

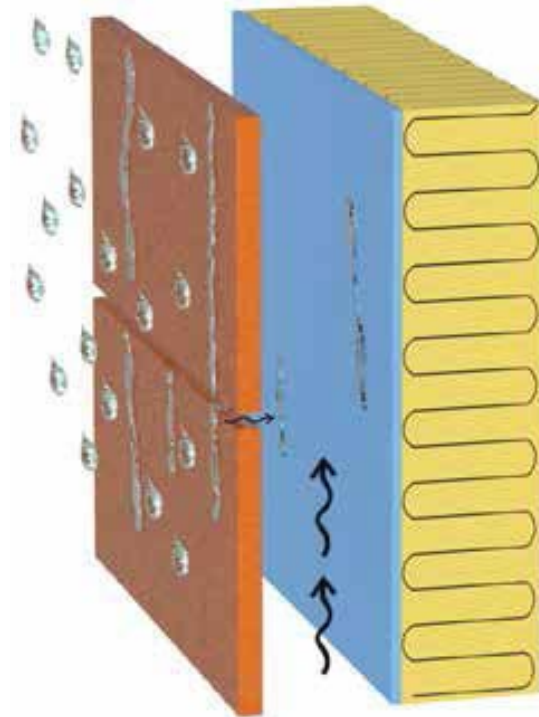
Fasader med keramiske fliser eller naturstein

Del 2: Prosjekteringsregler og detaljløsninger

Forfatter: Arne Nesje, daglig leder i Norsk Byggkeramikkforening

Fliskledde fasader er velegnet der man ønsker en dekorativ og motstandsdyktig overflate som gir enkelt renhold og har lang levetid. I tre artikler omhandler vi nå luftede kledninger med keramiske fliser eller naturstein. Del 2 omhandler prosjekteringsregler og detaljløsninger

Figur 1: Materialene i en luftet kledning må prosjekteres ut fra den stedlige værpåkjeningen.



Slik prosjekteres en luftet fasadekledning

Faktablad nr 1-2023 beskriver de ulike innfestingsprinsippene for hvordan en veggkledning med tottrinns tetting bygges og hvilke innfestingsmetoder som finnes. Dette faktabladet omhandler hvilken prosjektering som er nødvendig, med spesielt søkelys på innfestingsystemene. Selve bakveggen i ulike varianter som betong, bindingsverksvegg, isolasjon-, vind- og dampspærre omhandles ikke her.

Vindlastberegninger

Innfestingsystemet skal dimensjoneres ut fra hvilke vindkrefter som kan opptre. Vindlastene som treffe fasaden må overføres til bygningens bærekonstruksjon. En fasadekledning utsettes for både vindtrykk og -sug. Ved prosjektering av kledningens oppheng- og innfestingsystem benyttes regler iht. Eurocode NS-EN 1991-1-4:2005. De stedlige vindforholdene for alle landets kommuner finnes i standardens tillegg NA-2009. Eurocode-standarder beskriver prosjekteringsmetoder felles for alle EU-land. Forankringsystemer og materialer utviklet i et annet land som er dimensjonert etter standardens retningslinjer kan derfor enkelt tilpasses norske værforhold.

I standarden inngår også korreksjonsfaktorer for bygningens høyde og form, dominerende vind- og slagregnsretning, plassering i terrenget og evt. nabobebyggelse. Det er øverst mot taket og ved bygningens hjørner at vindbelastningen er størst. Ved dimensjonering av innfestingsystemet er det lurt å undersøke med teknisk etat i kommunen om det foreligger spesielle lokale vindforhold som må tas hensyn til.

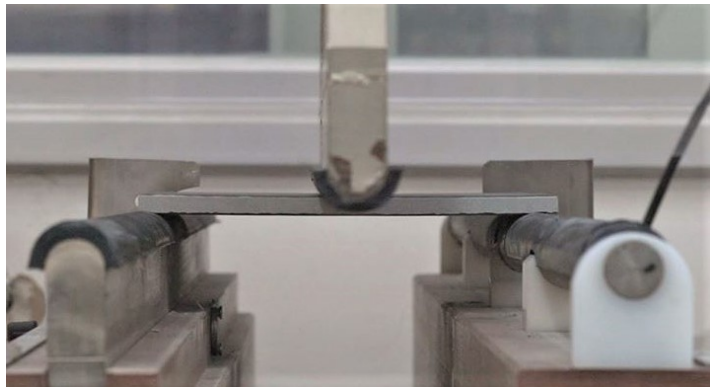
Prosjektering av innfestingsystemet

Prosjekterende rådgiver (RIB) har i byggesaker ansvaret for dokumentasjon av at innfestingen innfrir de dimensjonerende påkjenningene kledningen utsettes for. Materialleverandøren vil kunne bidra med kapasitetsdokumentasjon av delkomponentene som inngår i prosjekteringen.

