

## informerer

Nr 8- 2010

### Flissetting av tunneler

Norges første pilotprosjekt med flislagte tunnelvegger

Av Arne Nesje, SINTEF Byggforsk  
Sekretariatsleder i Byggkeramikkforeningen.

*Norge er veitunnelenes land. Vi har i underkant av 1000 veitunneler med en lengde på underkant av 900 km. I utlandet har keramiske fliser vært et vanlig brukt kledningsmateriale i veitunneller, på tog- og undergrunnstasjoner. I Norge er nå en av våre mest trafikkertede tunneler fliskledt; den nye undersjøiske tunnelen i Bjørvika. Atikkelen orienterer om hvilke krav som stilles fra veimyndighetene, samt beskrivelse av løsninger som ble valgt.*



*Bilde 1: En av Norges mest beferdete tunnelstrekninger har vegger med keramiske fliser.*

### Kravene til materialer er strenge

Spesielt undersjøiske tunneler stiller store krav til både sikkerhet og bestandighet. Selve overflatene skal innfri en rekke tekniske og funksjonelle egenskaper. Her nevnes:

- Høy brannmotstand
- Frostbestandige produkter
- Lyse flater som sprer lyset godt
- Skal tåle mekanisk påkjenning som påkjørsler og slag
- Lang bestandighet og lite vedlikehold
- Lave renholdskostnader
- Konkurransedyktig i pris

Prosjektet Bjørvikatunnelen var det første store prosjektet til Veidirektoratet hvor fliser har vært benyttet.

Løsninger de valgte var å lage prefabrikkerte betongelementer hvor flisene ble innstøpt i elementene på fabrikken.

# Utfordringer og løsninger

## Overflatens styrke egenskaper

En flis på en tunnelvegg blir utsatt for andre påkjenninger enn ordinære veggfliser. I tunnel-lufta finnes mye støvkorn, asfalt og sotpartikler fra eksos som føres med luftstrømmene. De må derfor ha en glasur som er både tykk, sterk og bestandig så den ikke slites og mattes ned. Flaten må tåle kraftig rengjøring og kjemikalier. For å innfri kravene er det her benyttet fliser med en glasurkvalitet i PEI-klasse III. Dette er ikke en vanlig veggflis, men har en glasur som også benyttes på golv med normal slitasjepåkjenning.

## Farge og refleksjonsgrad.

Alle flater som utsettes for lys vil enten absorbere eller reflektere deler av lyset. En lys flate reflekterer det meste av lyset, en mørk flate absorberer det. *Glansgrad* er et mål hvordan og hvor mye av lyset brytes og reflekteres i overflaten. Det måles med et såkalt reflektometer. Høyt tall, f.eks. opp mot 100 betyr at mye av lyset blir reflektert. Lavt tall betyr at lyset blir absorbert eller spredd som diffust lys, noe som i en tunnel er gunstig for ikke å forårsake sjenerende lysrefleksjoner eller blinding. Man kan velge mellom et stort utvalg av lyse farger og glansgrader. Veidirektoratet satte krav til glansgrad 30. Flisleverandøren kunne da framskaffe produkter med de egnede refleksjonsegenskapene.

I tunneler bør det velges hvite veggpartier. Man kan spare betydelig beløp i strømkostnader da man slipper å benytte så kraftig belysning som ellers trengs i mørkere tunneler. Godt lys bedrer både trafikksikkerheten og trivselen ved å kjøre i tunneler.

Til dette formålet har keramiske fliser store fordeler i forhold til alternative materialer.

## Brannteknisk vurdering og festeteknikk

Brann i tunneler er et skrekksenario, derfor er det viktig å vite hvordan alle materialer som brukes oppfører seg ved brann. Betongelementene som dekker sideveggen har som primær oppgave å beskytte den konstruktive betongen som danner selve tunnelkroppen som er i tykk, vanntett betong. Alle materialer testes både mht. brennbarhet, også hvordan innfestingen av flisene fungerer ved høye temperaturer.

