

# Spiling i tunnlar – en förstudie

## Spiling in tunnels – a pilot study

- Catrin Edelbro, Fredrik Perman

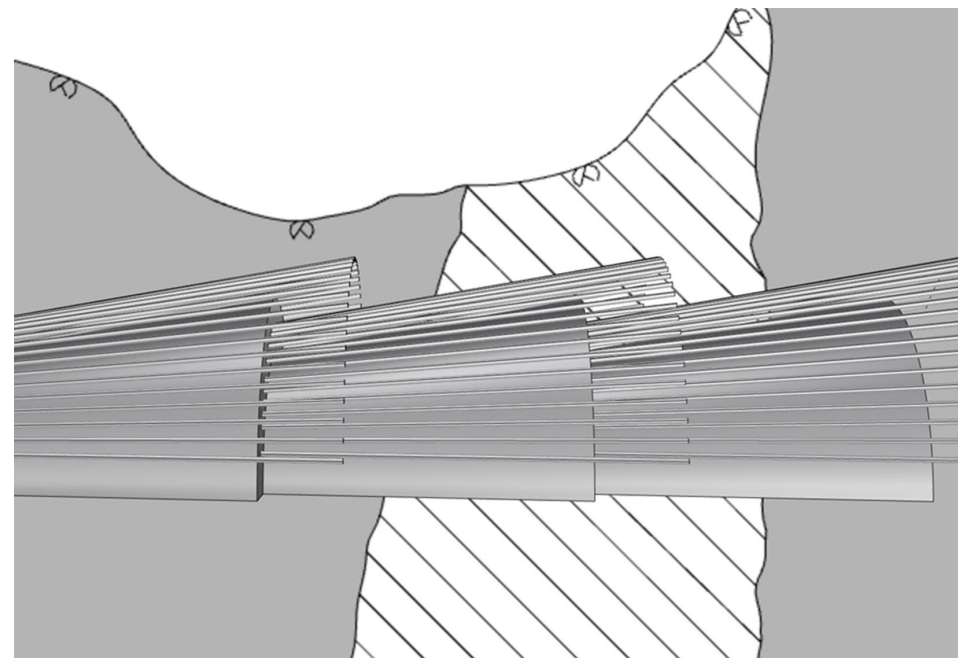


- Fredrik Johansson



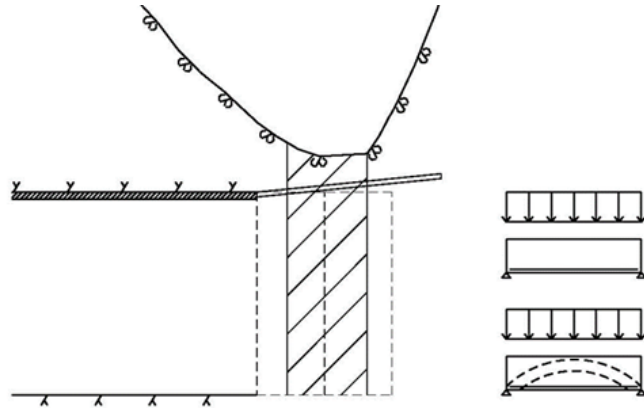
## Introduktion

- När bergets bärförmåga är otillräcklig på grund av dålig bergkvalitet, omfattande svaghetszoner, osv. kan en anpassad och omfattande förstärkningslösning med spiling (längre rör, stag eller bult) utformas för att säkra produktion, arbetsmiljö, omgivning och färdig tunnel.



## Bakgrund

- Det finns idag inga tydliga sammanställda råd, beräkningsätt eller anvisningar inom svenskt bergbyggande för dimensionering av spiling, trots att drivning genom komplexa passager innebär en stor kostnad.



*Figuren visar exempel på längdsektion över tunnel med spiling genom dåligt berg och med låg bergtäckning. Till höger visas exempel på bärighetsmodeller, balk och valv (Trafikverket, 2019).*

- Internationellt finns heller ingen allmänt accepterad dimensioneringsprincip för spiling.

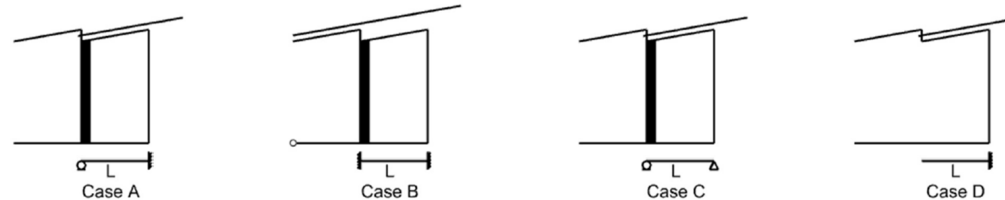
## Syfte och mål

- Baserat på tidigare utförda samt pågående projekt där spiling använts har exempel på design och erfarenhet av temporär förstärkning med spiling sammanställts.
- Målet är att öka kunskap för dimensionering av spiling för främst tunnlar.
- Förstudiens resultat syftar till att vara användbart och ligga till grund för fortsatta forskning och tillämpning av sätt att analysera, modellera och dimensionera spiling.