Flisstyrke

For å unngå brudd må bøyekapasiteten til flisene være høyere enn trykk- og sugkreftene fra vind. Bøyestrekkapasiteten for fliser vil variere med godstrukturen, tykkelsen og lengden mellom fastholdingspunktene. Tester og beregninger gjøres iht. NS-EN 10545-4 og vil framgå av produsentens tekniske datablader.

Bøyestrek-kapasiteten er avgjørende for å bestemme nødvendig flistykkelse og avstanden mellom innfestingspunktene. Flisformat, tykkelse og innfestingsmetoder må derfor ses i sammenheng. Flere flis- eller steinleverandører tilbyr komplett systemdokumentasjon/-godkjenning som inkluderer både kledning og forankringssystem. Andre leverer bare fliser eller stein, men henviser videre til produsentene av relevante innfestingsystemer.

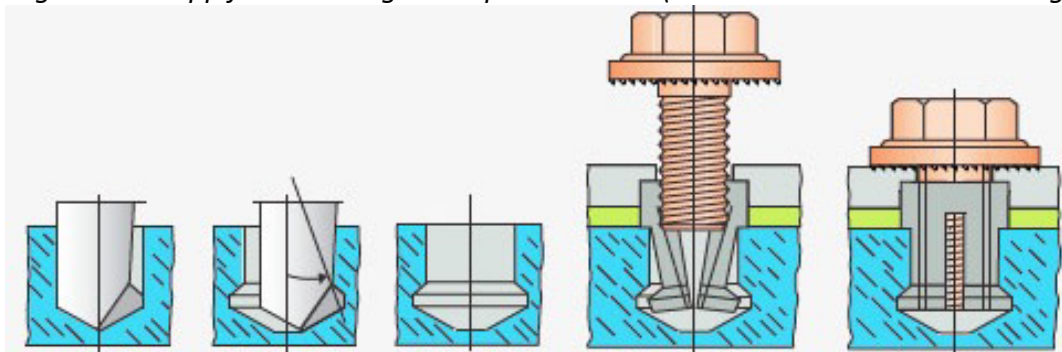


Figur 2: Slik testes fliser for å finne flisens bøyestrek-kapasitet.

Valg av innfestingsystem.

Ulike innfestingsystem er beskrevet i NBKFs faktablad nr 1-23. Fem ulike prinsipper er der omtalt. F.eks. skjulte innfestingsystemer som består av innborrede ekspanderbolter på flisens bakside (figur 5); alternativt festesystemer langs kanter (figur 6). I tilfeller hvor det ikke foreligger dokumentasjon i form av systemgodkjenning kan det være nødvendig å gjøre supplerende tester eller beregninger ut fra foreliggende produsentdata, kontrollert opp mot de vindlastene fasadesystemet skal prosjekteres etter.

Figur 3: Prinsipp for innboring av ekspanderbolter (Kilde: Keil Undercut Technology)



Eksempel på vindlastprosjektering med innborrede ekspansjonsbolter

I eksemplet benyttes keramiske fliser med format 1200 x 600 mm dvs. arealet per flis er 0,72 m². Det planlegges å benytte fire innborrede ekspansjonsbolter per flis, plassert ca 100 mm inn fra hvert hjørne. Fri horisontal lengde mellom innborrede punkter blir da ca. 1000 mm.

Boltene festes til en aluminiumbrakett som hektes på en horisontalt aluminium bæreprofil med c/c 400 mm. Profilen skrues til vertikale trelekter med c/c 600 mm som festes solid inn i underkonstruksjonen.



Figur 4: Plassering av innborrede festepunkter på 1000x 600 mm flis.

Vindlastverdier fra stedet inkludert sikkerhetsfaktorer angir en dimensjonerende vindlast på 2,0 kN/m². Dimensjonerende vindlast per flis blir: $2,0 \text{ kN/m}^2 * 0,72 = 1,44 \text{ kN}$
Dimensjonerende trykk/ strekk-kapasitet for hvert festepunkt i flisen blir: $1,44 \text{ kN} : 4 = 0,36 \text{ kN}$ (= 36 kg). Leverandør av fliser og innfestingsystem må så framlegge dokumentasjon på at flisens har tilfredsstillende bøye-kapasitet med 1000 mm avstand mellom festepunktene og at ekspansjonsboltene i flisgodset har både trykk- og strekk-kapasitet over 0,36 kN.

Figur 5a og b: Eksempel på ekspansjonsbolter (Venstre) og opphengskinner (Høyre)



Eksempel på prosjektering med klips i innslisset kantspor.

Eksemplet benytter samme dimensjonerende vindlast som i eksempel 1, men innfesting består av klips i spor langs kant. Bruddkapasiteten ved kant vil variere med godstypen og

tykkelsen av flis eller stein. Tykkelsen på fasadeflis med innslisset spor er normalt ca 15 -17 mm tykk.

