analiza neliniara a etapelor de constructie.

Efectuarea calculului

Procedura de efectuare a calculului

- 1. Initializati functia **Calcul, retea > Calcul**.
- 2. Selectati Analiza neliniara etapa de constructie.
- 3. Apasati [OK] pentru efectuarea calculului.

Etape de constructie liniare sau neliniare

Diferenta intre Etapele de Constructie liniare si neliniare

Etape de constructie liniare



Etapele de constructie liniare au fost create pentru calcul structurilor pretensionate. Permit modelarea procesului de constructie a structurii. Chiar daca initial acest modul a fost proiectat pentru beton, poate fi utilizat pentru orice tip de material. Utilizatorul poate adauga si sterge reazeme, elemente liniare si toroane. Pentru fiecare etapa de constructie, coeficientii de siguranta pot fi setati pentru cazurile de incarcare permanenta sau variabila, inclusiv cazurile de incarcare pentru pretensionare, rezultand astfel o banda de eforturi

minime/maxime/forte/deformatii/reactiuni. In plus, utilizatorul poate modela sectiunile in timpul etapelor de constructie.



Modulul Etapelor de constructie liniare este bazat pe superpozitia cazurilor de incarcare. Astfel, utilizatorul poate verifica rezultatele prin adaugarea sau stergerea unor cazuri individuale.. **Nota**: Modulul Analiza Dependenta de Timp (TDA) nu functioneaza fara acest modul. Dezavantajul acestui modul este ca elementele 2D pot fi introduse dar nu si sterse din structura. Nu poate fi modificat nici modulul lui Young iar articulatiile nu pot fi nici introduse si nici sterse.

Etape de constructie neliniare

Etapele de constructie neliniare au fost create pentru analiza sistemelor de conducte. In principal, programul considera structura deformata din etapa anterioara in efectuarea calcului pentru etapa de constructie actuala. De aceea este utilizat termenul neliniar. Acest modul poate functiona in combinatie cu neliniaritatea fizica si geometrica si conditiile neliniare. Introducerea etapelor de constructie in cazul acestui modul urmeaza aceiasi pasi si utilizeaza aceleasi ferestre de dialog ca si in cazul etapelor de constructie liniara.



Acest modul are la baza Teoria de ordinul 2 a metodei Newton-Raphson si necesita o retea adecvata si incrementarea incarcarii. Genereaza combinatii neliniare, fiecare reprezentand o etapa de constructie. Coeficientii de siguranta sunt toti egali cu 1.0, nu exista o banda cu rezultate (min/max).



Dezavantajul acestui modul este ca nu functioneaza pentru elemente liniare 2D si TDA.
Introducere

Configurare ADT

Aceste valori trebuie setate pentru ADT.

Factori incarcare

gamma-curgere lenta min (<=1); gamma-curgere lenta max (>=1)	Acesti parametri, care sunt comuni pentru toate etapele de constructie si exploatare, pot fi setati pentru cazurile de incarcare generate pentru curgerea lenta. Totusi, nici un factor de incarcare nu este aplicat pentru calculele dependente de timp. Prin urmare, rezultatele cazurilor de incarcare pentru curgerea lenta care sunt generate de ADT nu vor avea nici un factor inclus (factor de incarcare = 1.0). Dupa efectuarea calculului, sunt generate atat combinatiile pentru analiza dependenta de timp cat si pentru etapele de constructie. Pentru combinatiile corespunzatoare etapelor de constructie, toti factorii (gamma min si gamma max) pentru incarcare utila, pretensionare, incarcare semi-permaneta si curgere lenta vor fi aplicati utilizand ambele valori: maxima si minima.
Generare fisier text de iesire	Daca aceasta caseta este bifata, va fi generat un fisier text temporar in directorul pentru datele de analiza si fisiere temporare.

Timp-Istorie

Numar subintervale	Numarul de subintervale de pe axa temporala detaliata. Subintervalele ce urmeaza primul subinterval sunt generate in scara logaritmica. Acest parametru are efect asupra solutiei pentru curgerea lenta a betonului. Axa temporala.
Umiditate ambientala	Umiditatea ambientala in procente.

Istorie element liniar

Fiecare element are propria istorie masurata pe axa timpului local, continand: momentul turnarii, finalul protejarii, etc. Toate datele introduse in fereastra de configurare sunt legate de axa temporala locala a elementului 1D. Originea axei locale temporale (momentul zero) reprezinta momentul in care rigiditatea este introdusa in matricea de rigiditate a structurii. Elementul respectiv va fi afisat cu o culoare speciala. Originea axei temporale locale va fi apoi localizata in cadrul timpului global pentru etapa de constructie curenta.

Momentul	Timpul turnarii betonului, masurat in zile. Este
turnarii	posibila introducerea unor valori negative. In acest
	caz, rigiditatea elementelor intre momentul turnarii si
	momentul local zero nu este inclusa in matricea
	globala de rigiditate. In acelasi timp, varsta
	elementelor de beton este corecta.

Timp de protejare	Timpul de protejare a betonului, masurat in zile. In cazul "sectiunilor compozite", este cazul protejarii betonului in prima faza.
Timp de protejare a partilor compozite ale sectiunii transversale.	Valabil doar pentru "sectiunile compozite". Este timpul de protejare a betonului in a doua faza, masurat in zile. Aceasta valoare reprezinta durata protejarii partilor compozite ale sectiunii – este legata de axa locala a partilor compozite.
Reazem liniar (cofraj)	Varsta betonului este respectata la calculul modulului de elasticitate. In primele etape corespunzatoare betonului proaspat, acesta trebuie sustinut in cofraje. Astfel, se poate defini reazemul liniar pentru elementul 1D.
Momentul eliberarii deplasarilor in directia X ,	X, Z sunt axele sistemului de coordonate general.
Momentul eliberarii deplasarilor in directia Z	

Procedura de modificare a parametrilor ADT

- 1. Deschideti serviciul Etape de Constructie.
- 2. Initializati functia Configurare.
- 3. Introduceti parametrii.
- 4. Confirmati cu [OK].
- 5. Inchideti fereastra.

Mota: Partea ADT a ferestrei de configurare este valabila doar daca modululul ADT este activ, adica daca este de tipul Cadru XZ.

Setari material

Aceste valori trebuie setate pentru analiza etapelor de constructie si ADT.

In cadrul modulelor ADT si Etape de Constructie pot fi utilizate materialele disponibile in baza de date SCIA ENGINEER. Numarul proprietatilor materialului pentru beton este mai mare si este introdusa si influenta imbatranirii. Sunt adaugate si date suplimentare legate de compozitia betonului, luandu-se in considerare curgerile lente si contractiile betonului. Este disponibila o noua metoda de a defini valorile masurate prin rezistenta la compresiune a betonului pentru betonul EC2.

La bifarea casetei Valori masurate din punct de vedere al rezistentei la compresiune (influenta imbatranirii betonului) (din fereastra de editare a materialului deschisa din Editorul Materialelor) devin accesibile noi casete de editare. Utilizatorul poate introduce valori masurate ale rezistentei medii ale betonului la compresiune pentru varstele t1 si t2 (t1<t2). Una dintre valori poate fi egala cu 28 zile. Aceasta proprietate poate fi utilizata pentru intarirea rapida a betonului sau in cazul efectuarii unor operatiuni suplimentare pentru accelerarea procesului de intarire a betonului (in industria prefabricatelor). Luand in considerare parametrii introdusi, pentru determinarea modului de elasticitate si a rezistentei sunt utilizate functiile modificate CEB FIP 1990 [2].

Unele date sunt dependente de normativ.

	Continut apa	Continutul de apa din beton.
C2		
	Tip ciment	Poate fi cu intarire incetinita, normala, rapida sau intarire rapida, rezistenta mare.

Editare retea

Aceste valori trebuie introduse pentru ADT.

- Distanta minima intre doua puncte $\ge 0.001 \text{ m}$
- Numarul de elemente pentru un element 1D trebuie sa fie ≥ 2 .
- Geometria elementelor finite reprezentand toroanele pretensionate este generata din geometria reala a toronului. Elementele finite vor alcatui un poligon a carui varfuri vor fi situate la distante egale cu valoarea introdusa in cadrul optiunii Marime medie cabluri, toroane, elemente sol. Dupa definirea geometriei elementului, reteaua este indesita conform optiunii Numarul de elemente pentru un element 1D, fara nici o influenta din partea geometriei toronului. Astfel, optiunea Marime medie cabluri, toroane, elemente sol trebuie aleasa in functie de acuratetea necesara modelarii geometriei toronului.

• Generare de noduri sub forte concentrate pentru elemente liniare = activa.

Pentru o solutie cat mai corecta, se recomanda:

• Lungime minima element liniar = 0.05 m.

Procedura de editare a retelei

- 1. Initializati functia **Setari >Retea**.
- 2. Setati parametrii.
- 3. Confirmati cu [OK].

Setari calcul

Aceste valori trebuie setate pentru ADT.

• **Numarul de sectiuni pentru un element mediu** = 1 (rezultate detaliate pentru fortele interne in sectiunile intermediare se obtin prin rafinarea retelei).

Procedura de setare a parametrilor de calcul

- 1. Initializati functia **Setari > Calcul**.
- 2. Setati parametrii.
- 3. Confirmati cu [OK].

Istorie elemente liniare

Fiecare element liniar are propria istorie masurata pe axa temporala locala, continand: momentul turnarii, finalul protejarii, etc.Toate datele din aceasta fereastra sunt legate de axa temporala locala a elementului liniar considerat. Originea axei temporale locale (momentul zero) este considerata ca momentul in care rigiditatea este introdusa in matricea de rigiditate a intregii structurii ("nasterea elementului liniar"). Elementul liniar va deveni galben in fereastra grafica principala. Originea axei temporale locale este apoi localizata in cadrului timpului global al etapei curente de constructie.

Momentul turnarii	Timpul de turnare a betonului masurat in zile. Este
turnam	caz, rigiditatea elementului intre momentul turnarii si
	momentul local zero nu este inclusa in matricea

CSN

	globala de rigiditate. In acelasi timp, varsta elementelor de beton este corecta.
Momentul finalizarii protejarii	Timpul masurat in zile pana la finalizarea protejarii betonului. Betonul nu se contracta in timpul protejarii.
	In cazul sectiunilor compozite, este timpul de protejare a betonului in faza 1, masurat in zile.
Timp de protejarea partilor compozite ale sectiunii	Important doar in cazul sectiunilor compozite. Este timpul de protejare a betonului in cea de a doua faza, masurat in zile. Aceasta valoare reprezinta durata de protejare a partilor compozite ale sectiunii – are legatura cu axa temporala locala a partii compozite.
Reazem liniar (cofraj)	Varsta betonului este respectata la calculul modului de elsticitate. In primele etape, betonul trebuie sustinut de cofraje. Se poate astfel defini un rezem liniar pentru un element liniar.
Momentul instalarii cofrajului	(informativ) Momentul este egal cu momentul turnarii.
Momentul eliberarii deplasarilor pe directia X,	Evident. X, Z sunt axele sistemului global de coordonate.
Momentul eliberarii deplasarilor pe directia Z	
Momentul eliberarii rotatiilor	(informativa) Momentul este egal cu cea mai mare dintre valorile precedente.

Procedura de introducere a istoriei locale a unui element liniar

- 1. Deschideti serviciul Etape de constructie.
- 2. Initializati functia Istorie locala.
- 3. Introduceti parametrii.
- 4. Confirmati cu [OK].
- 5. Selectati elementul liniar caruia ii va fi atribuita istoria definita.
- 6. Finalizati functia.

Elementele pentru care s-a definit istoria locala sunt marcate cu simbolul LBH.



Nota: La adaugarea unui element liniar cu ajutorul Etapelor de constructie, aceasta apare fizic in model si este adaugata in matricea de rigiditate. **Istoria locala a elementelor liniare** poate specifica daca elementul este turnat de cateva zile si betonul este partial sau total intarit.

Axa timp

Timpul este o variabila noua in ADT. Mai intai, utilizatorul defineste timpul global ca parametru pentru fiecare etapa de constructie. Acest timp este atribuit etapei curente de constructie. Sunt generate noduri temporale aditionale pentru ADT. Astfel, numarul nodurilor temporale este mai mare decat numarul etapelor. Nodurile aditionale necesare unei analize corecte a curgerilor lente pot fi generate in fereastra **Editare axa timp**. In fereastra **Editare axa timp**, este utilizata scara logaritmica.

Mai intai, utilizatorul introduce timpul global pentru prima etapa de constructie, reprezentand primul nod temporal pe una dintre "Axele temporale ale etapelor de constructie". Presupunand timpul local de turnare pentru primul macro -3 zile, este recomandata introducerea timpului primei etape +3 zile (dar nu obligatoriu). In caz afirmativ, timpul primei etape de constructie masurat pe axa globala va fi +3 zile si dupa efectuarea corespondentei intre axa locala si cea globala. Originea axei temporale este mutata in mometul turnarii primului element! Mai departe, este necesara "unificarea axei temporale locale" (axa temporala a etapelor+ axa temporala locala): $t_0, t_1, t_2, ..., t_i, t_j, ..., t_n$, si generarea nodurilor temporale locale t_{i+k} , k=1,2, ... pana la $t_{i+k} < t_j$ (pentru corectitudinea analizei curgerilor lente). Este efectuata automat.

Fereastra de editarea a axei temporale

Fereastra Editare axa timp contine trei parti:

- Fereastra grafica,
- Fereastra de proprietati,
- Fereastra de introducere a datelor.

Fereastra grafica (din fereastra Editare axa timp)

Fereastra grafica prezinta toate informatiile legate de axa temporala:

- Numar de subintervale,
- Numar nod etapa,
- Axa temporala a etapelor de constructie,
- Unificarea axei temporale locale,
- Axa temporala detaliata,
- Numar sub-intervale.

