



Foto: JJFarquitectos/Istockphoto

Keramiske fliser og naturstein:

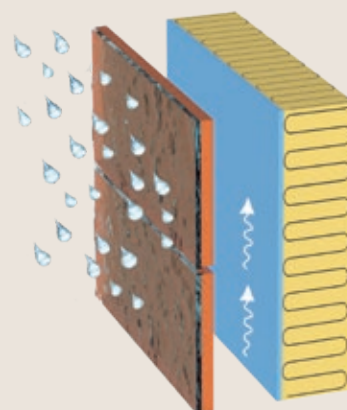
LUFTET FASADEKLEDNING

del II: Prosjekteringsregler og detaljløsninger

Tekst: Arne Nesje, daglig leder Norsk Byggkeramikkforening

ILL.: NBKFs fotoarkiv, Boka ALT om flislegging, utlånt fra Fagflis AS.

Mirage Italia, Keil Undercut Technology, JJFarquitectos/Istockphoto



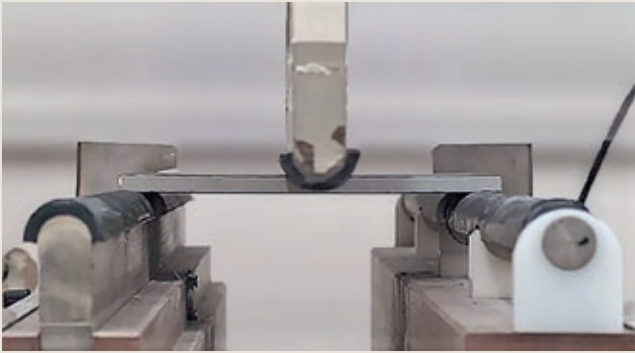
Materialene i en luftet kledning må prosjekteres ut fra den stedlige værpåkjeningen.

Artikkelen er den andre i en serie på tre.

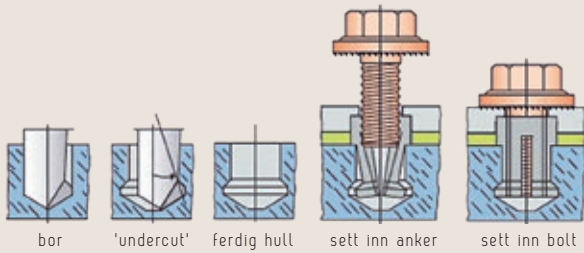
Denne artikkelen omhandler nødvendig prosjektering, med spesielt søkelys på innfestingsystemene.

Bakvegger i ulike varianter som betong, bindingsverk, isolasjon, vind- og dampspærre beskrives ikke her.

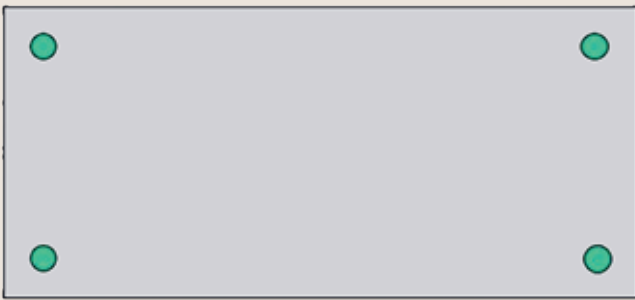
Førrige artikkel ble publisert i mur+betong nummer 1-2023. Den beskriver de ulike innfestingsprinsippene for en veggkledning med totrinns tetting og hvilke innfestingsmetoder som finnes.



Figur 2: Slik testes fliser for å bestemme bøyestrek-kapasiteten



Figur 3: Prinsipp for innboring av ekspansjonsbolter
Ill.: Keil Undercut Technology



Figur 4:
Plassering av innborrede festepunkter på 1200 x 600 mm flis

Vindlastberegninger

Innfestingsystemet skal dimensjoneres ut fra hvilke vindkrefter som kan opptre. Vindlastene som treffer fasaden må overføres til bygningens bærekonstruksjon. Fasadekledningen utsettes for både vindtrykk og -sug. Ved prosjektering av kledningens opphengs- og innfestingsystem benyttes 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. Forankrings-systemer 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 ev. nabobebyggelse. Vindbelastningen er størst øverst ved taket og ved bygningens hjørner. Ved dimensjonering av innfestingsystemet er det lurt å undersøke med teknisk etat i kommunen om det foreligger spesielle lokale vindforhold man må ta hensyn til.

Prosjektering av innfestingsystemet

RIBen har i byggesaker ansvaret for dokumentasjon av at innfestingen innfrir de dimensjonerende påkjenningene kledningen utsettes for. Materialleverandøren vil kunne bidra med kapasitetsdokumentasjon av delkomponentene.

Flisstyrke

For å unngå brudd må flisenes bøyekapasitet være høyere enn trykk- og sugkreftene fra vind. Bøyestrek-kapasiteten for fliser vil variere med godsstruktur, tykkelse og avstand mellom fastholdingspunkter. Tester og beregninger gjøres iht. NS-EN 10545-4 og vil framgå av produsentens datablader.

Bøyestrek-kapasiteten er avgjørende for å bestemme nødvendig flistykkelse og avstand mellom innfestingspunkter. Flisformat, -tykkelse og innfestingsmetode må derfor ses i sammenheng. Flere flis- eller steinleverandører tilbyr komplett systemdokumentasjon/-godkjenning som inkluderer både kledning og forankringsystem. Andre leverer bare flis eller stein og henviser til produsentene av de aktuelle innfestingsystemene.

Valg av innfestingsystem.

Ulike innfestingsystemer er beskrevet i del I (mur+betong 1-2023). Fem ulike prinsipper er omtalt, herunder skjulte innfestingsystemer som består av innborrede ekspansjonsbolter på flisens bakside (figur 5): alternativt festesystemer langs kanter (figur 6). Der 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.