Ved bruk av tynnere formater sparer man vekt, men samtidig reduseres også kantens styrke. Ved innfesting gjennom innslisset spor må leverandøren dokumentere uttrekkskapasiteten i selve sporet. Så beregnes hvor mange festepunkter er nødvendig samt avstanden mellom disse.

Figur 6: Uttrekkskapasitet ved sporet må foreligge. (Foto: Mirage)

I prosjekteringen inngår også hvordan både vindlast og egenvekt av kledningen innfestes i selve bakveggen.



Temperaturbevegelser

Fliser, naturstein, innfestingsystemer i metall eller tre samt bakveggen består alle av materialer som beveger seg forskjellig ved temperaturendringer. Det må tas hensyn til slike døgnvariasjoner, men også årsvariasjoner. Direkte soleksponering om dagen eller raskt temperaturfall om natten kan gi temperaturendringer med betydelig lengdevariasjoner som følge. Da oppstår krefter som gir spenninger eller bevegelser både i kledning og innfestingsystem. Dette ivaretas ved at sammenføyningene i innfestingsystemene har noe bevegelsesmulighet. De ulike leverandørene benytter noe forskjellige løsninger. Det benyttes ulike former for gummiforinger eller boltesammenføyninger som gir fleksibilitet.

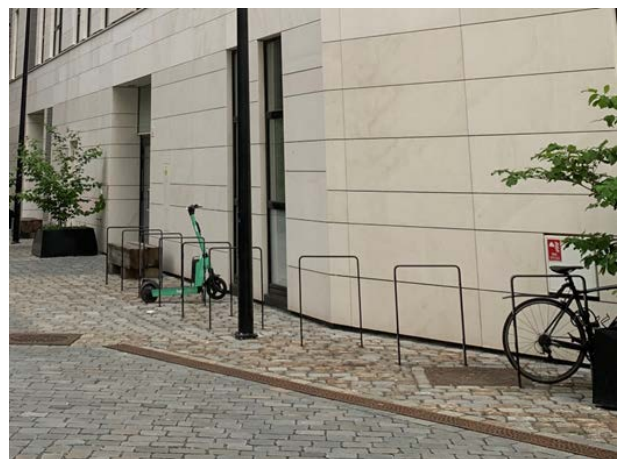
Figur 7: Eksempel der de horisontale bæreprofilene har avlange hull så innfestingen kan ta opp lengdebevegelser.



Beskyttelse mot påkjørsel

Innfestingsystemene er ikke dimensjonert for f.eks. påkjørsler eller annen høy mekanisk punktbelastning. Der kledningene går ned til bakkenivå og det f.eks. er biltrafikk, fortau med snørydding e.l. vil fliser kunne knekke. Dette unngås ved at det monteres opp fysiske barrierer som kan hindre påkjørsel av veggen.

Figur 8: Eksempler på fysiske barrierer som kan hindre inntrykning av veggen



Sikkerhet mot nedfall

Foruten dimensjonering av selve forankringsystemet er det viktig å tenke sikkerhet for omgivelsene ved uforutsette hendelser. Det kan forekomme at en flis blir skadet eller sprekker. For å hindre nedfall leveres flisene med pålimt fibernet på baksiden.

Det sikrer at ikke hele eller deler av fliser faller ned om den skulle brette eller et festepunkt skulle svikte. Figur 5a viser eksempel på sikkerhetsnett.