Fereastra grafica contine toate proprietatile standard ale ferestrelor grafice ESA PT:

- Meniu pop-up cu functii zoom, tiparire si de export,
- [Ctrl] + [Shift] + click dreapta si miscarea mouseului pentru marirea sau micsorarea desenului,
- [Shift] + click dreapta si miscarea mouseului pentru mutarea desenului.
- Pentru mai multe informatii, textul informativ din acest capitol si procedura de la finalul lui.

Fereastra de proprietati (a ferestrei Editare axa timp)

Aceasta fereastra permite afisarea sau ascunderea informatiilor din fereastra grafica. Este posibila si modificarea culorilor diagramelor si setarea scarii pentru texte si imagini. Cititi si procedura de la finalul acestui capitol.

Fereastra de introducere a datelor (a ferestrei Editare axa timp)

Aici poate fi introdus numarul de subintervale pentru un interval selectat.

Procedura de editare a axei temporale (modificarea numarului de subintervale)

- 1. Deschideti serviciul Etape de constructie.
- 2. Initializati functia Axa temporala.
- 3. Se va deschide fereastra Editare axa timp.
- 4. Puteti:
- a. Verifica datele introduse: pentru afisarea sau ascunderea unei axei, bifati caseta corespunzatoare. Pentru modificarea culorii, apasati in caseta pentru culori din fereastra de proprietati; un "buton cu trei puncte" va deveni activ; apasati-l si selectati culoarea.
- b. **Modifica numarul de subintervale**: pe axa **Numar subintervale** selectati intervalul pe care doriti sa il editati. Caseta de introducere din coltul din dreapta jos devine accesibila si afiseaza numarul curent de subintervale definite pentru intervalul selectat. Puteti modifica acest numar.

5. La final, inchideti fereastra.

Nota: Pentru prima analiza a modelului este indicata utilizarea unui numar mic de subintervale. Acuratetea nu este perfecta, dar calculul este rapid si recalcularile nu necesita prea mult timp. Dupa obtinerea modelului dorit, este recomandata crestera numarul de subintervale pentru obtinerea unor rezultate cat mai exacte.

Analiza

Elemente finite

Metoda utilizata pentru analiza dependenta de timp se bazeaza pe procedura iterativa in care domeniul este impartit cu ajutorul nodurilor temporale. Analiza elementului finit este efectuata in fiecare nod. Pentru analiza curgerilor lente este aplicata Teoria imbatranii liniare viscoelastice. Sectiunea elementelor structurale este in general alcatuita din mai multe materiale, de exemplu: grinda de beton sau placi compozite, toroane pretensionate sau armaturi modelate prin elemente individuale. Astfel, axa centroidala a elementului va fi pozitionata intr-o excentricitate, legata de axa de referinta care conecteaza nodurile. De aceea se utilizeaza elementul finit cu doua noduri externe si unul intern. Nodul intern este situat in centrul elementului. Pentru indeplinirea conditiilor de compatibilitate a doua elemente excentrice fixate in noduri comune, deplasarile axiale si transversale sunt aproximate prin functii polinomiale de ordinul 2 si respectiv 3. Toate elementele cu excentricitati diferite, care conecteaza noduri identice, creeaza substructura. Este utilizata condensarea statica a parametrilor nodurilor interne, fiind astfel indeplinita conditia de compatibilitate.

Sectiunea elementului este constanta pe lungimea acestuia. Se presupune o distribuitie liniara a fortelor axiale si a momentelor incovoietoare si o distributie constanta a fortelor taietoare pe lungimea elementului. Prin urmare, este necesara o impartire detaliata a elementelor structurale sau finite.

Modelare pretensionare

Forta de pretensionare nu este constanta in timp si pe toata lungimea toronului. Trebuie considerata in diferite sectiuni si diferite etape de constructie corespunzatoare pierderilor la pretensionare. Unele pierderi sunt calculate in avans de catre "pre-procesor". Acestea sunt pierderi de scurta durata si sunt notate cu "**A**" (in "a"vans), vedeti mai jos. Deoarece toroanele (sau grupele de toroane) sunt modelate ca elemente individuale excentrice, calculul altor pierderi va fi inclus in "m"etoda (marcata "**M**") pentru analiza structurala insasi. ADT calculeaza automat acest tip de pierderi si le afiseaza in **Rezultate > Eforturi toroane**.

Pierderi in timpul tensionarii (inaintea sau in timpul pretensionarii):

- Pierderi datorate ancorajului, A
- Pierderi datorate pretensionarii secventiale (cauzate de deformarile elastice ale betonului),
 M
- Pierderi datorate deformarilor patului de pretensionare, A
- Pierderi datorate deformarii elastice a imbinarilor structurilor pretensionate secvential, **M** (daca imbinarile sunt incluse in modelul structural)
- Pierderi datorate relaxarii otelului, A
- Pierderi cauzate de diferentele de temperatura intre pretensionarea otelului si patul de pretensionare, **A**

Nota: Consultati capitolul Pierderi pe termen scurt pentru procedura de calcul si afisare a pierderilor.

Pierderi dupa transferul pretensionarii (pierderi pe termen lung):

- Pierderi datorate relaxarii otelului, M
- Pierderi datorate contractiilor betonului, M

• Pierderi datorate curgerilor lente, M

Note: Consultati capitolul Eforturi toroane pentru procedura de calcul si afisare a acestor pierderi.

Pierderi in exploatare:

• Pierderile (modificari ale pretensionarii) cauzate de incarcarea permanenta, **M** (calculate in ESA.PT)

Axa temporala locala pentru elementele pretensionate include doua noduri. Momentul pretensionarii este identic cu momentul etapei. Un nod temporal aditional este generat ca moment al ancorarii (introducerea elementelor pretensionate in matricea de rigiditate). Cresterile temporale pana la ancorare sunt virtuale. Scopul introducerii lor consta in sesizarea diferentei dintre momentul aplicarii incarcarii echivalente si momentul introducerii elementelor pretensionate in matricea de rigiditate. Aceste noduri temporale sunt identice pentru toroane pretensionate si nu au legatura informatiile temporale necesare pentru calculul pierderilor. Alungirea echivalenta relaxarii ce va fi transmisa pe termen lung este aplicata in mai multe noduri temporale ce urmeaza momentul ancorarii. Cresterile fortelor interne si a deformatiilor cauzate de relaxare sunt adaugate rezultatelor cazurilor de incarcare permanenta ale etapelor de constructie sau exploatare sau unor cazuri de incarcare "goale" generate automat pentru efectele curgerilor lente si a contractiilor. Efectele curgerilor lente, contractiilor si relaxarii sunt combinate (nu pot fi separate deoarece interactioneaza si in realitate).

Strategie solutie

Curgerile lente si contractiile elementelor structurale sunt determinate cu ajutorul proprietatilor mediate ale sectiunii transversale, caonsiderandu-se umiditatea medie relativa si dimensiunea elementului. Efectele curgerilor lente, contractiilor si imbatranirii pot fi luate in considerare conform normativelor EC2, CSN 73 1201 si CSN 73 6207. Metoda utilizata pentru analiza curgerilor lente nu necesita iterari intr-un singur pas si nu limiteaza tipul functiei de curgere lenta. Se bazeaza pe presupunerea unei liniaritati intre eforturi si alungiri pentru a permite aplicarea principiului superpozitiei. Este luata in considerare si evolutia modulului de elasticitate datorata imbatranirii betonului.

Metoda utilizata pentru analiza dependenta de timp se bazeaza pe o procedura iterativa in care domeniul este impartit cu ajutorul nodurilor temporale discrete t_i (i = 1, 2, ..., n) in intervale de timp. Solutia in nodul temporal *i* este urmatoarea:

- 1. Sunt calculate cresterile alungirilor, curburilor si eforturilor la forfecare cauzate de curgerile lente in intervalul *<ti-1,ti>*. Sunt calculate si alungirile corespunzatoare determinate de contractii.
- 2. Vectorul incarcare *dFp* este constituit ca echivalent al efectelor alungirilor generalizate calculate in pasul 1.
- 3. Matricile de rigiditate *K* ale elementelor sunt calculate pentru momentul *ti* si este constituita matricea de rigiditate *Kg* a intregii structuri.
- 4. Este analizat sistemul de ecuatii $Kgd\Delta g = dFp$. Vectorul cresterilor deplasarilor din noduri $d\Delta g$ este adaugat vectorului deplasarilor totale Δg .
- 5. Elementele sunt analizate in sistemul central de coordonate (sistemul in care axa x este creata prin centrele de greutate ale sectiunilor elementului). Cresterile fortelor interne si ale alungirilor elastice sunt calculate din cresterea deplasarii nodurilor.
- 6. Sunt introduse modificarile configuratiei structurale survenite in nodul temporal ti.
- 7. Sunt calculate cresterile alungirilor generalizate pentru elementele pretensionate (sau incarcate prin modificari ale temperaturii) in nodul temporal *ti*. Pierderile datorate deformarii structurii sunt incluse automat in cresterile fortelor interne.
- Vectorul incarcare *dFz* este alcatuit ca echivalent al efectelor deformarilor generalizate calculate in pasul 7. Incrementarile altor tipuri de incarcari permanente aplicate in nodul temporal *t_i* sunt adaugate vectorului *dFz*.
- 9. Este analizat sistemul de ecuatii $Kgd\Delta g = dFz$. Vectorul cresterilor deplasarilor din noduri $d\Delta g$ este adaugat vectorului deplasarilor totale din noduri Δg .
- 10. Modificarile fortelor interne si ale deformarilor elastice sunt calculate cu ajutorul cresterilor deplasarilor nodurilor.

- 11. Cresterile fortelor interne calculate in pasii 5 si 10 sunt adaugate fortelor interne. Cresterile deformarilor elastice calculate in pasii 5 si 10 sunt adunate si salvate in cadrul istoriei defomatiilor elastice ca modificari in nodul temporal *ti*.
- 12. Continuati cu primul pas al nodului temporal *i*+1.

Efectuarea calculului

Atat Analiza Dependenta de Timp cat si Etapele de Constructie se ruleaza in acelasi mod.

Procedura de rulare a AEC / ADT

- 1. Initializati functia Calcul/Retea > Calcul.
- 2. Selectati Analiza etape de constructie.
- 3. Apasati [OK] pentru initializarea calculului.
 - Nota: La initializarea Analizei Dependente de Timp, programul va poate anunta ca unii parametri de calcul sau retea trebuie ajustati pentru a indeplini conditiile analizei. Fie puteti selecta setarea automata si continua calculul, fie puteti anula calculul si efectua manual modificarile necesare conform capitolelor Optiuni retea si Editare calcul.

Incarcari mobile in ADT

Rezultatele din modulul ADT pot fi combinate cu rezultatele din modulul Incarcari mobile. Chiar daca acest modul este descris separat, vom prezenta pe scurt procedura de introducere. 1. Definire structura cu reazeme, sectiuni transversale, toroane, toate etapele de constructie si cel putin un caz de incarcare.

- 2. Activare modul Incarcari mobile .
- 3. Definire sistem de incarcare din Biblioteci > Incarcari > Sisteme de incarcari mobile.
- 4. Specificati convoiul de forte si, daca este necesar, modificati incarcarea unitara atribuita.

In pasul urmator puteti selecta una dintre cele doua posibile metode de evaluare a incarcarii mobile.

a) Calcularea infasuratoarelor pentru fortele interne rezultate din sistemul de incarcari mobile pozitionat in sectiunea critica:

5.a. Din modulul Incarcari mobile > Setare cazuri de incarcare definiti regula pentru generarea infasuratorilor. Trebuie sa specificati incarcarea unitara si sistemul de incarcare, numele pentru cazul de incarcare generat si selectati componentele pentru care infasuratorile ar trebui generate. Parametri care nu sunt necesari pot fi debifati.

6.a. Rulati analiza liniara pentru obtinerea rezultatelor din infasuratorile realizate anterior.
"Infasuratoarea" cazului de incarcare generata poate fi inclusa in combinatiile definite.
7.a. Infasuratorile valorilor extreme ale fortelor interne (momente incovoietoare, forte taietoare, etc.) produse de convoiul de forte pot fi vizualizate in modulul Rezultate.

Nota: Rezultatele stocate in aceaste cazuri de incarcare dupa analiza liniara nu iau in considerare posibilile etape de constructie. Doar analiza ADT sau cea a etapelor de constructie va genera rezultatele corecte.

b) Calcularea valorilor extreme ale fortelor interne datorita convoiului de forte pozitionat in sectiunile predefinite:

5.b. Incarcari mobile > Analiza detaliata – va utiliza liniile de influenta pentru tipul de rezultat selectat, adica generarea unor noi cazuri de incarcare pentru sectiunile specificate si pentru sistemul de incarcare selectat, convoi de forte si forte interne (poate fi vizualizata incarcarea generata in fiecare caz de incarcare).

6.b. Se pot defini noi combinatii cu cazuri de incarcare generate. Apoi trebuie rulata analiza ADT (obtinerea de rezultate din cazurile de incarcare).

7.b. Distributia extremelor fortelor interne (momente incovoietoare, forte taietoare, etc.) produse de convoiul de forte pozitionat in sectiunea selectata poate fi vizualizata in modulul Rezultate.

a) + b) Inserarea in etapele de constructie si rularea analizei ADT:

 8. Cazurile de incarcare generate pot fi adaugate in etapa de constructie corespunzatoare in editorul de etape de constructie utilizand butonul Incarcari variabile.
 9. Rulati analiza ADT.

10. In dialogul Cazuri de incarcare, combinatii > Combinatiile noi "combinatii utilizator" ce contin ambele cazuri de incarcare "ADT" si "mobile" pot fi adaugate. Executarea analizei combinatiilor este suficienta pentru actualizarea noilor combinatii introduse.

Nota importanta:

1. Cand infasuratorile fortelor interne datorita sistemului de incarcare mobila pozitionat in sectiunea critica sunt calculate, toroanele pozitionate in structura nu sunt luate in considerare (in matricea de rigiditate) in timpul analizei si, astfel, rezultantele totale nu au nici o semnificatie in evaluarea rezultatelor. Rezultatele calculate sunt, de fapt, rezultantele totale. In consecinta, optiunea "rezultanta totala " este deja bifata si dezactivata pentru astfel de combinatii. Ca rezultat, nu sunt modificari de pretensionare in toroane datorita incarcarii variabile (Lmin, Lmax = 0).

