



FLISSETTING AV TUNNELER

Bjørvikatunnelen – et norsk pilotprosjekt



Fliser kan benyttes til kunstnerisk utforming eller informasjonsgivning. Veggdekorasjonen indikerer at man her kjører rett under Operaen. Etter forslag fra Flisekompaniet ble et bilde preget inn i flisene på fabrikk. Statens Vegvesen valgte en grafisk fremstilling



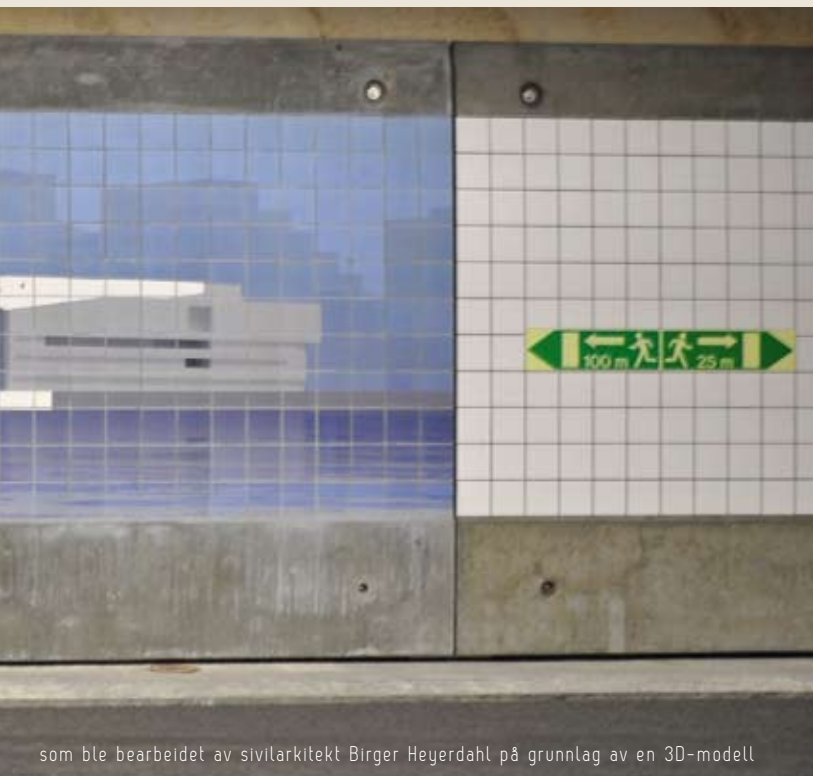
I en av Norges mest beferdete tunnelstrekninger er veggene kledd med keramiske fliser

Tekst:

Arne Nesje, SINTEF Byggforsk,
sekretariatsleder Byggkeramikklforeningen

Illustr.:

Byggkeramikklforeningen, Morten Knudsen,
Knudsens Fotosenter og mur+betong



som ble bearbejdet av sivilarkitekt Birger Heyerdahl på grunnlag av en 3D-modell

Norge er veitunnelenes land.

Vi har i underkant av 1000 veitunneler med en lengde på i underkant av 900 km. I utlandet har keramiske fliser vært vanlig som kledningsmateriale i veitunneller, på tog- og undergrunnstasjoner. I Norge er nå en av våre mest trafikkerte tunneler fliskledd; den nye undersjøiske tunnelen i Bjørvika. Her beskrives hvilke krav som ble stilt fra veimyndighetene, samt de løsninger som ble valgt.

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

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

Bjørvikatunnelen var det første store prosjektet til Veidirektoratet hvor fliser er benyttet. Her valgte man å benytte prefabrikkerte betongelementer hvor tørrpressede, hvitglasserte 20x20 cm fliser ble innstøpt i elementene på fabrikk.