Slagregn og hulromsutforming

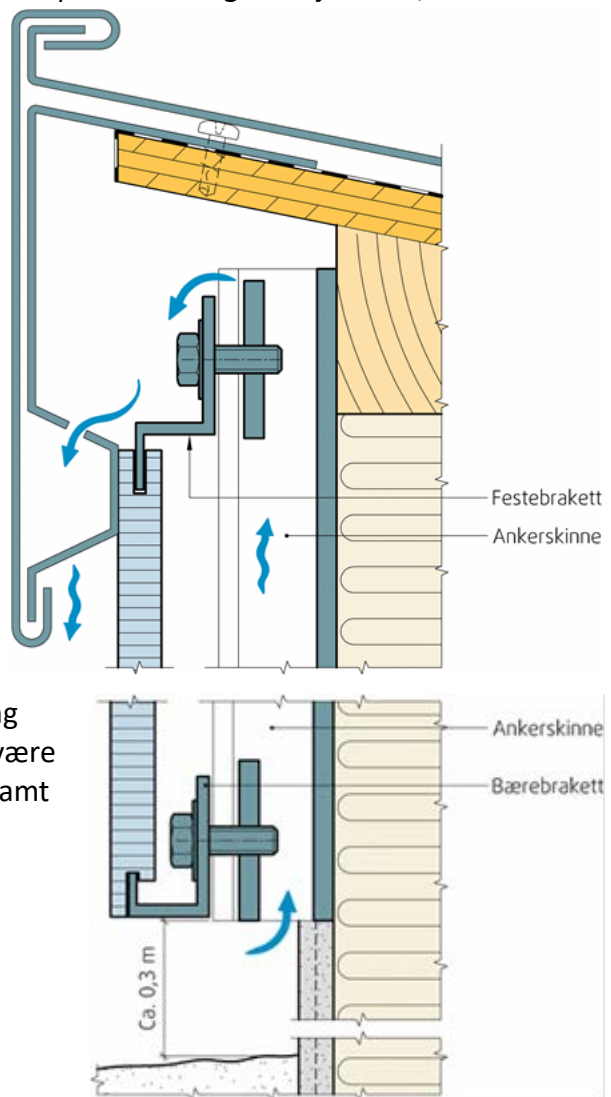
En to-trinns tetting må utformes ut fra den belastning og klimapåkjenning som den blir eksponert for. Deler av landet har *kystklima* hvor det er mye kombinasjoner av regn og vind med temperaturvekslinger rundt null grader. Det gir hyppige kombinasjoner mellom frost og tining. Området med *innlandsklima* har mindre nedbør- og vindmengder. Men der oppstår store temperaturforskjeller med varme somre og kalde vintre. Prognosene om større klimapåkjenninger tilsier at vi må prosjektere for økt nedbør og mer vind både i kyst og innlandsklima. En høy fasade i kystklima trenger mer værbestandige detaljer enn en liten bygning i beskyttet strøk med lite vind- slagregnsbelastning.

De største slagregnspåkjeningene får man øverst på fasaden og ved hjørnene, der man også har størst vindtrykksbelastning. På slike utsatt steder kan slagregntintensiteten på fasader være over 30 l/ m²h. Vindtrykket kan være opp i 1 kN/ m².

Hulrommets utforming og funksjon

Kledninger av flis eller naturstein suger ikke vann så mesteparten regnvannet renner nedover mot bakken. Men noe blåser inn via fugene og renner ned via hulrommet. Hulrommet må være så bredt og godt ventilert så inntrengende vann ikke føres inn i bakveggen. Det må benyttes korrosjonsbeskyttende og fuktbestandige materialer i hulrommet. Nede ved sokkelen trengs nødvendig åpning for vanddrenering. God luftgjennomstrømning oppnås via åpninger mot det fri ved kledningens avslutning både i bunn og topp. Ved toppgesims må der være beslagløsninger som sikrer gjennomluftning samt hindrer vanninntrengning.

Figur 9: Prinsippskisse av hulrom ned gesimsløsning og sokkelavslutning med god gjennomluftning (Kilde: Alt om flislegging)



Brann – og korrosjonsprosjektering

Både ved nybygg og oppgradering av eksisterende må det gjøres brannteknisk vurdering av hvilke produkter som kan benyttes, avhengig av bygningstype og brannklasse. Luftede kledninger i fliser eller naturstein er brannteknisk generelt meget gunstig siden de er av ubrennbare materialer.

Korrosjon må unngås i innfestingen. Utilstrekkelig korrosjonmotstand på et innfestingsystem kan ha alvorlige konsekvenser på en fasade. Det må benyttes produkter med nødvendig korrosjonsbestandighet da det kan komme vann eller kondens inni hulrommet. I innfestingsystemer benyttes vanligvis enten aluminium eller korrosjonbeskyttet stål. NS-EN ISO 14713-1:2017 -08 definerer korrosjonsklasser fra 1 - 5 hvor 5 har høyest korrosjonmotstand. Korrosjonsklassen må tilpasses byggets utforming, beliggenheten og klimapåkjenningen. Ved bruk av innfesting i tre må det benyttes impregnert virke i hulrommet.

Referanser:

- [NBKFs veiledningshefte nr 5](#):Luftede fasadekledninger med keramiske fliser eller naturstein (2023)
- [NBKFs faktaark nr 1-2023](#): Fasader med keramiske fliser eller naturstein
- ISO TC 189 TS 17870-3 Del 3: Installation of large format porcelain tiles and panels by mechanical means onto a supporting structure.
- Eurocode NS-EN 1991 : 2005 Eurocode Vindlaster 1 Part 1-4 + NA :2009
- NS-EN 10545-4: Determination of modulus of rupture and breaking strength
- Boka Alt om flislegging – SINTEF/NBKF 2018
- SINTEF Byggforsk Klima 2000, rapport 115. Luftede kledninger.

Bilder og skisser er fra NBKFs fotoarkiv , Boka Alt om flislegging eller utlånt fra Fagflis AS, Mirage Italia , Keil Undercut Technology.