2. Calcularea valorilor extreme a fortelor interne datorita convoiului de forte pozitionat anticipat in sectiunile specificate iau in considerare toroanele localizate in structura si, astfel, rezultantele totale sunt corecte (cazuri de incarcare particulare sunt generate). Ca rezultat, modificarea pretensionarii datorita incarcarii variabile este reflectata in toroane.

Modelling of precast segmental cantilever construction method

Metoda precisa de egalizare - prefabricat

Modelarea metodei de "egalizare precisa" intr-o constructie cu segmente prefabricate este foarte simpla. Sa presupunem ca segmentele sunt turnate cu 60 de zile inainte de a fi instalate. Ciclul de asamblare sa fie de 5 zile. Inseamna ca un element prefabricat va fi instalat la fiecare 5 zile. Pasii individuali sunt afisati in culoare in Fig 8 unde este reprezentata doar o consola. Orarul constructiei segmentale (introducerea segmentului in structura matricii de rigiditate) pentru segmente individuale poate fi vizualizat in Tabel 1. Originea punctului cel mai apropiat din Fig. 8e este legata de introducerea lui in structura matricii de rigiditate si nu de turnarea in sine.



Fig. 8 "Precise levelling" precast segmental cantilever construction, construction stages

segment	segment	t casting	curing of segment		segment stiffness for		prestressing and
no.			concrete		matrix of stiffness		load
	local time	global	local time global		local time	global	global time
		time		time		time	[days]
1	-60	-60	-55	-55	0	0	0
2	-60	-55	-55	-50	0	5	5
3	-60	-50	-55	-45	0	10	10
4	-60	-45	-55	-40	0	15	15
5 (joint)	-5	15	0	20	0	20	20

Tab. 1 "Precise levelling" precast segmental cantilever construction, time schedule

Incarcarea permanenta a segmentelor si de asemenea, incarcarea echivalenta datorita pretensionarii segmentelor este definita in timpul instalarii segmentelor. Incarcarile impuse de posibila miscare a macaralei sau de dispozitivele de pretensionare pot fi introduse ca incarcari variabile in etapa de constructie data sau ca incarcari pe partea finalizata a structurii. Incarcarea permanenta a rostului de inchidere este, conform cu Tabel 1, aplicata dupa 20 de zile si nu in timpul turnarii, care este la 15 zile, cand aceasta incarcare actioneaza in realizate. Motivul este ca de fapt rostul din model nu exista intre zilele 15 si 20 de zile si astfel, nu este capabil sa transfere incarcare. Acelasi lucru se aplica pe alte ipoteze de constructie descrise mai jos. Deformatiile pe o jumatate din structura simetrica calculate dupa instalarea segmentului 4 realizat in 1000 zile dupa ce doua console au fost realizate monolit sunt date in Fig. 9. Curba de deformatie afiseaza pauze aparente ce nu sunt reale de fapt, dar acestea rezulta din faptul ca deformatia capatului liber a noului segment atasat al modelului este zero in timpul atasarii.



a) Deflection after installation of segment 4 monolithic

b) Deflection in 1000 days after getting

Fig. 9 "Precise levelling" precast segmental cantilever construction, cantilever deflection

Metoda tangenta - prefabricate

Aceasta metoda necesita ca deformatiile tuturor nodurilor elementelor finite sa fie corectate in timpul calcularii pentru a reflecta rotirea curenta a capatului consolei. Prin urmare, toate nodurile din consola trebuiesc din nou conectate cu ajutorul elementelor finite la inceputul constructiei. Acestea pot fi formate prin realizarea segmentelor. De aceea segmentele de la 1 la 4 sunt instalate la inceputul constructiei(timp global 0 (zero)), vedeti Fig. 10. Totusi, reiese din Tabel 2 ca incarcarea permanenta a segmentelor nu este introdusa simultan cu instalarea lor. Incarcarea permanenta este aplicata gradual in conformitate cu orarul de timp real al instalarii segmentelor. Prin urmare, functia pentru generarea automata a incarcarii permanente nu poate fi angajata, ceea ce nu este un dezavantaj semnificant considerand existenta grinzilor intersectate in strunctura reala.

a) Assembly of segment 1 (to 4) b) Origin of closing joint

Fig. 10 "Tangent" precast segmental cantilever construction, construction stages

segment	segment segment casting		curing of segment		segment stiffness for		prestressing and
no.			concrete		matrix of stiffness		load
	local time	global	local time global I		local time	global	global time
		time		time		time	[days]
1	-60	-60	-55	-55	0	0	0
2	-55	-55	-50	-50	0	0	5
3	-50	-50	-45	-45	0	0	10
4	-45	-45	-40	-40	0	0	15
5 (joint)	-5	15	0	20	0	20	20

Table. 2 "Tangent" precast segmental cantilever construction, time schedule

Fig. 11 afiseaza deformatia din structura simetrica calculata dupa ce segmentul 4 a fost tensionat in timpul celor 1000 de zile dupa ce rostul dintre ambele console au fost monolitizat. Curba de deformatie este din nou "lina" cu exceptia punctului in care consola este atasata rostului de inchidere. Deformatiile calculate intre capetele consolelor nu sunt reale. Valorile corecte pot fi obtinute (i) prin interpolarea valorile din capetele consolelor sau (ii) prin prevenirea generarii nodurilor elementelor finite dintre capetele consolelor la definirea parametrilor de retea. Punctele individuale din curba de deformatie de la capetele consolelor apar nu doar in model, ci si in structura reala.



monolithic

Fig. 11 "Tangent" precast segmental cantilever construction, cantilever deflections

Modelling of cast-in-place segmental cantilever construction method

Precise levelling method - cast-in-place

Also the modelling of "precise levelling" method in cast-in-place segmental cantilever construction method is quite simple. Let's assume that segments are always stresses 5 days after casting. To simplify the matter, let's assume that a five-day working cycle is used (transfer and rectification of casting carriage, casting, stressing). Individual construction stages are graphically identical to the "precise levelling" method for precast segmental cantilever construction and are shown in colour in Fig. 8. The time schedule of the step-by-step cast-inplace construction is presented in Table 3.

segment	segmen	t casting	curing of segment		segment stiffness for		prestressing and	
no.			cond	concrete		stiffness	load	
	local time	global	local time global I		local time	global	global time	
		time		time		time	[days]	
1	-5	-5	0	0	0	0	0	
2	-5	0	0	5	0	5	5	
3	-5	5	0	10	0	10	10	
4	-5	10	0	15	0	15	15	
5 (joint)	-5	15	0	20	0	20	20	

Tab. 3 "Precise levelling" cast-in-place segmental cantilever construction, time schedule

Dead load of segments is applied in the time of prestressing of the segments. Similarly to the dead load of closing joint, also the dead load of segments acts in fact in the time of casting. However, the appropriate segments do not yet exist in terms of stiffness in that time (neither in the model nor in the real structure) and are not capable of carrying any load. In the real structure, the load is transferred by the casting carriage to the previous segment as a point load. Considering the fact that a "young" concrete is subject to loads, the demand of an engineer to take account of "correct" time moments of dead load application is justified. This can be modelled by means of a set of point loads that will be input into the load case applied on the existing structure (the previous segment) in the time when a new segment is being cast. In the time of prestressing (and application of the dead load of the new segment) the set of point loads must be applied with the opposite sign in order to prevent doubling of the dead load. Also the load from the casting carriage can be additionally input to this set and in case of e.g. a bridge of a constant cross-section, both load sets (loading and unloading) can be moved along the structure together with the casting of a new segment. If also the effect of this load on creep of concrete should to be taken into account, the set of point loads must be defined in a permanent load case and not in a variable one.



a) Deflection after casting of segment 4 monolithic

b) Deflection in 1000 days after getting

Fig. 12 "Precise levelling" cast-in-place segmental cantilever construction, cantilever deflection

Once again, apparent breaks can be observed in deflection curves in Fig. 12. These breaks result from the fact that the deflection increments relate to the time of segment casting.

Tangent method – cast-in-place

Modelling of the "tangent" cast-in-place segmental cantilever construction is more difficult in terms of preparation of input data. All cantilever nodes must be again connected by means of finite elements at the beginning of construction. This time however, the nodes cannot be formed by segment elements because in the time of the first segment installation, other segments are not yet cast. Therefore, auxiliary elements must be defined and these must be installed at the very beginning of construction (global time 0 (zero)), see Fig. 13a. The cross-section is thus transformed to a general cross-section, an imaginary zero section-stage is defined that is formed by a steel element of minimal possible dimensions (in order not to affect the sectional stiffness). Considering a different time of casting (stage 1 of cross-sections), number of section types must be increased similarly to the project described in Fig. 13.



Fig. 13 "Tangent" cast-in-place segmental cantilever construction, construction stages

In the second construction stage, casting of segment 1 is modelled by the change of appropriate cross-section from stage 0 to stage 1, see Fig. 13b. Similarly to "precise levelling", the fresh concrete of the first segment cannot be subject to dead load for the same reason. Therefore, the dead load of the first segment is applied only in the time of prestressing of the first segment, see Table 4. Once again, a set of point loads can be used to model the real dead load. Subsequent construction stages can be seen in Fig. 13 and Table 14.

construction	segment	segme	ent casting	curing of segment		segment stiffness for		prestressing
stage	no.			concrete		matrix of stiffness		and load
	10000	local	global time	local time	global time	local time	global time	global time
		time						[days]
1	stage 0							
	segments			5			0	
	1, 2, 3, 4							
2	1		0,1				0,1	5
3	2		5				5	10
4	3	{	10				10	15
5	4		15				15	20
6	5 (joint)	-5	20	0	25	0	25	25

Tab. 4 "Tangent" cast-in-place segmental cantilever construction, time schedule

For better understanding, Fig. 14 shows the deflection of a half of the symmetrical structure calculated after segment 4 has been stressed in the time of 1000 days after the two cantilevers

have become monolithic in the joint. The deflection curve is again smooth except the break in the point of attachment of the cantilever to the closing joint.



a) Deflection after prestressing of segment 4 b) Deflection in 1000 days after getting monolithic

Fig. 14 "Tangent" cast-in-place segmental cantilever construction, cantilever deflections

Rezultate

Rezultate standard

La rularea Analizei Dependente de Timp, puteti afisa rezultatele standard din cazul unui calcul static liniar: deformari, forte interne, eforturi, reactiuni. Pentru mai mult einformatii, consultati capitolul Rezultate.

Eforturi toroane

Diagrame de rezultate

Nota: Principiile afisarii rezultatelor sunt descrise in capitolul Rezultate.

Procedura de afisare a eforturilor din toroane

- 1. Deschideti serviciul Rezultate.
- 2. Initializati functia Eforturi toroane.
- 3. Selectati incarcarea ce va fi afisata.
- 4. Setati stilul de afisare a rezultatelor.
- 5. Selectati sectiunile toronului pentru care vor fi afisate rezultatele.
- 6. Utilizati filtrul pentru a indica toroanlee care vor fi afisate.
- 7. Apasati butonul [Actualizare] pentru regenerarea desenului.
- 8. La final, inchideti serviciul Rezultate.

Filtrarea rezultatelor

Capacitatile de filtrare vor fi explicate prin intermediul unui exemplu simplu. Se considera un element liniar construit in doua etape: partea stanga in prima etapa (cazul de incarcare atribuit 1), partea dreapta in a doua etapa (cazul de incarcare atribuit 2).



Ambele parti sunt pretensionate si au definita o sectiune a toronului. Partea stanga contine 5 toroane, partea dreapta doar unul.



Deschideti serviciul **Rezultate** si initializati functia **Eforturi toroane**. Setati **Selectie** in **Standard** si nu selectati nici o sectiune a toronului. Deschideti fereastra **Toroane**; contine o singura optiune: **Tot prin selectie**. Selectati sectiunea toronului pentru partea stanga si deschideti din nou fereastra. Ofera **Tot prin selectie** primele toroane din prima parte.

Abandonati selectia, selectati partea dreapta si verificati caseta. Ofera **Tot prin selectie** plus toronul pentru a doua grinda.

Selectati embele sectiuni si deschideti caseta din nou. Ofera **Tot prin selectie**, plus cele 5 toroane din prima sectiune, plus toronul pentru a doua sectiune.

Astfel, puteti selecta doar un toron si puteti afisa rezultatele pentru acesta. Aceasta optiune este convenabila in cazul mai multor toroane pe o grinda. Comparati imaginile de mai jos. Prima afiseaza rezultatele pentru toate toroanele iar cea de a doua doar pentru un singur toron.



47

Mai departe, setati **Selectie** ca **Tot**. Selectati **Tot prin selectie** in fereastra **Toroane**. Setati **Incarcare** la **Cazuri de incarcare** si selectati **LC1**. Acest caz de incarcare este atribuit primei etape de constructie. La apasarea butonul **[Reactualizare]**, sunt afisate doar pentru partea stanga.



Similar, daca selectati LC2, sunt afisate doar pentru partea dreapta.



In final, setati **Selectine** ca **Tot** si mentineti **Tot prin selectie** in fereastra **Toroane**. Setati **Incarcare** in **Clase** si selectati **Clasa 1**. Aceasta clasa corespunde primului primei etape de constructie. Apasati butonul **[Actualizare]**; eforturile vor fi afisate in partea stanga.



Selectati Clasa 2, corespunzatoare etapei 2. Apasati butonul [Actualizare]; eforturile vor fi afisate in ambele parti.



Rezultate detaliate

Este posibila afisarea rezultatelor detaliate pentru o singura sectiune de toron

Procedura de afisare a rezultatelor detaliate

- 1. Deschideti serviciul Rezultate.
- 2. Initializati functia Eforturi toroane.
- 3. Apasati butonul [Detaliere].
- 4. Selectati o sectiune a toronului.
- 5. Se va deschide o fereastra cu rezultatele detaliate.

Previzualizare in fereastra de previzualizare

Rezultatele pot fi afisate in fereastra de previzualizare.