Branntestene viste at innstøpte fliser i betong tåler høyere temperaturer enn fliser montert med mørtel eller lim før de løsnet. Derfor ble det valgt ikke å lime, men å støpe fast flisene i selve elementet. Kravet til vedheft mellom underlag og flis på 1.3 MPa var da ingen problem å innfri.

## Frostbestandighet

Tunnelåpningene kan ha varierende temperaturer og også perioder med frost. Fukt og kondens kan forekomme og produktene må tåle dette uten å ta skade. Midt inne inn i en tunnel er der alltid varmegrader, men i åpningene får man vekselvis fryse / tinepåkjenning på materialene.

Keramiske fliser med lavt vannopptak er velegnet for denne type anvendelse. I dette tilfellet ble det satt krav til flisenes vannopptak til under 1,5 %. Fliser med lavt vannopptak skal tåle både vann, is og evt. salter.

*Figur 2: Tunnelåpningene gir de hardeste påkjenningene på materialene; vann, frost, støv, temperaturvekslinger. ( Knudsen foto)*



## Motstand mot mekanisk påkjenning og slag

Fliser fås i ulike bruddstyrkeklasser, men tyngre påkjørsler av biler vil de ikke tåle. For å beskytte flisene ved evt. påkjørsel er de nederste 0,6 m av veggelementene utført i glatt, ubehandlet betong.

### Variasjonsmuligheter i mønster og farge .

Fliser kan benyttes til å gi en flate spesielle uttrykksformer, f.eks. ved å variere farger og formater. Man kan forme flaten som tekst eller annen informasjon til trafikantene.

Også som kunst eller utsmykning som vist på figur 3.



Figur 3: Eksempel på hvordan flismønsteret kan benyttes til kunstnerisk utforming eller informasjonsgivning. Veggdekorasjonen gir opplysning om at man her kjører rett under Operaen i Bjørvika.

## Produksjon og montasje av betongelementer

Elementenes primæroppgave er å beskytte selve hovedtunnelen. Hvert element er 3,3 x 3,5 m og veier 3,8 tonn. Det er levert ca 17.500 m<sup>2</sup> elementflater hvorav 13.700 m<sup>2</sup> er flislagt. Innfestingen skjer rasjonelt ved montasje på konsoller og boltefester i opp- og nedkant. Med så store arealer som tunnelvegger er logistikk både i produksjon og i montasje viktig. Det ble i fabrikk produsert 18 elementer pr. dag. Det ble i tunnelen montert fra 25 til 55 elementer daglig som representerer 300 til 450 m<sup>2</sup>. Selve elementmonteringen tok ca 3 måneder.



Figur 4 a og 4: Elementene ble heist på plass og festet med mekanisk forankring i topp og bunn. Avstanden til betongen bak er ca 25 mm.

## Oppsummering og veien videre.

I større byer i utlandet har fliskledde overflater vært mye benyttet i høyt trafikkbelastede tunneler og undergrunner. Høsten 2010 ble det første norske pilotprosjektet åpnet og hvor det er benyttet 13.700 m<sup>2</sup> fliser montert i betongelement.

Det gir flisflater med presise formater og helt fylte fuger, gode lysegenskaper, vedlikeholdsfrihet, enkelt renhold og lang levetid.

En slik tunneloverflate vil koste noe mer enn f.eks. en ren betong - eller sprøytepusset overflater som males. Grunnet enkelt renhold i forhold til alternative overflater antar byggherren dette vil kunne spares inn igjen via enkelt renhold og lavere renholdskostnader. Man kan også spare betydelige beløp i strømutgifter da de lyse flatene gir effektiv utnyttelse av belysningen. Her skal erfaringer med strøm- og renholdskostnader innhentes etter noe driftstid.

Trolig står flere tunneler for tur for flislegging?

### Kilder og referansepersoner:

Rune Viken (Flisekompaniet AS), Stein Hatlen, (Element-Partner AS) Kjell Furre og Kjell Solem (Bjørvikaprojektet i Veidirektoratet), Knudsens Fotosenter har vært bidragsytere med informasjon og bildemateriell. Disse har fra hvert sitt ståsted vært sentrale i at prosjektet nå framstår som en av Norges vakreste tunneler.