

Smart bruk av betong gir lavt klimagassutslipp

Design og konstruksjonssystem som byggherrer med sine planleggere i dag velger, har stor betydning for de årlige klimagassutslippene de neste årene.

Sett mål for klimagassutslipp allerede i konseptfasen. Dette målet må følges opp gjennom prosjektet på samme måte som økonomien i prosjektet følges opp.

Fokusert innsats i designfasen og prosjekteringsfasen, er fasene prosjektets totale betongmengder kan optimalisere. Reduksjon av betongvolumet gir ofte et større bidrag enn å fokusere på utslippsfaktoren til materialet. Erfaring noen byggherrer har, er at kostnadene reduseres tilsvarende.

Dette handler om at smart bruk av produktet betong redusere klimagassutslippene som igjen bidrar til et mer bærekraftig samfunn.

Miljøkomiteen i NB har sammen med fagfolk i bransjen, utarbeidet en serie temaartikler basert på [miljøbrosjyren](#) «Visste du dette om betong og miljø?»



Les mer om «**Smart bruk av betong gir lavt klimagassutslipp**» i artikkelen «Å bruke materialer smartere gir lavere klimagassutslipp».

Dette er den **fjerde** av flere temaartikler publisert i Byggeindustrien. Artikkelen er i sin helhet gjengitt under med tillatelse fra Byggeindustrien.

29 juni 2018

På vegne av
Miljøkomiteen i Norsk Betongforening.

Knut Bryne og Morten Bjerke

Å bruke materialer smartere gir lavere klimagassutslipp

Om målene i Nasjonal transportplan NTP skal oppfylles, vil de store anleggsprosjektene som f.eks Intercityutbyggingen til BaneNOR og vegprosjekter som Fergefri E39 til Statens vegvesen øke nasjonens totale årlige klimagassutslipp vesentlig.

**Ketil Søyland,
Daniela Bosnjak,
Christer Wolden og
Christopher Garman**
- alle Norconsult

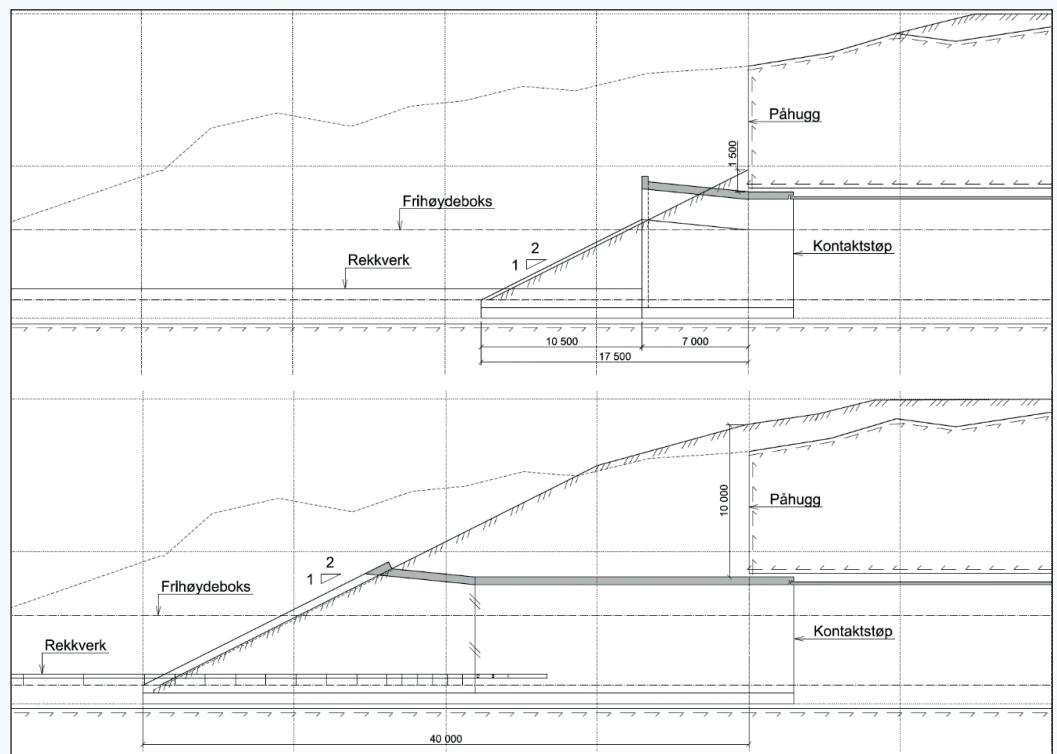
Disse prosjektene vil påvirke Norges mulighet til å klare en klimagassreduksjon på 40% innen 2030. Statens vegvesen angir utslipp på ca 35 tonn CO₂ pr mill kroner investert. Målene i NTP er minst 1000 mrd kr og disse vil gi et klimagassutslipp på 35 mill tonn CO₂. Fordeles dette ut over NTP-perioden på 10 år, tilsvarer det en økning av Norges årlige utslipp på 10%.