Procedura de apelare a previzualizarii

- 1. Deschideti serviciul Rezultate.
- 2. Initializati functia Eforturi toroane.
- 3. Selectia incarcarea care va fi afisata.
- 4. Setati stilul digramelor de rezultate.
- 5. Selectati sectiuena toronului pentru care vor fi afisate rezultatele.
- 6. Utilizati filtre pentru indicarea toroanelor care vor fi afisate.
- 7. Apasati butonul [Previzualizare] pentru a vedea tabelul de rezultate.

Abrevieri

STD	Efort dupa transfer.
LED	Pierderi datorate pretensionarii secventiale + pierderi cauzate de deformarea elastica a betonului.
LCS	Pierderi datorate curgerilor lente si contractiilor betonului + pierderi datorate relaxarii de lunga durata a otelului.
Lmin	Pierderile cauzate de incarcarea de exploattare (min).
Lmax	Pierderile cauzate de incarcarea de exploattare (max).
Efort Min.	Faza efort minim.
Efort Max.	Faza efort maxim.

Precomprimare

Beton armat pretensionat

Introducere in pretensionare

Modulul **Pretensionare** permite definirea geometriei, materialului si a altor proprietati ale toronului pretensionat. Toronul poate fi introdus in elemente liniare. Este posibila definirea unor toroane interne pretensionate.

Toroanele sunt definite cu ajutorul axelor, acestea fiind simetrice pe grinda si fiind necesara definirea unei singure jumatati. Introducerea se realizeaza in trei pasi:

- 1. Se defineste Dispunerea golurilor in beton.
- 2. Se introduce modelul de repartizare a toroanelor, adica se specifica golurile care vor fi "umplute" cu toroane.
- 3. Se introduce Toronul, adica forma toroanelor de a lungul grinzii (acest pas are anumite limitari care vor fi explicate ulterior).

Mota: Nu este posibil importul datelor de pretensionare din sistemele EPW.

Materiale toroane pretensionate

Baza de date a sistemului contine toate materialele pentru toroanele pretensionate existente in normativele EC2 Code, CSN 73 12 01 si CSN 73 62 07 (Cehia). Pentru instructiuni legate de selectia materialului si lucrul cu bazele de date, consultati capitolul Editor baze de date. Luand in considerare faptul ca proprietatile materialului pentru toroanele pretensionate depind de diametrul elementului ce va pretensionat, materialele sunt listate nu doar in functie de tip dar si de diametru. Parametrii sunt dependenti de normativ si tip.

Tabelul de relaxare este definit in baza de date a sistemului pentru fiecare material pretensionat. Butonul **Tabel de relaxare** afiseaza acest tabel. Pot fi afisate si diagrame pentru valorile relaxarii (la apasarea butonului **Grafic)**.

Utilizatorul poate edita valorile in tabelul de relaxare. In acest scop, este necesara bifarea optiunii **Relaxare definita de utilizator.** In acest moment, este posibila deschiderea ferestrei **Tabel relaxari** si modificare valorilor.

Proprietatile toroanelor pretensionate

Fereastra **Beton > Configurare** poate fi utilizata pentru definirea proprietatilor generale si a tipului tensionare.

Tip tensionare	Vedeti figura de mai jos.
Setare ancoraj	Ancorajul la capatul tensionat al toronului.
Efort initial	Indica efortul initial la capatul tensionat al toronului.
Eforturi in timpul corectiei	Defineste efortul la capatul tensionat al toronului. Relaxarea poate fi redusa prin mentinrea efortului constant. (corectia relaxarii).
Durata relaxarii pe termen scurt	Indica perioada de timp dintre corectia relaxarii si ancoraj.
Durata de aplicare a	Durata mentinerii constante a efortului in

efortului	timpul corectiei relaxarii.					
Lungime de transmisie	Lungimea legaturii dintre beton si toronul pretensionat.					
Lungime unitati pretensionate	Lungimea totala a cablurilor si firelor; (pentru beton pretensionat este egala cu lungimea patului de tensionare plus lungimea legaturilor; vedeti Fig. Element liniar pretensionat.					
Distanta intre sectiunile pentru iesire	Defineste sectiunile in care vor fi afisate sectiunile.					
Lungime efort	Evidenta					
Scurtarea stratului tensionat datorata tensionarii tuturor unitatilor pretensionate	Evidenta					
Coeficient de expansiune termica a straturilor tensionate	Evidenta					
Temperatura unitatilor pretensionate si a straturilor tensionate	Evidenta					
Temperatura unitatilor pretensionate la momentul imbinarii	Evidenta					
Temperatura straturilor tensionate la momentul imbinarii	Evidenta					

Element liniar pretensionat





Tipuri de elemente pretensionate

Codul ceh CSN 73 12 01:

- Cabluri prelucrate la rece PD, PP, PH, PV, PN, PNV
- Toroane LA, LB, LC, LD, LSA, LSB

Codul ceh CSN 73 62 07:

- Cabluri prelucrate la rece P
- Toroane Lp, Ls

EC2:

- Cabluri prelucrate la rece w
- Cabluri crestate w
- Toroane s
- Bare simple b
- Bare cu nervuri

Pierderi de scurta durata

Pierderile pe termen scurt pot fi calculate in avans, inaintea efectuarii calculului:

- Pierderi datorate ancorajului
- Pierderi datorate deformarilor
- Pierderi datorate relaxarii otelului
- Pierderi cauzate de diferentele de temperatura intre otelul pretensionat si patul de tensionare.

In afara acestor pierderi, calculul unor pierderi este inclus in metoda de analiza structurala. Pentru calculul pierderilor, se pot utiliza trei normative:

- EC2,
- CSN 73 6207,
- CSN 73 1201.

Pierderile sunt calculate conform regulilor existente in aceste normative.

Pierderi datorate ancorajului

Se folosesc doua simplificari in calculul pierderilor datorate ancorajului:

- 1. EC2: se introduce unghiul cumulativ efectiv $\gamma = \alpha + kx$ pe distanta x, unde x este coordonata orizontala, α unghiul nominal pe distanta x, kx eset unghiul nenominal pe distanta x.
- 2. CSN 73 1201 si CSN 73 6207: functiile exponentiale pentru calculul frecarii sunt aproximate prin primii doi membri ai functiei putere.

Relaxarea

Pierderile cauzate de relaxarea otelului sunt introduse la trei nivele.

La primul nivel – este calculata corectia relaxarii, adica relaxarea care apare in timpul mentinerii constante a efortului inaintea ancorarii. De fapt, aceasta nu este o pierdere a pretensionarii. Contrar, nivelul total de relaxare considerat in analiza structurala este scazut prin aceasta valoare. Relaxarea la acest nivel este aplicata doar pentru tipurile 1, 2 si 3 (vedeti Proprietati toroane pretensionate > Tipuri de tensionare).

La al doilea nivel – este calculata relaxarea pe termen scurt. Calculul este efectuat conforma procedurii de tensionare si ancorare pentru tipurile 1, 2 si 5 (vedeti Proprietati toroane pretensionate > Tipuri de tensionare).

La al treilea nivel – sunt calculate pierderile datorate relaxarii pe termen lung pentru toate cele cinci tipuri. Aceste pierderi se vor produce dupa ancorare. De aceea, vor avea un impact asupra comportamentului pe termen lung la structurii si trebuie introduse ca incarcare in cadrul analizei dependente de timp. In SCIA ENGINEER alungirea echivalenta relaxarii care va fi preluata pe termen lung este aplicata in mai multe noduri temporale conform t_{tr} (vedeti Proprietati toroane pretensionate > Tipuri de tensionare).

Calculul tuturor pierderilor datorate relaxarii mentionate mai sus se bazeaza pe urmatoarele principii. Diferentele intre procedurile aplicate in normative diferite sunt prezente doar in definitia caracteristicilor materialelor. Mai intai, este calculata relaxarea finala, care depinde de nivelul efortului intr-o anumita sectiune legata de rezistenta caracteristica la tensiune. In al doilea pas –

scaderea relativa a efortului legata de pierderile cauzate de relaxarea finala este calculata conform intervalului de timp in care este aplicata tensionarea. Singura simplificare consta in faptul ca nu exista efecte ale modificarii eforturilor din otel asupra relaxarii pentru acest interval de timp. De exemplu – la nivelul al treilea – pierderile datorate curgerilor lente si contractiilor betonului nu influenteaza relaxarea otelului.

Pierderile finale datorate relaxarii nu sunt definite in EC2 (doar relaxarea pana la 1000 ore. De aceea, estimarea relaxarii pana la 30 de ani este realizata conform CEB FIP 1990 [2].

Calculul pierderilor

Dupa intoducerea tuturor datelor descrise mai sus, pot fi calculate pierderile.

Procedura de calcul a pierderilor

- 1. Selectati toronul pentru care vor fi calculate pierderile.
- 2. Proprietatile acestuia vor fi afisate in fereastra de proprietati.
- 3. Apasati butonul [Editare].
- 4. Se va deschide ferestra de editare.
- 5. Selectati toronul care va intereseaza.
- 6. Proprietatile lui vor fi afisate in coltul din dreapta jos a ferestrei.
- 7. Apasati butonul Pierderi.
- 8. Va fi afisata o fereastra de previzualizare, divizata in doua parti. In prima parte, sunt afisate cateva detalii legate de parametrii toronului si tabelul de rezultate. Utilizand bara de instrumente din partea superioara a ferestrei, toate informatiile pot fi exportate intr-un fisier (HTML, TXT, PDF, RTF) sau direct la imprimanta. In partea a doua a diagramei, este afisata distributia pierderilor pe lungimea toronului. Este posibila modificarea scarii diagramei sau textului. Meniul pop-up (corespunzator butonului din dreapta) ofera cateva functii de baza pentru editarea imaginii: zoom, tiparire, copiere in clipboard sau salvare ca fisier extern.



Culee

Editor straturi tensionate

Editorul straturilor tensionate este un <u>editor standard</u> SCIA ENGINEER. Permite introducerea, modificarea, stergerea, tiparirea, exportul, importul straturilor pretensionate

Procedura de deschidere a editorului straturilor pretensionate

- 1. Deschideti serviciul Biblioteci.
- 2. Deschideti ramura Pretensionare.
- 3. Initializati functia Straturi tensionate.
- 4. Editorul straturilor tensionate se va deschide pe ecran.

Definirea straturilor pretensionate

Procedura de definire a straturilor pretensionate

- 1. Deschideti Editorul straturilor pretensionate.
- 2. Apasati butonul [Nou].
- 3. Se va crea o noua definire.
- 4. Introduceti parametrii.
- 5. Inchideti editorul.

Fereastra de editare a straturilor pretensionate

Nume	Evident
Lungime unitati pretensionate	Evident
Pierdere temperatura	Precizeaza daca vor fi calculate pierderile cauzate de diferentele de temperatura intre otelul pretensionat si straturile pretensionate.
Lungime straturi pretensionate	Evident
Coeficient de dilatare termica a stratului tensionat	Evident
Temperatura unitatilor de pretensionare si tensionarea stratului la inceperea tensionarii	Evident
Temperatura unitatii de pretensionare la momentul fixarii	Evident
Temperatura unitatii de pretensionare dupa realizarea fixarii	Evident
Pierderi datorate deformatiei stratului tensionat	Precizeaza daca vor fi calculate pierderile cauzate de scurtarea stratului tensionat datorita tensionarii tuturor unitatilor. Straturile pretensionate reprezinta o structura auxiliara intre reazemele unde este pozitionat cofrajul. Este posibila existenta unei rigiditati limitate datorata fortelor mari aplicate in timpul pretensionarii.
Scurtarea stratului tensionat datorata tensionarii tuturor unitatilor tensionate	Evident

Modificarea straturilor pretensionate

Procedura de modificare a straturilor pretensionate

- 1. Deschideti Editorul straturilor pretensionate.
- 2. Selectati straturile pretensionate.
- 3. Apasati butonul [Editare].
- 4. Se va deschide fereastra de editare.
- 5. Modificati parametrii.
- 6. Confirmati cu [OK].
- 7. Inchideti editorul.

Accelerare intarire prin incalzire sau alte mijloace

1 General

Acest capitol se refera la productia de elemente prefabricate. Regulile pentru elementele si structurile prefabricate sunt descrise in EN1992-1-1 capitol 10 si anexa B. Aceasta incalzire influenteaza maturitatea betonului si pierderile prin relaxare a otelului tensionat.

2 Accelerare intarire prin incalzire sau alte mijloace

Utilizatorul poate selecta viteza de intarire din Biblioteca, Straturi tensionate. Daca utilizatorul bifeaza optiunea**Accelerare intarire prin incalzire sau alte mijloace**, apar doua noi casete de dialog. Utilizatorul poate sa aleaga daca incalzirea influenteaza **Maturitatea betonului** si **Acceleratia de relaxare**.

1 🦆 🏒	B	🖶 🗠 🗠 🖨 📂 🖬 🛛 🗛	• 7
SB		Name	SB
		Length of prestressing units [m]	102,700
		Tendon releasing	Gradual
	Ξ	Temperature loss	
		Temperature loss	🖾 yes
		Temperature loss type	Acc. to 10.5.2
		Constant from formula (10.3) [-]	0,50
		Tmax [C]	70,00
	9	T0 [C]	20,00
		Loss due to deformation of stressing bed	
		Loss due to deformation of stressing bed	no no
		Speed-up of hardening by heating or steam curing	3
		Speed-up of hardening by heating or steam curing	🖾 yes
		Maturity of concrete	🖾 yes
		Maturity of concrete - table	
		Relaxation acceleration	⊠ yes
	6	Relaxation acceleration - table	
			- N

Fig. 1 Dialog eforturi tensionate

2.1 Maturitatea betonului

2.1.1 Teorie

Efectul temperaturilor ridicate sau scazute in intervalul 0 – 80°C pentru maturitatea betonului poate fi luat in considerare prin ajustarea varstei betonului conform cu formula B.10 din EN 1992-1-1.

$$t_{\rm T} = \sum_{\rm i=1}^{\rm n} {\rm e}^{-(4000\,/[273+T(\varDelta t_{\rm i})]-13,65)} \cdot \varDelta t_{\rm i}$$

Unde

t_T este temperatura ajustata a varstei betonului ce inlocuieste parametrul t in ecuatiile corespunzatoare.

