

SUPERCON - sprøytebetong kan redusere tunnelers klimafotavtrykk

I forskningsprosjektet SUPERCON utvikler vi teknologi for vanntett sprøytebetong. Ved å benytte denne teknologien som alternativ til tradisjonell tunnelkledning for vannsikring av norske tunneler, kan bransjen redusere klimafotavtrykket betraktelig.

Guillermina Peñaloza

SINTEF Community
Avdeling: Infrastruktur

I prosjektet har vi som et eksempel beregnet hvordan valg av tunnelkledning påvirker klimagassutslipp fra bygging og vedlikehold av Byåstunnelen. Der fremkommer tydelig effekten av ny sprøytebetongteknologi.

Byåstunnelen er et infrastrukturprosjekt i Trondheim kommunes miljøprogram «Grønt Trondheim». Prosjektet er foreløpig ikke finansiert, så beregningen er en ren teoretisk øvelse. Prosjektkostnadene avhenger av hvilken løsning som velges, og byggestart er ikke besluttet.

Statens vegvesen har presentert tre traséalternativer. Tunnelengdene er anslått til: 1) 2380 meter, 2) 2170 meter og 3) 2850 meter. Den årlige daglige gjennomsnittlige trafikkmengden (ÅDT) gir tunnelklasse E og en tunnel med dobbeltløp og T9.5 tunnelprofil i hvert løp. For vårt eksempel har vi valgt alternativ 3, som gir den lengste tunnelen og derav den forventede høyeste miljøbelastningen.

Beregnet klimagassutslipp for fem ulike løsninger



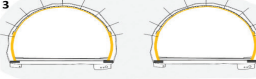
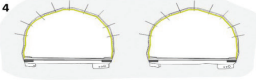
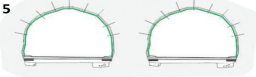
Vi har utført en forenklet livssyklusanalyse for å beregne klimagassutslipp fra materialer (betong, stål, eksplosiver, fibre og isolasjon) og energi (diesel til maskinbruk og transport av materialer og masser samt strøm til boring, ventilasjon og belysning).

Tunnelen er definert som dobbeltløp vegtunnel med 100 års levetid. De totale klimagassutslippene består av utslippene fra bygging med boring og sprengning, bergsikring og tunnelkledning samt utslippene fra utskifting av kledningen ved vedlikehold.

Fem alternativer for innvendig tunnelkledning ble sammenlignet: 1) plasstøpt betong, 2) prefabrikerte betongelementer, 3) prefabrikerte betongelementer + sprøytebetong, 4) sprøytebetong og 5) SUPERCON (vanntett sprøytebetong som utvikles i FoU-prosjektet).

Resultater

Tabellen oppsummerer klimagassutslippene for de fem alternativene

| Tunnelprofil (dobbeltløp T9.5). Lengde 2850 meter | Prosesser | | | GHG-utslipp (tonn CO ₂ -ekv.) | Relativ reduksjon i GHG-utslipp (%) | CO ₂ -eq pris by 2030* (Mill.NOK per tonn CO ₂ -ekv.) |
|--|--|---|--|--|-------------------------------------|---|
| | Boring og sprengning (profil og mengde eksplosiver) | Betong for bergsikring (10 cm tykkelse) | Type tunnelkledning | | | |
| 1 |  66,62 m ² 428000 kg | Sprøytebetong med stålfiber | Vann- og Frotsikring (materiale og tykkelse) PE skum (4,5 cm) | 147720 | 100 | 34 |
| 2 |  66,62 m ² 428000 kg | Sprøytebetong med stålfiber | Brannsikring (materiale og tykkelse) XPS (5 cm) | 39821 | -73 | 9 |
| 3 |  66,62 m ² 428000 kg | Sprøytebetong med stålfiber | Brannsikring (materiale og tykkelse) Vegger: XPS (5 cm) Heng: Armeringsnett av stål + PE skum (4,5 cm) | 31100 | -79 | 7 |
| 4 |  55 m ² 342000 kg | Sprøytebetong med stålfiber | Brannsikring (materiale og tykkelse) Armeringsnett av stål + PE skum (4,5 cm) | 14150 | -90 | 3,3 |
| 5 |  55 m ² 342000 kg | Sprøytebetong med stålfiber | Brannsikring (materiale og tykkelse) Polymerbasert sprøyte membran (3 cm) | 13000 | -91 | 3 |
| | | SUPERCON mix (Type B) | SUPERCON mix (Type A) for endelige tunnelkledning (8 cm) | 12400 | -91,5 | 2,8 |
| | | | | 11500 | -92,2 | 2,6 |