Norconsult ser at utslipp i byggefasen normalt utgjør mer enn 80% av prosjektets samlede utslipp i prosjektets levetid. Det betyr at de valg som gjøres av planleggere i dag har direkte betydning på om nasjonale mål fremover oppnås. I denne artikkelen vil vi diskutere hvordan vi rådgivere kan bidra til å redusere klimagassutslipp og et mer bærekraftig samfunn.

Fokusert innsats i prosjekteringsfasen

Smarte og bærekraftige løsninger kommer ikke av seg selv. Krav i norske standarder, håndbøker og andre byggherrekraav begrenser kreativiteten i å finne nye og mer innovative løsninger.

Mange i privat sektor har vært flinke til å sette seg en målsetting når det gjelder utvikling av mer bærekraftige bygg. Innenfor anleggssektoren har utviklingen kommet kortere. Prosjektene har høyt fokus på krav til ytre miljø, forurensede masser osv., men lite fokus



Lengdesnitt kort og lang tunnelportal.

på reduksjon av klimagassutslipp. Vi erfarer at best effekt i oppnås om man får på plass en god målsetting for prosjektet allerede når konseptvalg foretas.

Fokus på å redusere mengder

For å redusere klimagassutslipp, er det like viktig eller viktigere å redusere mengder som å fokusere på utslippsfaktoren for materialer.

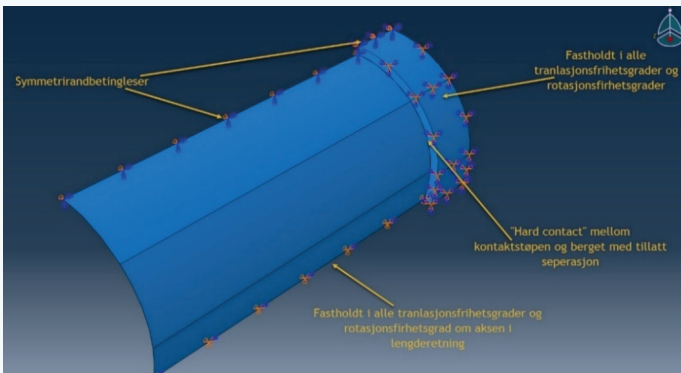
Dette kan eksemplifiseres med en kort tunnelportal som får mye synlig fjellskjæring sammenlignet med en lengre portal med en mer naturlig terrengtilpasning. Det kan

være mange meninger om hva som er arkitektonisk riktig, men om målet er å redusere klimagassutslippet, kan en kort portal være fordelaktig. I figurene over vises en tunnelportal der klimagassutslippet, ved å velge den korte portalen, er redusert med over 70%. Kostnadene ble redusert tilsvarende. Om løsningen ikke er så banebrytende i seg selv, illustrerer det godt effekten ved å vurdere og velge løsning også ut fra et klimagassperspektiv.

Vi har også sett at konstruksjoner i anleggssektoren ofte har

et stort potensial for optimalisering, da de av forskjellige grunner som tid, prosjekteringskostnad, kunnskap blir overdimensjonert. Selvfølgelig skal det prosjekteres og bygges robuste konstruksjoner, som tåler krav til levetid og sikkerhet gitt i norske standarder. Optimalisering av en konstruksjon kan innebære forenklinger og andre besparelser som man kan identifisere ved bruk av mer avanserte beregningsverktøy og grundig vurderte konstruksjonsløsninger og prinsipper.