T(delta_ti) este temperatura in °C in timpul perioadei delta_ti

delta_ti reprezinta numarul de zile la o temperatura T dominanta.

2.1.2 Implementare in Scia Engineer

Optiunea **Maturitate beton** a fost implementata in dialogul Straturi tensionate. Daca utilizatorul bifeaza aceasta optiune, are posibilitatea sa defineasca inceputul intervalului de timp (ti) unde temperatura (Tc(dti)) este setata cu ajutorul butonului cu trei puncte. Lungimile intervalelor (dti) sunt calculate din diferenta timpurilor definite de utilizator (ti). Temperatura ar trebui definita ca o valoare medie Tc(dti) in intervalul de timp definit dti conform cu formula B.10.



Fig. 3 Interval nou timp-temperatura

	t	ti [day]	dti [day]	Tc(dti) [C]	ti(adj) [day]
1	tO	0,00	0,00	20,00	0,00
2	t1	0,15	0,15	22,50	0,16
3	t2	0,19	0,04	29,38	0,23
4	t3	0,23	0,04	38,13	0,32
5	t4	0,27	0,04	46,88	0,45
6	t5	0,31	0,04	55,63	0,63
7	t6	0,65	0,33	60,00	2,35
3	t7	0,67	0,02	57,5	2,45
			alata	Delete all	Land
ion Coi	Add Icrete c Increte	D haracteristic: Ec	elete	Delete all	Load

Fig. 4 Maturitate beton - tabel

In partea de jos a dialogului sunt afisate caracteristicile betonului. Aceste caracteristici sunt cu scop informativ si depind de clasa de beton selectata.

Programul recalculeaza din aceste valori introduse timpul nou ajustat ti(adj) conform cu formula B.10. Acest timp ajustat este adaptat la analiza timpului pentru etapele de constructie. Utilizatorul are posibilitatea sa-l vizualizeze in setarile elementului liniar in Axa timp local. Maturitatea betonului elementului liniar pentru care sunt definite setarile, va fi adaptata prin ajustarea timpului de turnare.

e	am construction stages settings (1)	🚬 Vā V/ 🥖
	Name	LBH
	Local time axis	
	Time of casting [day]	-0,67
	Time adjusted for time of casting [day]	-2,45
	Time of end of curing [day]	0,00
	Duration of curing of composite parts of cross-sectio	2,00
	Line support (formwork)	
	Time of instalation of formwork [day]	-0,67
	Time adjusted for time instalation of formwork [day]	-2,45
	Time of releasing of displacements in X direction [day]	0,00
	Time of releasing of displacements in Z direction [day]	0,00
	Time of releasing in rotation [day]	0,00
	Member	B2

Fig. 5 Dialog setari element liniar

3 Acceleratie relaxare

3.1.1 Teorie

Pentru elementele pretensionate, este considerat efectul maririi temperaturii in timpul tratarii betonului privind pierderile de relaxare. Un timp echivalent teq este adaugat la timpul dupa tensionare t in functiile de timp relaxare, date in 3.3.2(7), pentru a lua in considerare efectele tratamentului de incalzire pentru pierderea la pretensionare datorita relaxarii otelului pretensionat. Timpul echivalent poate fi estimat conform formulei 10.2 din EN1992-1-1.

$$t_{\rm eq} = \frac{1.14^{T_{\rm max}-20}}{T_{\rm max}-20} \sum_{i=1}^{n} (T_{\{\Delta \xi\}} - 20) \Delta t_i$$

Unde

t_eq este timpul echivalent (in ore)

T(delta_ti) este temperatura (in °C) din intervalul de timp delta_ti

T_max este temperatura maxima (in °C) din timpul tratamentului termic

3.1.2 Implementare in Scia Engineer

Optiunea **Acceleratie relaxare** a fost implementata in dialogul Straturi tensionate. Daca utilizatorul bifeaza aceasta optiune, are posibilitatea sa defineasca inceputul intervalului de timp (ti in ore) unde temperatura (Tc(dti)) este setata cu ajutorul butonului cu trei puncte. Lungimile intervalelor (dti) sunt calculate din diferenta timpurilor definite de utilizator (ti). Daca utilizatorul activeaza optiunea Acceleratie relaxare; poate influenta acceleratia de relaxare intr-un tabel nou.

To(dti) IC1 22.50	
ip(uii) [C]	li -

Fig. 6 Interval nou timp-temperatura

	t	ti [hour]	dti [hour]	Tp(dti) [C]	ti(adj) [hour]
1	tO	0,00	0,00	20,00	0,00
2	t1	3,50	3,50	22,50	44,87
3	t2	4,512	1,01	29,38	90,50
4	t3	5,50	0,98	38,13	175,70
5	t4	6,50	1,01	46,88	304,63
6	t5	7,51	1,01	55,63	475,21
7	t6	15,50	7,99	60,00	1992,76
8	t7	16,01	0,50	57,50	2082,51
<u> </u>	Add	D	elete	Delete all	Load

Fig. 7 Maturitate beton - tabel

Valorile din tabelul de Acceleratie relaxare pot fi incarcate din tabelul de Maturitate beton cu ajutorul butonului de Incarcare.

Timpul teq este utilizat pentru calcularea duratei relaxarii de scurta durata a toroanelor pretensionate si poate fi vizualizat dialogul Model toron grinda utilizand butonul Pierderi.

and2	8611		🗍 default 🔹	🚇 🎹 defaul	t	• 🗉 [P		
Tendon nan Typeofhisto Calculation Tendonstre Anchorages lengthaffec curvedpart: Timeadjuste	me: Stran d2 pryofstressing:5 ofcorrectionofstre ssedfromit'sbegin setlossdisappears setlossdisappears std:straightpart 0, :0,00[deg] edfordurationofsh	ssrel axa tionand short- ning . along thelengthoftendo 000[m] ort-termre lax ation : 16,0	termrelaxationlossesfromstressd in; 0=>2082,411fnourl	uringcorrection.					
x [m]	Frictional loss S [MPa]	hort-term relaxation [MPa]	Deformation of stressing bed [MPa]	Temperature loss [MPa]	Stress after relaxation [MPa]	Relaxation passed [MPa]	Relax. to be passed [MPa]		Ļ
0,000	0,00	-33,19	0,00	0,00	1420,56	-33,19	0,00		
1,000	0.00	-33,19	0,00	0,00	1420,56	-33,19	0,00		
2,000	0,00	-33,19	0,00	0,00	1420,56	-33,19	0,00		
3,000	0,00	-33,19	0,00	0,00	1420,56	-33,19	0,00		
4,000	0,00	-33,19	0,00	0,00	1420,56	-33,19	0,00		
5,000	0,00	-33,19	0,00	0,00	1420,56	-33,19	0,00		
7 000	0,00	-33,19	0,00	0,00	1420,50	-33,19	0,00		
8,000	0,00	-33,15	0,00	0,00	1420.56	-00,10	0,00		
9.000	0.00	-33 19	0.00	0.00	1420.56	-33, 19	0.00		
10.000	0.00	-33,19	0.00	0.00	1420.56	-33,19	0.00	-	
Beadul	[cs]							2 i -	
2111000y1	Land The second s	43					Providenci data		
	1600,0	20					1		
	1600,0	»						mation of str. bod	
	1000,0	"] /			1		//		
	800,0	»_ /			1	111			
	600,0	<u> </u>			1	11/			
	200.0	"/			1	1			
		~			1	1			
		8 38 8	8 8 8 8	8 8	8 2 8	Ŧ			
		d d- 4			<u>ĕĕ</u>	Pa Vertia	-l		
-111		Or	igin value from: Origin	▼ + 0,	U M	ra venuc	ai axis. 200,0	Mina	
elected ter	ndon	Or	igin value from: Origin		U M	ra venuc	ai axis. 200,0	мга	

Fig. 8 Pierderi de scurta durata a toronului pretensionat.

Dispunere goluri in beton

Dispunere goluri toroane

Inaintea turnarii unui element pretensionat, se instaleaza o placa de otel la finalul patului de pretensionare. Acest plan contine goluri care vor defini pozitia toroanelor in sectiunea de capat a elementului. Nu este necesara umplerea tuturor golurilor. Unele pot ramane goale. De aceea SCIA ENGINEER face diferenta intre **dispunerea golurilor toroanelor** si sectiunea toronului. Mai intai, se defineste dispunerea golurilor in beton, aceasta fiind folosita pentru definirea sectiunii toronului. Amebele "entitati" definesc locatia toroanelor in sectiunea de capat a elemetului respectiv.

Nota: Mai multe informatii legate de tehnologia utilizata pentru crearea grinzilor pretensionate gasiti in [3].

Editor dispunere goluri toroane

Editorul dispunerii golurilor in beton este un editor standard SCIA ENGINEER. Permite introducerea, modificarea, stergerea, tiparirea exportul sau importul dispunerilor de goluri in beton.

Procedura de deschidere a editorului dispunerii golurilor in beton

- 1. Deschideti serviciul Biblioteci.
- 2. Deschideti ramura Pretensionare.
- 3. Initializati functia Dispunere goluri toroane.
- 4. Se va deschide Editorul dispuneri goluri toroane.

Definirea unui nou model de goluri pentru toroane

Procedura de definire a unei noi dispuneri a golurilor

- 1. Deschideti Editorul dispunerii golurilor in beton.
- 2. Apasati butonul [Nou].
- 3. Se va deschide fereastra Dispuneri goluri toroane.
- 4. Selectati sectiune apentru care se va defini dispunerea golurilor.
- 5. Inchideti Editorul dispuneri goluri toroane.
- 6. Se va deschide fereastra de editare a golurilor din beton.
- 7. Definiti dispunerea golurilor.
- 8. Confirmati cu [OK].

Fereastra de editare a dispunerii golurilor



Fereastra de definire sau editare a dispunerii golurilor in beton contine urmatoarele parti:

- Fereastra grafica,
- Definitia sistemului de coordonate,
- Sectiunea de introducere a regiunilor si golurilor,
- Definitia unui punct de referinta.

Fereastra grafica

Fereastra grafica afiseaza sectiune selectata si defineste dispunerea golurilor. Are proprietatile standard ale ferestrelor grafice SCIA ENGINEER:

- Meniu pop-up cu functii zoom, tiparire si export,
- [Ctrl] + [Shift] + click dreapta si miscarea mouseului pentru marirea si micsorarea desenului,
- [Shift] + click dreapta si miscarea mouseului pentru deplasarea desenului.

Definirea sistemului de coordonate

Puteti selecta originea sistemului de coordonate. Sistemul selectat este indicat in fereastra grafica. De exemplu:



Introducerea regiunilor si golurilor

Golurile pot fi definite individual, una cate una, sau in bloc, in regiunea indicata (chiar si regiunea poate contine o singura gaura).

Regiuni

O regiune este intotdeauna dreptunghiulara si este definita prin pozitia si dimensiunea ei. Golurile sunt dreptunghiulare si distribuite in sectiune. Puteti indica fie (i) numarul de goluri pe directie verticala si orizontala, fie (ii) pozitia primului gol pe fiecare directie si distanta dintre ele.

Nume	Indica numele regiunii.
Stanga jos y Stanga jos z	Defineste coordonatele pentru coltul din stanga jos al regiunii.
Latime	Indica latimea regiunii.
Inaltime	Indica inaltimea regiunii.
Тір	Puteti selecta tipul de definire a golurilor in regiune: Rastru – se defineste numarul de goluri pe fiecare directie Incrementare – se defineste pozitia primului gol pentru fiecare directie si distanta dintre goluri.
Numar de goluri y Numar de goluri z	Introduce golurile pentru tipul Rastru .
Prima gaura y Prima gaura z	Introduce tipul pentru tipul Incrementare . Indica pozitia primului gol.
Dy Dz	Introduce tipul pentru tipul Incrementare . Indica distanta dintre goluri.
Diametru gol	Defineste diametrul golului.

ID	(informativ) Indica numarul golului. Numerele sunt atribuite automat de catre program.
Nume	Indica numele golului.
Y	Coordonatele ce definesc pozitia golului.
Z	
Diametru gol	Indica diametrul golului.

Goluri

Golurile pot fi introduse direct prin pozitia lor in sectiune.

Golurile pot fi copiate. In acest caz precizati tipul de copie: simpla sau multipla, introduceti distanta dintre copii si numarul de copii. Pentru copierea unui gol, apasati butonul **[Copiere]** aflat langa lista golurilor si completati tabelul.





Punct de referinta

Punctul de referinta poate fi utilizat pentru pozitionarea dispunerii golurilor in sectiune. In mod normal, puteti accepta setarea implicita. Doar daca alegeti o configuratie speciala a dispunerii, poate fi potrivita mutarea punctului de referinta.

Editarea unei dispuneri de toroane existenta

Procedura de modificare a dispunerii golurilor

- 1. Deschideti Editorul dispunerii golurilor.
- 2. Selectati dispunerea golurilor.
- 3. Apasati butonul [Editare].
- 4. Se va deschide fereastra se modificare.
- 5. Efectuati modificarile necesare.
- 6. Confirmati cu [OK].

Nota: Pentru mai multe informatii despre fereastra de modificare consultati capitolul Definirea unei noi dispuneri a golurilor.

Sectiune toron

Dispuneri toroane

Aceasta optiune defineste pozitia toroanelor in sectiunea de capat a elementului pretensionat. Mai intai, se creeaza dispunerea golurilor si apoi se defineste sectiunea.

Nota: Mai multe informatii legate de tehnologia utilizata pentru crearea grinzilor pretensionate gasiti in [3].

Editor dispuneri toroane

Editorul dispuneri toroane este un editor standard SCIA. Permite introducerea, modificarea, stergerea, tiparirea exportul sau importul.

Procedura de deschidere a editorului

- 1. Deschideti serviciul Biblioteci.
- 2. Deschideti ramura Pretensionare.
- 3. Initializati functia Dispuneri toroane.
- 4. Se va deschide editorul.