Overflatens styrkeegenskaper

En flis på en tunnelvegg blir utsatt for andre påkjenninger enn ordinære veggfliser. I tunnel luften finnes mye støv, 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



Tunnelåpningene gir de hardeste påkjenningene på materialene: vann, frost, støv, temperaturvekslinger.
Foto: Morten Knudsen ©Knudsens Fotosenter

kjemikalier. For å innfri kravene er det her benyttet fliser med en glasurkvalitet i PEI-klasse III. Dette er ikke en vanlig veggflis, den har en glasur som også benyttes på gulv 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 på hvordan og hvor mye av lyset som brytes og reflekteres i overflaten. Glansgrad måles med 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 lysreflekser eller blinding. Man kan velge mellom et stort utvalg av lyse farger og glansgrader. Veidirektoratet satte krav til glansgrad 30. Flisleverandøren kunne da framskaffe egnede produkter.

I tunneler bør det velges hvite vegger. Man kan spare mye i strømkostnader fordi man slipper å benytte den kraftige belysning som trengs i mørkere tunneler. Godt lys bedrer både trafiksikkerheten og trivselen 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 oppfører seg ved brann. Betongelementene som dekker sideveggen har som primæroppgave å beskytte den konstruktive betongen, selve tunnelkroppen i tykk, vannrett betong. Alle materialer testes både mht. brennbarhet og hvordan innfestingen av flisene fungerer ved høye temperaturer.

Branntestene viste at fliser innstøpt i betong tåler høyere temperaturer uten å løsne enn fliser montert med mørtel eller lim. 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 det da enkelt å innfri.

Frostbestandighet

Tunnelåpningene har varierende temperaturer og perioder med frost. Fukt og kondens kan forekomme, og produktene må tåle dette uten å ta skade. Midt inne i en tunnel er det alltid varme-grader, men i åpningene får man vekselvis fryse-/tinepåkjenning på materialene.

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

Motstand mot mekanisk påkjenning og slag

Fliser fås i ulike bruddstyrkeklasser, men direkte påkjørsel med bil vil de ikke tåle. For å beskytte veggelementene ved evt. påkjørsel er de nederste 0,6 m i glatt, ubehandlet betong.

Variasjonsmuligheter – utsmykning

Fliser kan gi en flaten en spesiell utforming ved å variere farger og formater. Man kan fremstille logo, tekst eller annen informasjon. Et fotografi eller en grafisk fremstilling kan preges inn i flisene på fabrikk (pris ca. kr. 4000,-/m², avhengig av detaljeringsnivå). Dermed kan fliser også inngå i kunstnerisk utsmykning – ref. bildet nederst på foregående side.



Elementene ble heist på plass og festet med mekanisk forankring i topp og bunn. Hvert element er 3,3 x 3,5 meter og veier 3,8 tonn. Avstanden til betongen bak er ca 25 mm. I tunnelen ble det montert 25–55 elementer daglig, noe som representerer 300–450 m²

Produksjon og montasje av betongelementer

Elementenes primæroppgave er å beskytte selve hovedtunnelen. Hvert element er 3,3 x 3,5 meter og veier 3,8 tonn. Det er levert ca. 17.500 m² elementflate, hvorav 13.700 m² er flislagt.

Innfesting skjer rasjonelt ved montasje på konsoller og boltefester i opp- og nedkant. Med så store arealer som tunnelvegger er logistikken både i produksjon og i montasje særdeles viktig. Fabrikken produserte 18 elementer pr. dag. I tunnelen ble det montert 25–55 elementer daglig, noe som representerer 290–635 m². Hele elementmonteringen tok ca tre måneder.



Oppsummering og veien videre

I større byer i utlandet har flisledde overflater vært mye benyttet i høyt trafikkbelastede tunneler og undergrunnsbaner.

Fliser montert i betongelementer 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 overflate som males. Men siden flisflatene gjør renholdet enklere, antar byggherren at merkostnadene vil kunne spares inn igjen via lavere renholdsutgifter. Man kan også spare betydelige beløp i strømutfgifter da de lyse flatene gir effektiv utnyttelse av belysningen. I Bjørvikatunnelen skal erfaringer med strøm- og renholdskostnader innhentes etter noe driftstid.

Trolig står flere tunneler for tur for flislegging?

Kilder og referansepersoner

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