I Norconsult har vi gjort en reg-



3D beregningsmodell

nøvelse der vi har beregnet den lange portalen i figuren med et 2D-ramme verktøy (G-Prog) og et Finite element program (Abacus). Beregningene viser at ved bruk av en mer nøyaktig beregningsmodell, modellering av geometri og laster osv., kan vi redusere armeringsmengden med 33%. Dette er en vesentlig reduksjon og vil totalt sett spare prosjektet for kroner, tid og ikke minst klimagassutslipp.

Optimalisering av konstruksjonsløsninger, beregningsmodeller og beregningsverktøy

Prosjekteringen skal alltid tilstrebe å optimalisere konstruksjonene for å oppnå lavest mulig pris.

Likevel er det ofte slik at konstruksjonene ikke er så optimalisert som de kunne blitt. Ofte blir det satt av for kort tid til prosjektering fordi det er stort konkurransepress på antall prosjekteringstimer. Andre ganger skal prosjektene gjennomføres med korte frister, f.eks. ved totalentrepriser. Det er også veldig vanlig å generalisere for å unngå variasjoner i geometri/armeringsføring eller konstruksjonstype som kan bidra til å forenkle og forkorte byggetid. Noen ganger er det prosjekterende eller byggherres ønske om en robust konstruksjon som er styrende, der robusthet kan forveksles med overdimensjonert konstruksjon.

Man skal heller ikke undervurdere effekten av uklart og upresist regelverk som resulterer i mange konservative antagelser i prosjekteringen. Jordtrykk på nedgravde konstruksjoner er et typisk eksempel på dette. Generalisert regelverk kan medføre unødvendige fravikssøknader, som igjen kan medføre at et prosjekt ikke alltid velger optimal løsning, fordi man ikke bruker muligheten til å søke fravik.

Det er potensiale for optimalisering av alle typer konstruksjoner. Samtidig er det noen konstruksjonstyper som peker seg ut. Størst potensiale har konstruksjoner som det bygges mest av, som støttemurer, kulverter, portaler og korte bruer

i betong. Når det gjelder de større bruene som hengebru, skråstagsbru, fritt-frembyggsbru, osv., vil disse normalt være optimalisert på grunn av utfordringer til spennvidde, kostnad for fundamentering og annet.

Denne optimaliseringen utføres ikke i like stor grad for små og mellomstore betongkonstruksjoner. Der har andre funksjoner og formingsmessige ønsker ofte prioritet.

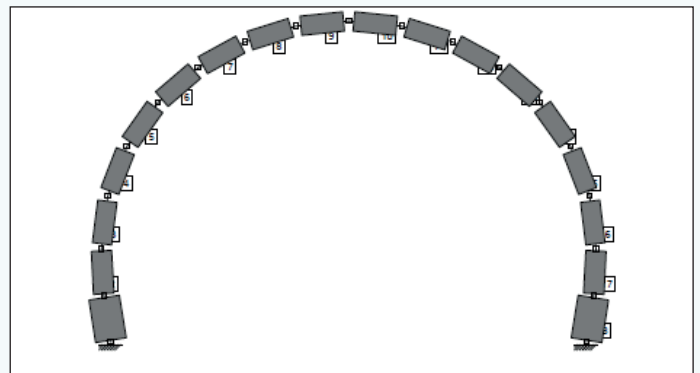
Hovedandelen av bruer som bygges er små og mellomstore konstruksjoner. Derfor vil optimalisering av disse konstruksjonene totalt sett kunne gi stor gevinst i form av reduserte klimagassutslipp.

Det bør stilles strengere krav til prosjekterende om å optimalisere konstruksjoner, samtidig som de selv velger metode og verktøy. Det som kan være aktuelt å bruke er:

- 3D FEM-modellering med nøyaktig modellering av geometri og randbetingelser
- Ikke-lineære analyser eller dimensjonering med ikke-lineær betongmodell
- Samvirkeanalyser av nedgravde konstruksjoner,
- Bruk av lavere sikkerhetsfaktorer kombinert med strengere kontroll ved utførelse