Definire dispunere model toroane

Procedura de definire

- 1. Deschideti editorul sectiune toron.
- 2. Apasati butonul [Nou].
- 3. Se va deschide Editorul sectiunilor generale.
- 4. Selectati sectiunea.
- 5. Inchideti Editorul sectiunilor generale.
- 6. Selectati definirea golurilor pentru care se va defini o noua sectiune a toroanelor.
- 7. Inchideti editorul.
- 8. Se va deschide o caseta de pozitionare.
- 9. Pozitionati dispunerea golurilor in sectiune (vedeti nota de mai jos).
- 10. Se ve deschide fereastra de editare a sectiunii toroanelor.
- 11. Definiti sectiunea.
- 12. Confirmati cu [OK].

Note: Pozitia definirii golurilor in sectiune poate devini importanta in momentul modificarii inaltimii sectiunii. Pozitia toroanelor este legata de punctul de referinta si nu afecteaza modificarea dimensiunilor. Puteti alege punctul de referinta cel mai potrivit proiectului.

Fereastra editare sectiune toron



Fereastra contine mai multe parti:

- Fereastra grafica,
- Tabel informatii,
- Legenda,
- Proprietati toroane,
- Buton parametri vizualizare,
- Buton lungime separare cablu,
- Butoane de control.

Fereastra grafica

Fereastra grafica afiseaza sectiunea selectata si golurile definite. Are aceleasi proprietati ca orice fereastra grafica SCIA ENGINEER :

- Meniu pop-up cu functii zoom, tiparire si export,
- [Ctrl] + [Shift] + click dreapta si miscarea mouseului pentru marirea si micsorarea desenului,
- [Shift] + click dreapta si miscarea mouseului pentru deplasarea desenului.

Tabel informatii

Acest tabel se afla in coltul din stanga sus a ferestrei.

Nume	Indica numele dispunerii.
Nume sectiune transversala	(informativ) Indica sectiunea utilizata.
Dispunere toroane	(informativ) Indica dispunerea golurilor utilizate.

Legenda

Legenda are doua roluri:

- (informativ) explica simbolurile utilizate in fereastra grafica (fiecare toron utilizeaza o culoare sau un model special),
- (activ) este utilizata pentru introducerea toroanelor in goluri .

Procedura de introducere a unui toron nou

- 1. In Legenda selectati materialul si diametrul dorit.
- 2. In fereastra grafica faceti in golurile unde veti introduce toroanele.
- 3. Daca doriti combinarea mai multor diametre si/sau materiale, repetati pasii 1 si 2.

Procedura de stergere a unui toron

- 1. In Legenda selectati optiunea Fara toron.
- 2. In fereastra grafica, selectati toronul care va fi sters.

Procedura de definire a unui toron separat sau fix

- 1. In Legenda selectati optiunea Separare sau Fix.
- 2. In fereastra grafica, faceti click pe toronul dorit.

Ca alternativa, puteti defini aceste doua proprietati in fereastra de proprietati a toronului respectiv(vedeti mai jos).

Proprietati toron

La selectarea unui toron definit in fereastra grafica, proprietatile acestuia vor fi afisate in Fereastra de proprietati.

Nume	Indica numele toronului.
ID	Indica ID toronului.
Grup	(informativ) Numarul grupului de toroane.
Material	Selecteaza materialul si diametrul.
Fixat	Indica fixarea toronului. Toronul fixat are o pozitie fixa in sectiune pentru tot elementul liniar. Este drept.
Lungime separare	In cazul toroanelor separate, defineste lungimea de separare.
Secventa decupare	Defineste portiunea in care este taiat toronul.
Tip pretensionare	Vedeti capitolul Proprietati toroane pretensionate.
Efort in timpul corectiei	Efort la capatul tensionat al toronului; relaxarea poate fi scazuta prin mentinerea constanta a tensiunii (corectia relaxarii)
Durata mentinerii tensionarii	Durata mentinerii constante a tensiunii in timpul corectiei relaxarii.
Efort initial	Efort initial la capatul tensionat al toronului.
Set ancorare	Defineste ancorarea la capatul tensionat al toronului.
--	--
Lungime ancorare	Lungimea dezvoltarii legaturii intre beton si toronul pretensionat
Distanta dintre sectiunile introduse	Indica distanta de iesire.
Pozitia Y, Z	(informativ) Indica pozitia toronului

Nota: In fereastra de proprietati puteti utiliza selectia in functie de proprietati. Selectati un toron, selectati proprietatea care va intereseaza in fereastra de proprietati, apasati butonul "fulger" din coltul din stanga sus al ferestrei de proprietati si programul va selecta toate toroanele cu acea proprietate. Toroanele selectate sunt afisate cu alta culoare pe ecran. Aceasta proprietate poate fi utilizata atat pentru proprietati active cat si informative. Nota: Se poate efectua o selectie multipla a toroanelor in fereastra grafica. Apasati tasta [Ctrl] si butonul stang al mouseului. Cu ajutorul unei selectii multiple puteti modifica simultan proprietatile pentru toate elementele selectate.

Parametri vizualizare

Acest buton deschide fereastra parametrilor de vizualizare. Semnificatia lor este evidenta.

Lungimi de separare

Pot fi definite mai multe lungimi de separare. O lungime de separare poate fi atribuita unui toron in fereastra de proprietati a toronului.

Modificare dispunere toroane

Procedura de modificare a dispunerii golurilor in beton

- 1. Deschideti Editorul definire toroane.
- 2. Selectati definirea.
- 3. Apasati butonul [Editare].
- 4. Se va deschide fereastra de editare.
- 5. Modificati parametrii.
- 6. Confirmati cu [OK].
- 7. Inchideti editorul.

Sectiune toron pentru elementul liniar

Sectiune toron pentru elementul liniar

La definirea optiunii <u>sectiune toron</u> (implicit si a dispunerii golurilor in beton), este posibila definirea formei de pretensionare a toroanelor pe intregul element liniar. In SCIA ENGINEER aceasta forma este definita prin intermediul unei sectiuni pentru intregul element liniar. In realitate, este un set de parametri ai toroanelor definiti in sectiuni individuale ale elementului liniar.

Atat elementul liniar cat si armatura pentru pretensionare sunt presupuse simetrice, deci trebuie definita doar o jumatate a grinzii.

Numarul de sectiuni ce trebuie create pentru fiecare element liniar depinde de forma armaturii. Daca toroanele nu isi schimba pozitia in sectiune, o singura sectiune este suficienta.

Dispunere toroane

Procedura de definire a toronului utilizand definirea golurilor

- 1. Deschideti serviciul **Beton**.
- 2. Initializati functia Pretensionare Dispuneri goluri toroane.
- 3. Selectati elementul liniar in care va fi introdus toronul.
- 4. Se va deschide fereastra Sabloane .
- 5. Selectati Definire dispunere goluri toroane.
- 6. In cazul elementelor oarecare, se va deschide **Editorul sectiunilor** si trebuie sa selectati sectiunea.
- 7. Editorul dispunerii goluri toroane se va deschide pe ecran.
- 8. Selectati dispunerea.
- 9. Pozitionati dispunerea in sectiune.
- Se ve deschide fereastra de editare.
 Definiti sectiunile toronului. Poate fi necesara si selectia unui caz de incarcare de tip
- pretensionare. Acesta este necesar pentru memorarea rezultatelor.
- 12. Confirmati cu [OK].

Procedura de definire a toronului utilizand sectiunea

- 1. Deschideti serviciul Beton.
- 2. Initializati functia Pretensionare Dispuneri toroane.
- 3. Selectati elementul liniar in care va fi introdus toronul.
- 4. Se va deschide fereastra Sabloane.
- 5. Selectati Sectiune toron.
- 6. In cazul elementelor oarecare, se va deschide **Editorul sectiunilor** si trebuie sa selectati sectiunea.
- 7. Se va deschide fereastra Dispuneri toroane editare.
- 8. Selectati dispunerea.
- 9. Pozitionati dispunerea in sectiune.
- 10. Definiti sectiunile toronului. Poate fi necesara si selectia unui caz de incarcare de tip pretensionare. Acesta este necesar pentru memorarea rezultatelor.
- 11. Se ve deschide fereastra de editare.
- 12. Confirmati cu [OK].

Fereastra de editare



Fereastra de definire si modificare a sectiunii toronului contine urmatoarele parti:

- Ferestre pentru sectiuni individuale,
- Fereastra pentru introducerea unei sectiuni,
- Tabel informatii,
- Informatii dispunere goluri si buton de modificare,
- Legenda,
- Proprietati toron,
- Buton pentru calculul pierderilor pentru toronul selectat,
- Geometrie toron,
- Buton parametri vizualizare,
- Buton lungime separare,
- Butoane sabloane,
- Butoane control.

Fereastra grafica

Fereastra grafica afiseaza sectiunea selectata si golurile definite si are proprietatile standard ale unei ferestrea grafice SCIA ENGINEER:

- Meniu contextual cu functii zoom, tiparire si export,
- [Ctrl] + [Shift] + click dreapta si miscarea mouseului pentru marirea si micsorarea desenului,
- [Shift] + click dreapta si miscarea mouseului pentru deplasarea desenului.

Tabel informatii

Aceast tabel este localizat in coltul din stanga sus al ferestrei.

Nume	Indica numele.
Pozitie	(informativ) Indica pozitia sectiunii pe grinda.

Informatii dispunere goluri

Aceasta parte a ferestrei afiseaza dispunerea golurilor aleasa. Butonul **[Modificare dispunere]** poate fi utilizat pentru modificarea acesteia.

___Nota:la definirea unei noi dispuneri, toraonele definite anterior sun sterse.

Legenda

Legenda are doua roluri:

- (informativ) explica simbolulurile utilizate in fereastra grafica (fiecare tip de toron utilizeaza o culoare sau un simbol grafic),
- (activ) este utilizata pentru introducerea toroanelor in goluri.

Procedura de introducere si stergere a toroanelor si de modificare a proprietatilor speciale sunt descrise in capitolul Definire sectiune toron.

Proprietati toron

La selectare unui toron definit, proprietatile acestuia sunt afisate in Fereastra de Proprietati. Semnificatia acestora este descrisa in capitolul Definire sectiune toron.

Calculul pierderilor pentru toronul selectat

Utilizand butonul din partea inferioara a ferestrei de proprietati puteti calcula pierderile pentru toronul selectat. Butonul deschide o fereastra ce contine tabelul si diagrama pierderilor pe termen scurt calculate.

Nota: Consultati capitolul Pierderi pe termen scurt.

Geometrie toron

Үр; Zp	Coordonatele centrului de greutate pentru toate toroanele introduse.
Yp, deb; Zp, deb	Coordonatele centrului de greutate pentru toroanele separate
Yp, drap; Zp, drap	Coordonatele centrului de greutate pentru toroanele drapate.
n	Numarul total de toroane.
Ар	Aria totala a dispunerii toroanelor.
Ac	Aria totala a sectiunii de beton, fara aria toroanelor.
Ap, deb	Aria totala a toroanelor separate.
Ap, drap	Aria totala a toroanelor drapate.
Y; Z	Coordonatele centrului de greutate a sectiunii combinate – beton + otel pretensionat
lz; ly	Moment de inertie al axei z/y pentru sectiunea combinata. (axa z-axa principala)
lz,c; ly, c	Moment de inertie al axei z/y pentru sectiunea combinata fara toroane. (axa z-axa principala)
Wy, superior; Wy, inferior	Modulul de rezistenta al axei z/y pentru sectiunea combinata din partea superioara

Parametri vizualizare

Acest buton deschide fereastra parametrilor de vizualizare. Semnificatia lor este evidenta.

Lungimi de separare

Pot fi definite mai multe lungimi de separare. Fiecare poate fi atribuita unui toron in fereastra de proprietati.

Butoane sabloane

[Creare sablon]	Se salveaza un sablon nou.
[Creare din sablon]	Sectiunea se incarca dintr-un sablon existent.

Editarea dispunerilor de toroane

Procedura de editare utilizand definirea golurilor

- 1. Selectati definirea pentur care vor fi calculate pierderile.
- 2. Proprietatile vor fi afisate in fereastra de proprietati.
- 3. Apasati butonul [Editare].
- 4. Se va deschide o fereastra de editare.
- 5. Efectuati modificarile necesare.
- 6. Confirmati cu [OK].

Rezultate

Eforturi toroane

Diagrame de rezultate

Nota: Principiile afisarii rezultatelor sunt descrise in capitolul Rezultate.

Procedura de afisare a eforturilor din toroane

- 1. Deschideti serviciul Rezultate.
- 2. Initializati functia Eforturi toroane.
- 3. Selectati incarcarea ce va fi afisata.
- 4. Setati stilul de afisare a rezultatelor.
- 5. Selectati sectiunile toronului pentru care vor fi afisate rezultatele.
- 6. Utilizati filtrul pentru a indica toroanlee care vor fi afisate.
- 7. Apasati butonul [Actualizare] pentru regenerarea desenului.
- 8. La final, inchideti serviciul Rezultate.

Filtrarea rezultatelor

Capacitatile de filtrare vor fi explicate prin intermediul unui exemplu simplu.

Se considera un element liniar construit in doua etape: partea stanga in prima etapa (cazul de incarcare atribuit 1), partea dreapta in a doua etapa (cazul de incarcare atribuit 2).



Ambele parti sunt pretensionate si au definita o sectiune a toronului. Partea stanga contine 5 toroane, partea dreapta doar unul.



Deschideti serviciul **Rezultate** si initializati functia **Eforturi toroane**.

Setati **Selectie** in **Standard** si nu selectati nici o sectiune a toronului. Deschideti fereastra **Toroane**; contine o singura optiune: **Tot prin selectie**.

Selectati sectiunea toronului pentru partea stanga si deschideti din nou fereastra. Ofera **Tot prin** selectie primele toroane din prima parte.

Abandonati selectia, selectati partea dreapta si verificati caseta. Ofera **Tot prin selectie** plus toronul pentru a doua grinda.

