

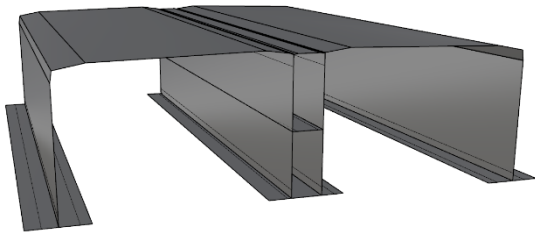
Collapsed Volumes och Strut-and-Tie-modellering – en effektivisering av armeringsprocessen

Examensarbetare: Tomas Dahl

Det traditionella sättet att bygga på lämnar en del i övrigt att önska. Arbetet passerar mellan inblandade parter i turordning och saknar struktur och koordination. Med hjälp av konceptet Virtual Design and Construction skapas en virtuell plattform som alla inblandade aktörer arbetar med och utgår ifrån tillsammans, och ämnar effektivisera sättet vi bygger på. I samarbete med företaget CN3 har två verktyg utvecklats för att förbättra och förenkla samarbetet mellan arkitekt och ingenjör.

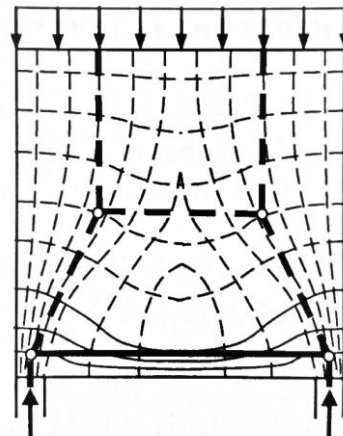
Det här arbetet har syftat till att utveckla två verktyg som kan underlätta arbetet vid armeringsmodellering.

Det första, Collapsed Volumes, ämnar skapa en förenklad tvådimensionell version av tredimensionella volymer upprättade i ritprogram som i sin tur kan användas som underlag i beräkningsprogram. Specifikt för detta arbete behandlas programmet Sofistik som används av CN3:s kollegor på Centerlöf & Holmberg. Detta kan resultera i stora tidsbesparingar i modelleringsarbetet, då modellering av geometrier går mycket snabbare i CAD-mjukvara än i Sofistik. Anledningen till denna översättning från 3D till 2D är att Sofistik bara bearbetar ytor, inte volymer.



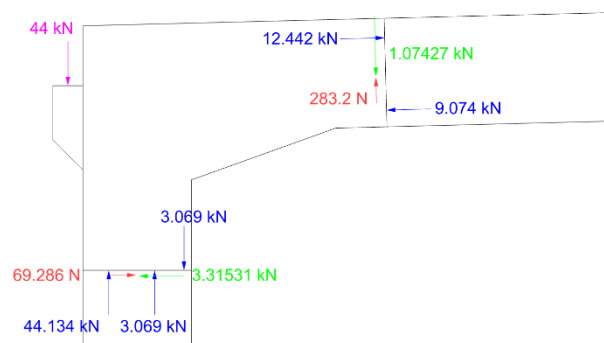
Figur 1 - Ytmodell av tunnelstycke i projektet Lilla Bommen i Göteborg.

Det andra verktyget, STM Tool, är ett komplement till Collapsed Volumes som undersöker spänningsflöden i betongstycken, i det här fallet samma tunnelstycke som ovan. Med spänningsflödet som grund kan en preliminär armeringsmodell utformas med hjälp av Strut-and-Tie-metoden, som är ett sätt att uttrycka komplexa spänningsmönster med fackverksmodeller. En sådan fackverksmodell kan användas som underlag för att motivera eventuella förändringar i armeringsmodellen i ett tidigt skede.



Figur 2 - Fackverk i fetmarkerade linjer, förenkling av bakomliggande spänningsmönster.

Fackverket delas upp i linjer utsatta för tryckspänning (streckad) och dragspänning (heldragen). Spänningarna omvandlas till krafter som verkar genom fackverket, och då betong inte kan omhänderta dragkrafter behöver armering tillsättas i områden där dessa uppstår.



Figur 3 - Undersökt tvärsnitt ur tunnelstycket med verkande krafter på avgränsningarna.

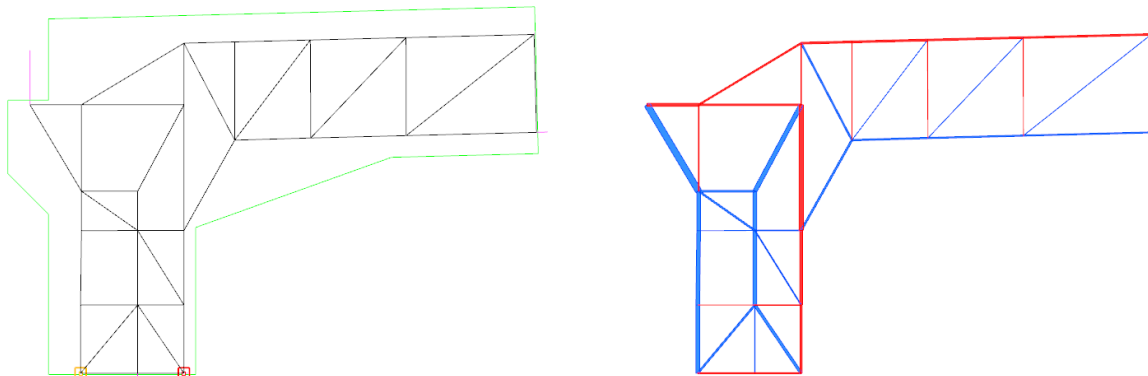
När en Strut-and-Tie-modell ska upprättas finns det ingen unik lösning. Om tio ingenjörer skulle skapa varsin modell hade dessa antagligen varit tio helt olika modeller. För att kunna välja ut den mest optimala modellen infördes tre kriterier som alla Strut-and-Tie-modeller jämförs mot:

1. Summan av kraften i varje fackverkssträva multiplicerad med dess längd ska ge en så liten siffra som möjligt – path of least resistance. Detta kan sammanfattas som ett sätt att välja ut det materialsnålaste fackverket.
2. Fackverksmodellen ska i så stor mån som möjligt överensstämma med rådande spänningsmönster.
3. Armeringsmodellen som följer av Strut-and-Tie-modellering ska vara så praktiskt tillämpbar som möjligt.

Det tredje kriteriet behandlar hur fackverksmodellen bör designas för montering på byggarbetsplatsen. Dragna linjer, som motsvarar placeringen av armering, bör i så stor mån som möjligt läggas i linje med modellen eller i tvärgående riktning, för att efterlikna hur armering läggs i vanliga fall – longitudinell armering och tvärkraftsarmering.

I bilden nedan illustreras ett resultat av STM Tool, där blåa linjer motsvarar tryckkraft och röda linjer dragkraft. Fackverket är modellerat så att de röda linjerna i så stor mån som möjligt ligger i längsgående eller tvärgående riktning enligt den modell som undersöks.

Verktygen är i nuläget fortfarande i prototypstadiet, men det finns mycket utrymme för vidareutveckling. Om resultatet av användandet av dessa verktyg visar sig vara fördelaktiga i kommersiella syften skulle detta motivera ett fortsatt utvecklingsarbete.



Figur 4 - Undersökt tvärsnitt ur tunnelstycket t.v., fackverksmodell t.h.