Gode ideer er viktige

Det å være kreativ og gjennomføre kreative prosesser for å finne de gode ideene er viktig for å få til betydelige reduksjoner av et prosjekts klimagassutslipp. Det kan være en utfordring at man lett å forenkle seg i enkelte ideer, uten at de er begrunnet skikkelig i forhold til hvilken klimagassreduksjon ideene kan gi. Det er derfor viktig at mulige løsningsforslag evalueres på en analytisk måte med sammenlignbare kriterier som utslippsfaktorer for de forskjellige materialene som inngår i et produkt. Et godt klimagassbudsjett, der materialer dokumenteres med Miljøavredeklarasjoner (EDP), er nøkkelen til å kunne ta gode valg som bidrar til å oppfylle prosjektets målsetting. Og vi unngår beslutninger tatt basert på magefølelse.



2D beregningsmodell

Summen av små og store tiltak utgjør forskjellen

Det har vært mye fokus på lavkarbonbetong og resirkulert armering i anleggsbransjen. De fleste byggherrene er godt gang med å implementere løsninger som sikrer reduserte utslipp ved hjelp av disse to materialtypene. Men, lavkarbonbetong og resirkulert armering vil alene ikke gi tilstrekkelig og nødvendig effekt. Skal samfunnets målsetting om reduserte klimagassutslipp nås, må flere og andre tiltak på plass. Noen eksempler som bidrar og monner er optimaliserte tverrsnitt, spenninndeling, smartere fundamenteringsløsninger, varierende tverrsnitt, sparerør eller andre tiltak som sparer betongmengder, bruk av bedre beregningsverktøy. Ingen av tiltakene alene vil løse samfunnets mål. Det er summen av bidrag fra både store og små tiltak som vil gi oss de reduksjonene samfunnet trenger.

Sette klimakrav i kontrakt

Hvilken kontraktstype man etablerer, vil være førende for hvordan tiltak kan implementeres i prosjektene. Norconsult erfarer at det er viktig å ikke prøve å være alt for smart i hvordan kontraktene skrives, men heller involvere alle parter i å bli enige om felles mål som gir alle parter god kost-nytte effekt.

Veien videre

Skal vi i Norge klare å nå målene om reduserte klimagassutslipp, må vi tilbake til å spare på materialer. Bransjen må utfordres til å optimalisere konstruksjoner av alle typer. Betongkonstruksjoner er i en særklasse, fordi det er store klimagassutslipp knyttet til disse.

Vi må bruke mer tid og kompetanse i tidlig fase av prosjektene og ta inn klimagassutslipp som et tydelig kriterie i valg av konstruksjonsløsninger. Vi må bruke vår kompetanse og beregningsverktøy til å optimalisere løsningene bedre, da reduserer vi materialbruk, klimagassutslipp og kostnader i byggefasen.

Til slutt, byggherrene må sette ambisiøse og tydelige mål for kli-

magassreduksjoner. Dette motiverer og stimulerer alle parter i prosjektene til nytenking og løsninger som sammen bidrar til at vi når Norges klimamål og et mer bærekraftig samfunn.

- Byggherren må sette målene og stille kravene, og de må bidra til at det blir mulig for de andre aktørene å forbedre bransjen, prosjektene og løsningene i disse.
- Leverandører må optimalisere produksjonen
- Arkitekter, rådgivere og prosjekterende må optimalisere konstruksjonene ytterligere
- Entreprenøren må bygge og drive grønnere

Fakta

- Norsk Betongforenings Miljøkomité ønsker å spre kunnskap rundt temaet betong og miljø. NB har bedt fagfolk i bransjen ta for seg sentrale miljøaspekter med betong og presentere disse i en serie artikler. Denne er den 5. i serien og vil belyse hvordan lydegenskapene til betong kan utnyttes for å skape et godt innemiljø.
- Norsk Betongforening arbeider aktivt for å vise betongens betydning og muligheter i forhold til ulike miljøutfordringer. Miljøkomitéen baseres på solid dugnadsinnsats og har en koordineringsrolle mot en felles betongbransje sine aktiviteter. Dyktige og engasjerte medlemmer har initiert, diskutert og gjennomført aktiviteter for et utvalg miljøtema. Miljøkomitéen har til nå utarbeidet 4 rapporter der norske forskningsmiljø er brukt aktivt til nødvendig utrednings- og utviklingsarbeid.