Selectati embele sectiuni si deschideti caseta din nou. Ofera **Tot prin selectie**, plus cele 5 toroane din prima sectiune, plus toronul pentru a doua sectiune.

Astfel, puteti selecta doar un toron si puteti afisa rezultatele pentru acesta. Aceasta optiune este convenabila in cazul mai multor toroane pe o grinda. Comparati imaginile de mai jos. Prima afiseaza rezultatele pentru toate toroanele iar cea de a doua doar pentru un singur toron.



Mai departe, setati Selectie ca Tot. Selectati Tot prin selectie in fereastra Toroane.

Setati **Incarcare** la **Cazuri de incarcare** si selectati **LC1**. Acest caz de incarcare este atribuit primei etape de constructie. La apasarea butonul **[Reactualizare]**, sunt afisate doar pentru partea stanga.



Similar, daca selectati LC2, sunt afisate doar pentru partea dreapta.



In final, setati **Selectine** ca **Tot** si mentineti **Tot prin selectie** in fereastra **Toroane**. Setati **Incarcare** in **Clase** si selectati **Clasa 1**. Aceasta clasa corespunde primului primei etape de constructie. Apasati butonul **[Actualizare]**; eforturile vor fi afisate in partea stanga.



Selectati Clasa 2, corespunzatoare etapei 2. Apasati butonul [Actualizare]; eforturile vor fi afisate in ambele parti.



Rezultate detaliate

Este posibila afisarea rezultatelor detaliate pentru o singura sectiune de toron

Procedura de afisare a rezultatelor detaliate

- 1. Deschideti serviciul Rezultate.
- 2. Initializati functia Eforturi toroane.
- 3. Apasati butonul [Detaliere].
- 4. Selectati o sectiune a toronului.
- 5. Se va deschide o fereastra cu rezultatele detaliate.

Previzualizare in fereastra de previzualizare

Rezultatele pot fi afisate in fereastra de previzualizare.

Procedura de apelare a previzualizarii

- 1. Deschideti serviciul Rezultate.
- 2. Initializati functia Eforturi toroane.
- 3. Selectia incarcarea care va fi afisata.
- 4. Setati stilul digramelor de rezultate.
- 5. Selectati sectiuena toronului pentru care vor fi afisate rezultatele.
- 6. Utilizati filtre pentru indicarea toroanelor care vor fi afisate.
- 7. Apasati butonul [Previzualizare] pentru a vedea tabelul de rezultate.

Abrevieri

STD	Efort dupa transfer.
LED	Pierderi datorate pretensionarii secventiale + pierderi cauzate de deformarea elastica a betonului.
LCS	Pierderi datorate curgerilor lente si contractiilor betonului + pierderi datorate relaxarii de lunga durata a otelului.
Lmin	Pierderile cauzate de incarcarea de exploattare (min).
Lmax	Pierderile cauzate de incarcarea de exploattare (max).
Efort Min.	Faza efort minim.
Efort Max.	Faza efort maxim.

Beton armat post-tensionat

Sursa geometrie

Sursa geometriei toronului

Pentru definirea formei (geometriei) toronului este posibila utilizarea **Sursei geometriei**. Aceasta este o forma a toronului pregatita independent, fara nici o legatura cu un anumit element structural. Avantajul consta in pregatirea unei singure forme pentru toron, aceasta fiind utilizata pentru mai multe elemente liniare. In plus, sursa geometriei este creata pentru un element liniar drept dar poate fi atribuita si unui element curb. Axa longitudinala X urmeaza axa x a elementului liniar indiferent de forma. Aceasta functie simplifica introducerea toroanelor in elemente liniare curbe.

Editorul geometriei toronului

Geometria toroanelor este gestionata cu ajutorul unui editor standard al bazelor de date SCIA ENGINEER. Astfel, toate geometriile sunt stocate intr-o baza de date separata si pot fi exportate dintr-un proiect in altul.

Editorul geometriei toronului contine o fereastra grafica putin diferita, divizata in doua parti: una pentru vederea laterala si una pentru vederea plana.

Procedura de deschidere a Editorului geometriei toronului

Fie:

Utilizati meniul ramificat **Biblioteca > Pretensionare > Geometrie sursa toron**. Fie:

In momentul afisarii tabelului de proprietati in timpul introducerii sau editarii toronului, apasati butonul [...] corespunzator **Sursei geometriei**.

Definirea unei noi geometrii a toronului

O geometrie noua poate fi introdusa de la zero sau prin importul unei geometrii deja definite. Cele doua metode pot fi si combinate.

Procedura de definire a unei geometrii noi

- 1. Deschideti Editorul geometriei toronului.
- 2. Apasati butonul [Nou].
- 3. Se va deschhide fereastra Geometrie toron.
- 4. Introduceti geometria.
- 5. Confirmati cu ajutorul butonului [OK].
- 6. Inchideti Editorul geometriei toronului.

Fereastra Geometrie toron

Fereastra de editare permite introducerea numerica a geometriei toronului. Este necesara introducerea individuala a varfurilor pentru definirea formei.

😰 Ed	lit geometry					
1 🚅		1 🛨 🎋	🕇 (हेंड) 🗌 🔍	282 R	\$:□	
Geome	etry in directior	ηXZ				
1	$\mathbf{\mathbf{v}}$					
	Coord X [m]	Coord Z [m]	Curve type	Curve parameter [m]]	
1	0,000	1,000	Circle + tangent	0,800		
2	2,500	1,000	Circle + radius	0,800		
×	0,000	0,000	Circle + tangent	0,000	_	~
	-				+	+
					Ň	
					11	
					L L ⇒X ·	
Geome	etry in directior	۱XY			· ·	
.	v					
	Coord X [m]	Coord Y [m]	Curve type	Curve parameter [m]	1	
1	0,000	0,000	Circle + radius	0,800	- ≻ · ·	
2	2,500	0,000	Circle + radius	0,800		
×	0,000	0,000	Circle + tangent	0,000		Ŷ
	-					+
Ready						
				Н	lelp <u>O</u> K	<u>C</u> ancel

Nota: Proportiile partilor din fereastra de editare au fost modificate pentru incadrarea in pagina a imaginii.

Tip introducere

In general, exista doua tipuri de introduceri:

(i) toronul "parcurge" varfurile urmand tipul de curba introdus, adica toronul nu trece direct prin varfurile introduse,

(ii) toronul trece direct prin varfuri.

Pentru primul tip de introducere, sunt disponibile urmatoarele optiuni.

Cerc + tangenta

Cerc; parametrul este distanta dintre varf si punctul de tangenta, vedeti Fig. 1 – Cerc – tipurile 0 si 1.

Cerc + Raza

Cerc; parametrul este raza cercului, vedeti Fig. 1 – Cerc - tipurile 0 si 1. Raza si cele doua tangente determina cercul. Lungimea tangentelor este calculata automat.



Parabola + tangenta simetrica

Parabola; parametrul este distanta dintre varf si punctual de tangenta (inceputul sau finalul parabolei), vedeti Fig. 2 – Parabola – tipul 2. Parabola este determinata de lungimea tangentei si axa de simetrie.



Parabola + tangenta [inceput]

Segment parabolic la inceputul curbei; parametrul este distanta dintre inceputul curbei (punctul de tangenta in axa de simetrie a parabolei) si varful poligonului respectiv, vedeti Fig. 3 – Parabola – tipul 3.



Parabola + tangenta [capat]

Segment parabolic la finalul curbei. Parametrul este distanta dintre finalul curbei (punctul de tangenta in axa de simetrie a parabolei) si varful poligonului respectiv, vedeti Fig. 4 – Parabola – tipul 4.



Parabola + axa verticala

Parabola cu axa verticala relativ la sistemul de coordonate macro. Parametrul este lungimea proiectiei tangentei pe directie orizontala, vedeti Fig. 5 – Parabola – tipul 5.



Pentru al doilea tip de introducere, exista o singura optiune.

Grupuri de puncte

Punctele definite in tabelul coordonatelor sunt cele care vor determina curba toronului. Acesti parametri sunt tangentele curbei in acele puncte.

Daca parametrul este egal cu 100, toronul este orientat direct spre punctul urmator. Daca parametrul este egal cu –100, toronul este orientat spre punctul anterior. Astfel, perechea de valori 100 si –100 defineste o parte dreapta a toronului intre doua puncte.

Daca parametrul este egal cu 1000, tangenta este presupusa necunoscuta (arbitrar), aceasta fiind calculata automat de catre program.

Astfel, se pot determina limitele -1.0 si +1.0 (unghiuri de 45°) pentru parametrii profilului toronului. De exemplu, parametrul egal cu 0.0 corespunde unei tangente orizontale. Principiile algoritmului sunt:

- 1. Tangentele definite de catre utilizator sunt respectate.
- 2. Trei puncte consecutive cu aceeasi coordonata y (z) vor fi introduse printr-o linie orizontala dreapta.
- Sunt calculate unghiurile de tangenta pentru ancorari si puncte consecutive (daca nu au fost definite de catre utilizator). In cazul in care acest lucru este posibil, primul si ultimul segment vor fi incadrate in totalitate intr-o linie dreapta. In caz contrar, linia dreapta va fi introdusa in jumatate din lungimea primului si ultimului segment.
- 4. Daca distanta dintre doua puncte consecutive este cu mult mai mica decat distanta dintre alte puncte, linia dreapta va fi introdusa prin acest segment.
- 5. Diferenta dintre razele a doua curbe consecutive este micsorata.
- 6. Segmentul curb al curburii opuse este interzis in partea de legatura dintre linia dreapta si curba.
- 7. Daca doua tangente se intersecteaza la jumatatea lungimii proiectiei curbei, va fi aplicata o parabola cu axa verticala.
- 8. In alte cazuri, se aplica doua parabole cu axe verticale.

🕾 Ed	lit geometry						
Ê		1 🛟 🌠	i (15) 🔍		5 :: !		
Geom	etry in directior	nxz 🗌					
B	$\mathbf{\nabla}$						
	Coord X [m]	Coord Z [m]	Curve type	Curve parameter [m]			
1	0,000	1,000	Circle + tangent	0,800			
2	2,500	1,000	Circle + radius	0,800			
×	0,000	0,000	Circle + tangent	0,000	_		~
					Ŧ		Ť
					Ň		
						N V	
					Ψ	V 🔨	
Geom	etry in direction	ъХY					
B	\checkmark						
	Coord X [m]	Coord Y [m]	Curve type	Curve parameter [m]			
1	0,000	0,000	Circle + radius	0,800	<u> </u>		
2	2,500	0,000	Circle + radius	0,800	$\hat{\mathbf{\Omega}}$		
×	0,000	0,000	Circle + tangent	0,000			\$
					400	=> X ─	
Ready							NUM
				He	elp	<u>0</u> K	<u>C</u> ancel
	- Desert		(· · · ·	

Layout si butoane din fereastra de dialog Editare geometrie

Nota: Proportiile elementelor au fost modificate pentru incadrarea imaginii intr-o singura pagina.

Bara de instrumente

Import din fisier	Importa sursa geometriei dintr-un fisier extern TXT sau XML.
Export catre fisier	Exporta geometria sursei intr-un fisier TXT sau XML.
Import din biblioteca	Deschide editorul Sursa geometrie si permite importul unei alte surse a geometriei.
Scara verticala	Modifica scara verticala in ferestrele grafice de previzualizare.
Desenare eticheta vertex	Activeaza sau dezactiveaza etichetele in fereastra grafica de previzualizare pentru planul XZ. Nu sunt desenate etichete in fereastra de previzualizare corespunzatoare planului XY.

Afisare numar al vertexului in eticheta	Daca etichetele sunt activate, numerele varfurilor vor fi afisate.
Afisare coordonate vertex in eticheta	Daca etichetele sunt active, vor fi tiparite numerele coordonatelor varfurilor.
Pictograme zoom	Setul de cinci functii standard pentru marire si micsorare.
Afisare/ascundere rastru puncte	Afiseaza/ascunde reteaua de puncte de rastru.
Setari rastru puncte si trasare	Permite setarea rastrului de puncte in functie de cerintele proiectului.

Tabelul de introducere pentru planul XZ

Pictograma [Stergere toate nodurile] Aceasta comanda sterge toate nodurile introduse in tabelul corespunzator planului XZ. Pictograma [Imbinari grup de puncte] Modifica modul de introducere – vedeti paragraful Tip introducere. Tabel de introducere

Coord X	Coordonata X a varfului sursei geometriei.		
Coord Z	Coordonata Z a varfului sursei geometriei.		
Tip curba	Tipul de curba – vedeti paragraful Tip introducere .		
Parametru curba	Parametrul curbei selectate mai sus – vedeti paragraful Tip introducere .		

Fereastra grafica de previzualizare

Aceasta fereastra grafica afiseaza vederea laterala a a formei definite.

Puteti utiliza combinatia de taste "<u>Ctrl+Shift</u>" + "<u>butonul drept al mouseului</u>" pentru marirea sau micsorarea desenului sau combinatia "<u>Shift</u>" + "<u>butonul drept al mouseului</u>" pentru mutarea desenului in fereastar grafica.

Tabelul de introducere pentru planul XY

Pictograma [Stergere toate nodurile]

Aceasta comanda sterge toate nodurile introduse in tabelul corespunzator planului XY. **Pictograma [Imbinari grup de puncte]**

Modifica modul de introducere - vedeti paragraful Tip introducere.

Tabel introduceri

Coord X	Coordonata X a varfului sursei geometriei.		
Coord Y	Coordonata Z a varfului sursei geometriei.		
Tip curba	Tipul de curba – vedeti paragraful Tip introducere .		
Parametru curba	Parametrul curbei selectate mai sus – vedeti paragraful Tip introducere .		

Fereastra grafica de previzualizare

Aceasta fereastra grafica afiseaza vederea laterala a formei definite.

Puteti utiliza combinatia de taste "<u>Ctrl+Shift</u>" + "<u>butonul drept al mouseului</u>" pentru marirea sau micsorarea desenului sau combinatia "<u>Shift</u>" + "<u>butonul drept al mouseului</u>" pentru mutarea desenului in fereastra grafica.