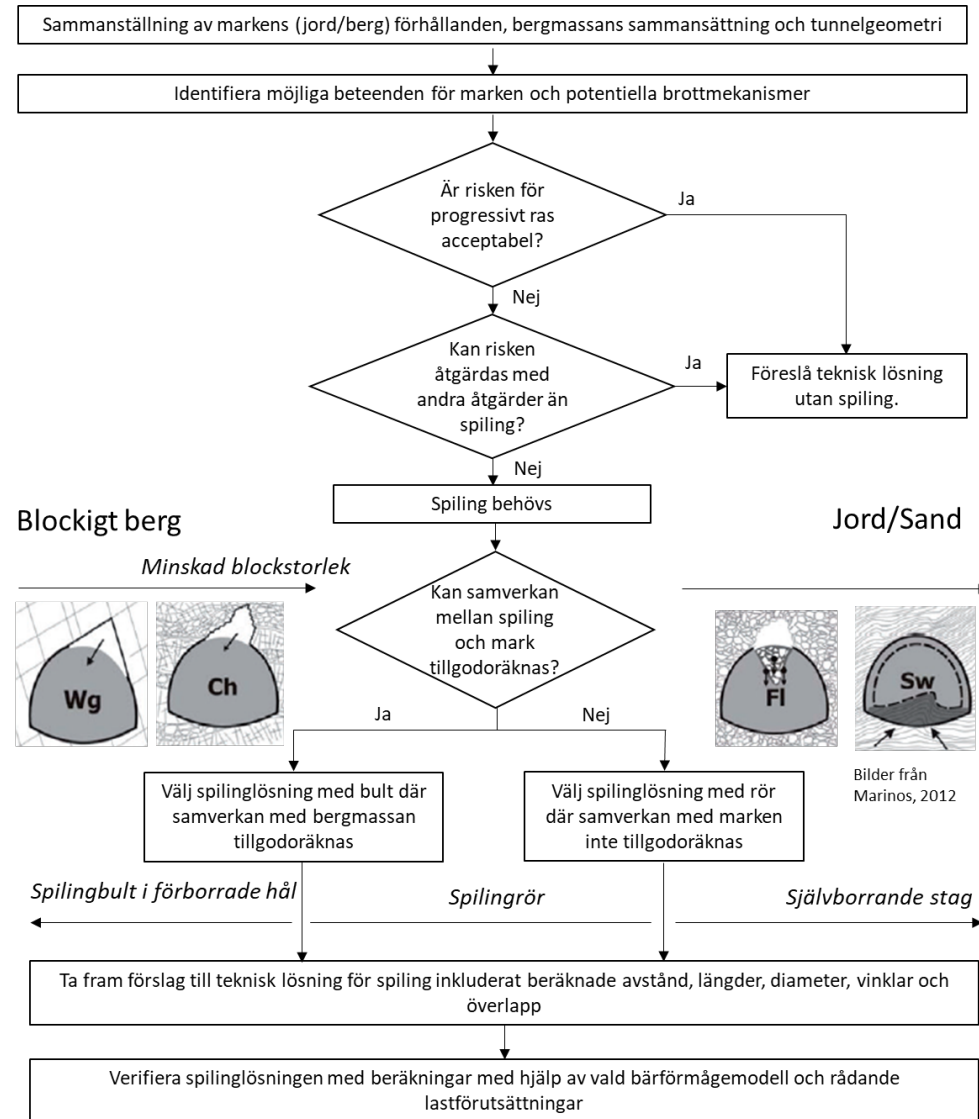
# Resultat

- Litteratur- och praktikfallsstudien har visat att det behövs en tydlighet angående nomenklatur och definition av vad som vi benämner som spiling.
- Vid val av spiling som teknisk lösning bör följande beskrivas (i) funktion och verkningssätt, (ii) typ och dimension, (iii) ingjutning, (iv) samverkan med annan förstärkning och (v) installation.
- I projekteringen av spiling är det viktigt att ta hänsyn till bland annat följande aspekter gentemot andra discipliner och gentemot byggskedet: injektering, arbetsmiljö, investeringskostnad och tidsåtgång.
- Förstudien visar att projekteringen av spiling skiljer sig åt och att man valt olika beräkningsmetoder, elementarfall och belastningsfall för samma förväntade beteende hos bergmassan. Materialparametrar generellt, både avseende relevanta materialparametrar för lösbergsmassor och omgivande berg, men även parametrar som beskriver spilingens samverkan med berget är svåra att bedöma.



Case A	Case B	Case C	Case D
$M_{max} = M_B = \frac{q \cdot s \cdot L^2}{8}$	$M_{max} = M_A = M_B = \frac{q \cdot s \cdot L^2}{12}$	$M_{max} = M_{mid} = \frac{q \cdot s \cdot L^2}{8}$	$M_{max} = M_A = \frac{q \cdot s \cdot L^2}{2}$
$V_{max} = V_B = \frac{5 \cdot q \cdot s \cdot L}{8}$	$V_{max} = V_A = V_B = \frac{q \cdot s \cdot L}{2}$	$V_{max} = V_A = V_B = \frac{q \cdot s \cdot L}{2}$	$V_{max} = V_A = q \cdot s \cdot L$

# Framtaget principiellt flödesschema vid dimensionering av spiling



## Rekommenderat fortsatt arbete

- Använda ett eller flera praktikfall och för dessa tillämpa analytisk och numerisk beräkning i 3D för att kunna tolka och jämföra skillnader i resultat.
- Utföra (i) känslighetsanalys av valda materialegenskaper och (ii) sannolikhetsbaserad dimensionering för en ökad förståelse för osäkerheter, val och påverkan av parametrar och materialegenskaper.
- Lokal valvverkan bör studeras för sprickigt berg i 2D modeller.