Alternativ 1 gir størst utslipp fordi det medgår store mengder betong med et beregnet utslipp på 147 720 tonn CO₂-ekv. Dette medfører en høy kostnad for både miljø og produksjonsindustrien. Med utgangspunkt i EUs kvotehandelsystem (EU ETS) så beregnes avgiftsnivået for klimagassutslipp innen 2030 til 230 kroner per tonn CO₂-ekvivalenter. EU ETS-avgiftene gjelder for klimagasser fra flere industrier som leverer ulike bestanddeler til tunnelkledninger som sement, stål og jern.

og reduksjon av utslipp i forhold til alternativet som gir høyest utslipp. Vi har også inkludert prisen per tonn CO₂-ekvivalenter fram mot 2030.

Under typiske norske grunnforhold og med en tunnelbransje som har god erfaring med å utnytte bergmassekvaliteten finnes det et godt grunnlag for å redusere klimagassutslipp og kostnader betraktelig. Denne reduksjonen er hovedsakelig knyttet til redusert sementforbruk. Det er tilfellet med sprøytebetongteknologien som utvikles gjennom SUPERCON (alternativ 5) og som i beste fall kan brukes både til bergsikring og tunnelkledning for vannsikring, og dermed være en kostnadseffektiv løsning med lavt klimagassutslipp.

Beregnet utslippsnivå for alternativ 4 og 5 utgjør hhv. 12 400 og 11 500 tonn CO₂-ekv., det vil si ca. 92 % mindre enn alternativ 1, eller om lag 8 % av utslippet fra alternativ 1. For alternativ 4 og 5 legges alt direkte på tunnelveggen heller enn i styrt profil som også gir en reduksjon i volumet av sprengt stein, og derav igjen en reduksjon i forbruket av diesel og eksplosiver.

Store klimautslipp å spare i tunnelprosjekter

Tunnelbygging, både selve drivin-

gen og etablering av konstruksjoner, krever store mengder sement og fossilt brensel, under bygging, drift og vedlikehold, noe som gir store klimautslipp.

Denne studien viser at teknologiske innovasjoner gjør det mulig å redusere både klimagassutslipp og relaterte kostnader. Implementering av nye teknologier og metoder er nødvendig for å sikre at transportsektoren bidrar til Norges mål om å være et lavutslippssamfunn innen 2050.

Om SUPERCON

- SUPERCON (Sprayed sUstainable PErmanent Robotized CONcrete tunnel lining) er et KPN-prosjekt som er finansiert av Norges forskningsråd, prosjekteierne og industripartnerne.

- Målet er å redusere materialforbruket, øke bruken av bærekraftige råvarer og optimalisere produksjonsmetoder ved sprøytebetong som gjør det mulig å styrke «den norske måten» å bygge tunneler på. Prosjektet skal utvikle en vanntett sprøytebetong som kan inngå i et tids- og kostnadseffektivt tunnelkonsept, skreddersydd for å passe de fleste bergforhold og variasjoner i trafikk tetthet.

- Industripartnerne: Andersen Mek. Verksted, BASF, Bever Control, Be-

kaert NV, Elkem ASA, Entreprenør-service AS, NORCEM AS, SWECO Norge AS, Veidekke Entreprenør AS, Wacker Chemicals Norway AS.

- Forskningspartnere er NGI, NTNU og SINTEF.
- Bane NOR, Nye Veier AS og Statens vegvesen representerer byggherresiden.

Referanser

Miljøpakken (2022). Tilgjengelig på: <https://miljopakken.no/prosjekter/byastunnelen>

Kalvå, P.O.F. (2015). Life Cycle Assessment of the Byåsen tunnel in Trondheim, Norway-Assessing emissions from traffic and infrastructure (Master's thesis, NTNU).

Statens vegvesen (2022). Debattinnlegg fra Trafikkingeniør og tilhenger av Nullvisjonen. Tilgjengelig på: <https://www.adressa.no/midtnorskdebatt/i/oWJPgR/trondheim-trenger-byaastunnelen>

(*) basert på skattenivå for EU ETS klimagassutslipp som anslår 230 kroner per tonn CO₂-ekvivalenter innen 2030 (Kilde: Statistisk sentralbyrå og Finansdepartementet)