Butonul principal

Butonul **[OK]** confirma introducerile si modificarile realizate in fereastra de dialog si o inchide. Butonul **[Anulare]** anuleaza introducerile si modificarile si inchide fereastra de dialog.

Nota: Nu este permisa introducerea a trei puncte consecutive intr-o singura linie. Astfel, directia toronului trebuie sa se schimbe pentru fiecare varf introdus.

Modificarea sursei geometriei toronului

Modificarea sursei geometriei toronului in Editorul sursei geometriei

Sursa geometriei poate fi modificata din **Editorul geometrie toron** deschis din meniul contextual.

Procedura de deschidere Editorului geometriei toronului din meniul contextual

- 1. Deschideti ramura **Biblioteca > Pretensionare**.
- 2. Initializati functia Geometrie toron.
- 3. Se va deschide editorul Geometrie toron.
- 4. Selectati sursa geometriei care va fi modificata.
- 5. Apasati butonul [Editare].
- 6. Se va deschide fereastra Editare geometrie.
- 7. Modificati forma toronului.
- 8. Confirmati modificarile cu ajutorul butonului [OK].
- 9. Inchideti Editorul geometriei toronului .

Ca alternativa, sursa geometriei poate fi modificata din tabelul de proprietati a toronului existent.

Modificarea sursei geometriei din tabelul de proprietati a toronului intern post-tensionat

Procedura de editare a sursei geometriei din tabelul de proprietati

- 1. Selectati toronul a carui geometrie va fi modificata.
- 2. Proprietatile toronului selectat sunt afisate in tabelul de proprietati.
- 3. Apasati butonul cu trei puncte pentru Sursa geometriei.
- 4. Se va deschide Editorul sursei geometriei.
- 5. Sursa geometriei a toronului selectat este accentuata in lista surselor disponibile.
- 6. Apasati butonul [Editare].
- 7. Fereastra Editare geometrie se va deschide pe ecran.
- 8. Modificati forma toronului.
- 9. Confirmati modificarile cu ajutorul butonului [OK].
- 10. Inchideti editorul.

Inota: Toronul introdus intr-un element liniar prin sursa geometriei retine nodul de creare si pastreaza legatura cu sursa geometriei. Astfel, dupa modificarea sursei geometriei si confirmarea ferestrei de dialog, forma tuturor toroanelor deja introduse si bazate pe aceasta va fi modificata corespunzator.

Toroane interne

Parametrii toronului intern post-tensionat

General

Nume	Indica numele toronului.
Descriere	Aceasta optiune permite introducerea unei scurte descrieri.
Numar	Defineste numarul toronului.
Тір	(valoare informativa) Afiseaza tipul toronului (intern / extern).
Layer	Selecteaza layerul pentru fiecare toron. Fiecare toron poate fi atribuit unui layer diferit.

Geometrie

Introducere geometrie	Selecteaza tipul de introducere a geometriei.
	Sursa geometrie
	In cazul acestui tip de geometrie, utilizatorul defineste <u>in avans geometria toronului</u> . Toronul predefinit este apoi asociat elementului liniar si modificat pentru a urmari forma acestuia. Toronul nu este modificat pana la lungimea elementului liniar dar poate fi curbat pentru a corespunde formei. Toronul este definit prin proiectia pe plan si apoi este atribuit unui element liniar curb. Forma lui va fi modificata astfel incat axa X a toronului si axa X a elementului sa fie paralele.
	Introducere directa
	Pentru acest tip de introducere a geometriei, utilizatorul defineste forma toronului direct in fereastra grafica. Pentru definirea exacta a formei, devine disponibila o noua bara de instrumente care permite introducerea intervalelor circulare si parabolice.
	Nota : Aceeasi bara de instrumente este afisata pentru: introducerea unui nou element liniar, etc.
SCL	Specifica modul de definire al sistemului local de coordonate al toronului.
Sursa geometrie	(Aceasta optiune este disponibila doar daca optiunea Introducere geometrie este setata la Sursa geometrie)
	Aceasta optiune permite introducerea geometriei toronului. Este posibila si apelarea Editorului Geometriei toronului si introducerea unei forme.
Sursa geometriei	(Aceasta optiune este disponibila doar daca optiunea Introducere geometrie este setata la Sursa geometrie)

	Este necesara definirea punctului in care va fi introdusa originea sursei geometriei. Astfel, toronul trebuie pozitionat in spatiu.
	Pozitia este definita prin (i) distanta de la originea sistemului local de coordonate atribuit elementului liniar sau (ii) in coordonate globale.
Coord X, Y, Z	(Aceasta optiune este disponibila doar daca optiunea Introducere geometrie este setata la Sursa geometrie)
	Aceste trei valori definesc exact pozitia originii sursei geometriei toronului. Semnificatia exacta depinde de setarile efectuate mai sus.

Material

Material	Indica materialul toronului.
Numar de felemente din toron	Defineste numarul de fire din toron.
Numar de toroane in grup	Specifica numarul toroanelor identice care creeaza un grup. Pentru detalii, vedeti imaginea de mai jos.
Arie	(valoare informativa) Afiseaza aria sectionala a toronului.
Diametru tub	Parametrul este utilizat doar pentru testarea introducerii geometriei.
Alocare	Aceasta optiune deschide o fereastra optionala in care pot fi selectate elementele liniare alocate toronului. In general, unui singur toron i se asociaza mai multe elemente liniare, ex.: cazul mai multor elemente liniare mai scurte asezate unul in continuarea celuilalt si armate cu acelasi toron.
Caz de incarcare	Utilizatorul trebuie sa selecteze cazul de incarcare din lista. Lista contine doar cazurile de incarcare pentru Cazul de incarcare este setat la Pretensionare . Efectele pretensionarii toronului vor fi salvate in acest caz de incarcare.

Imagine: Grupe toroane

Example 1: 6 tendons in a group; 2 elements per tendon; 2 units prestressed sequentially (jack stressing three tendons simultaneously)



Example 2: 6 tendons in group 1, 3 tendons in group 2; 2 elements per tendon; 3 units prestressed sequentially



Eforturi

Tip pretensionare	Tipul de tensionare este analog toroanelor pretensionate.
Pretensionare de la	Programul ofera patru optiuni. Ancorarea simultana a ambelor capete nu este nici economica si nici practica. Semnificatia optiunilor oferite in lista este evidenta.
Coeficient de frecare in partea curbata a toronului	Coeficientul de frecare pentru partea curbata.
Coeficient de	(doar pentru normativele CSN / STN)
frecare in parte dreapta a toronului	Coeficientul de frecare pentru partea dreapta a toronului.
Deformare	(doar pentru normativele EC2, NEN)
unghiulara neintentionata	Deformarea unghiulara neintentionata a toronului.
Setare ancoraj- inceput	Defineste setarea ancorajului la inceputul toronului.
Setare ancoraj	Defineste setarea ancorajului la finalul toronului.
Durata de aplicare a efortului	Specifica durata de mentinere constanta a eforturilor in timpul corectiei relaxarii.
Efort initial- inceput	Efortul initial la inceputul toronului.

Partea de toron in consola nu intra in calcul	Defineste partea initiala a toronului care este luata in considerare la calculul pierderilor dar nu si la crearea modelului structural. Aceasta optiune este utila in cazul in care toronul strapunge reazemele teoretice iar utilizatorul nu vrea sa includa aceasta parte a structurii in model dar vrea pierderile corecte.
Partea de toron in consola nu intra in calcul	Asemanatoare optiunii anterioare.
Distanta intre sectiuni pentru note de calcul	Defineste sectiunile unde vor fi prezentate rezultatele.

Arc

(Aceste optiuni sunt disponibile doar daca Introducerea geometriei este setatata la Introducere directa)

Tip curba	Cerc+tangenta
	Cerc: parametrul reprezinta distanta dintre varf si punctul de tangenta (vedeti imaginea de mai jos).
	Cerc+raza
	Cerc: parametrul este raza cercului. Raza si cele doua tangente determina un cerc. Lungimea tangentelor este calculata automat.
	Parabola+tangenta simetrica
	Parabola: parametrul este distanta dintre varf si punctul de tangenta (inceputul sau finalul parabolei). Cele doua tangentei si axa de simetrie a parabolei determina parabola.
Parametru curba	Aici poate fi introdus parametrul corespunzator.





Definirea unui toron intern post-tensionat

Procedura de introducere a unui toron post-tensionat

- 1. Deschideti serviciul Structura.
- 2. Deschideti ramura Toroane.
- 3. Initializati functia Toron intern post-tensionat.
- 4. Completati parametrii.
- 5. Confirmati cu ajutorul butonului [OK].
- 6. In functie de tipul de geometrie selectat, (i) fie definiti distributia geometriei fie (ii) introduceti direct geometria toronului.
- 7. Inchideti functia.

Modificarea unui toron intern

Pentru modificarea unui toron intern deja definit se aplica urmatoarea procedura:

Procedura de modificare a unui toron post-tensionat

- 1. Selectati toronul care va fi modificat.
- 2. Fereastra de proprietati va afisa proprietatile acestuia.
- 3. Modificati parametrii necesari.
- 4. Daca este necesar, utilizati butoanele din partea inferioara a ferestrei de proprietati.
- 5. La final, deselectati toronul.

Butoanele disponibile pentru editarea unui toron post-tensionat intern

Selectare locatie

Atribuirea toronului unui element liniar este realizata cu ajutorul elementului **Alocare** din tabelul de proprietati a toronului. Aceasta optiune (din fereastra de proprietati) permite selectarea elementului liniar dintr-o lista.

Butonul **Selectare locatie** permite selectia directa din fereastra grafica a elementelor liniare.

Editare geometrie toron

Acest buton initializeaza modificarea formei toronului direct din fereastra grafica.

Editare tabelara geometrie

Acest buton deschide pe ecran o fereastra ce afiseaza tabelul varfurilor toronului. Coordonatele si tipurile de arc pot fi modificate din aceasta fereastra.

Pierderi prin toroane

Aceasta actiune nu este doar o actiune de editare, fiind utila si in timpul proiectarii toronului. Acest buton initializeaza calculul pierderilor si afiseaza rezultatele intr-o fereastra separata. Pentru mai multe informatii, consultati capitolul Pierderi la pretensionare pentru un toron intern.

Informatii calcul

Acest buton deschide un raport al parametrilor necesari calculului.

Valori initiale

Acest buton readuce toti parametrii la setarile implicite.

Pierderile pentru un toron intern

Procedura de calcul a pierderilor

- 1. Selectati toronul care va fi modificat.
- 2. Fereastra de proprietati afiseaza proprietatile acestuia.
- 3. Apasati butonul [Pierderi toron] din partea inferioara a ferestrei de proprietati.
- 4. Verificati rezultatele intr-o fereastra separata vedeti mai jos.
- 5. Inchideti fereastra.
- 6. Deselectati toronul.

Fereastra de previzualizare pentru pierderile calculate

Fereastra de previzualizare este impartita in doua: in prima parte sunt afisati cativa parametri ai toronului si tabelul cu rezultate. Utilizand bara de instrumente din partea superioara a ferestrei, toate informatiile pot fi exportate intr-un fisier (HTML, TXT, PDF, RTF) sau direct la ploter, iar in a doua parte este afisata o diagrama a pierderilor pe toata lungimea toronului. Este posibila modificarea scarii diagramei sau textului. Meniul pop-up ofera o serie de functii caracteristica imaginilor: zoom, imprimare, copiere in memorie sau salvare intr-un fisier extern.



Toroane externe

Parametrii un toron extern post-tensionat

General

Nume	Indica numele toronului.
Descriere	Aceasta optiune permite introducerea unei scurte descrieri.
Numar	Defineste numarul toronului.
Тір	(valoare informativa) Afiseaza tipul toronului (intern / extern).
Layer	Selecteaza layerul pentru fiecare toron. Fiecare toron poate fi atribuit unui layer diferit.

Material

Material	Indica materialul din care este alcatuit toronul.
Numar de elemente din toron	Defineste numarul de fibre din toron.
Numar de toroane in grup	Indica numarul de toroane identice care formeaza un grup. Pentru detalii vedeti imaginea de mai jos.
Arie	(valoare informativa) Afiseaza aria sectionala a toronului.
Caz de incarcare	Utilizatorul trebuie sa selecteze cazul de incarcare din lista. Lista contine doar cazurile de incarcare pentru Cazul de incarcare este setat la Pretensionare .

Efectele pretensionarii toronului vor fi salvate in acest caz de incarcare.

Eforturi

Eforturi dupa ancorare

Efortul in toron dupa ancorare.

Definirea unui toron liber post-tensionat

Procedura de introducere a unui toron post-tensionat liber

- 1. Deschideti serviciul Structura.
- 2. Deschideti ramura Toroane.
- 3. Initializati functia Toron liber post-tensionat.
- 4. Completati parametrii.
- 5. Confirmati cu ajutorul butonului [OK].
- 6. Introduceti geometria toronului.
- 7. Inchideti functia.

Modificarea unui toron extern

Pentru modificarea unui toron extern deja definit se aplica urmatoarea procedura:

Procedura de editare a unui toron post-tensionat extern

- 1. Selectati toronul care va fi modificat.
- 2. Proprietatile acestuia vor fi afisate in fereastra de proprietati.
- 3. Modificati parametrii.
- 4. La final, deselectati toronul.

Mota: Exista butoane pentru acest tip de toron.

Modificarea geometriei unui toron post-tensionat

Pentru modificarea formei unui toron extern, urmati regulili pentru modificarea unui element liniar. Din puncte de vedere al geometriei, toronul extern este un element liniar: are noduri de capat, posibila noduri intermediare si un corp de legatura. Astfel, pot fi editate coordinatele nodurilor, pot fi efectuate modificari geometrice, etc.

Rezultate

Rezultate pentru toroanele post-tensionate

Rezultatele toroanelor post-tensionate pot fi afisate asemanator toroanelor pretensionate. Consultati capitolul Beton pretensionat > Rezultate > Eforturi toron.