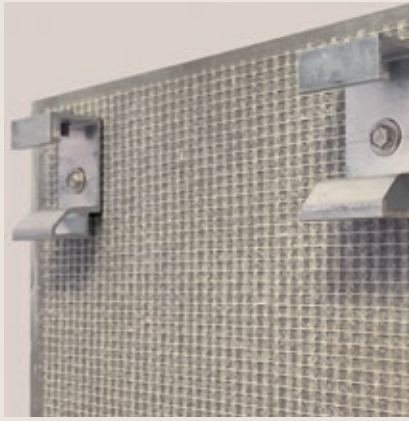
Eksempel:

VINDLASTPROSJEKTERING M/ 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. Se figur 4.

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

Vindlastverdier fra stedet inkludert sikkerhetsfaktorer angir en dimensjonerende vindlast på 2,0 kN/m². Dimensjonerende vindlast per flis blir: 2,0 kN/m² * 0,72 = 1,44 kN

Dimensjonerende trykk/strek-kapasitet for hvert festepunkt i flisen blir: 1,44 kN : 4 = 0,36 kN (= 36 kg). Leverandør av fliser og innfestingsystem må så framlegge dokumentasjon på at flisen har tilfredsstillende bøyekapasitet med 1000 mm avstand mellom festepunktene og at ekspansjonsboltene i flisgodset har både trykk- og strekk-kapasitet større enn 0,36 kN.



Figur 5a og b: Eksempel på ekspansjonsbolter (venstre) og opphengskinner (høyre)



Figur 6: Uttrekkskapasitet ved sporet må være dokumentert. Foto: Mirage



Figur 7: Horisontale bæreprøfer med avlange hull, slik at innfestingen kan ta opp lengdebevegelser

Eksempel:

PROSJEKTERING MED KLIPS I INNSLISSET KANTSPOR

Her benyttes samme dimensjonerende vindlast som i forrige eksempel, men innfestingen består av klips i spor langs kant. Se figur 6. Bruddkapasiteten ved kant vil variere med godstypen og tykkelsen av flis eller stein. En 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 som er nødvendig samt avstanden mellom disse.

Ved dimensjonering av innfestingen inngår både hvordan vindlastkrefter og egenvekt forankres i bakveggen.

Temperaturbevegelser

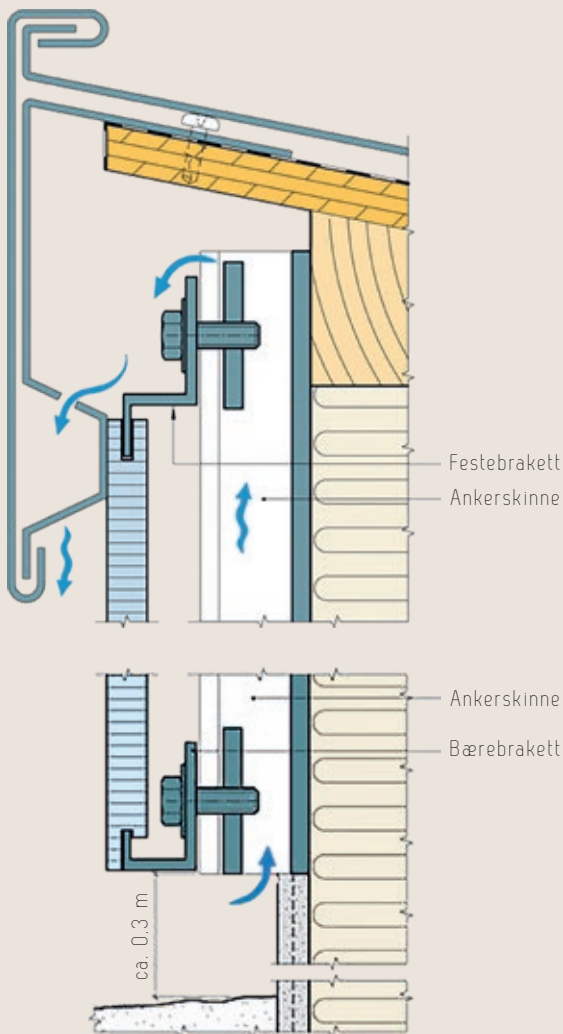
Fliser, naturstein, innfestingsystemer i metall eller tre samt bakvegg består alle av materialer som beveger seg ulikt ved temperaturendringer. Det må tas hensyn både til døgnvariasjoner og årsvariasjoner. Direkte soleksponering om dagen eller raskt temperaturfall om natten kan gi temperaturendringer 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. Leverandørene benytter litt forskjellige løsninger. Ulike former for gummiforinger eller boltesammenføyninger gir fleksibilitet. Se figur 7.



Figur 8: Fysiske barrierer kan hindre inntrykning av veggen

Beskyttelse mot påkjørsel

Innfestingsystemene er ikke dimensjonert for påkjørsler eller annen høy mekanisk punktbelastning. Der kledningene går ned til bakkenivå og det f.eks. er biltrafikk, fortau med snøridding e.l. vil fliser kunne knekke. Dette unngås ved at det monteres opp fysiske barrierer som hindrer påkjørsel av veggen. Se figur 8.



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

Sikkerhet mot nedfall

Foruten dimensjonering av selve forankringssystemet 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 fibernett på baksiden. Dette sikrer at ikke hele eller deler av flisen faller ned om den skulle brette eller et festepunkt skulle svikte. Figur 5a viser eksempel på sikkerhetsnett.

Slagregn og hulromsutforming

To-trinns tetting må utformes ut fra den belastning og klimapåkjønning den blir eksponert for. Deler av landet har kystklima hvor det er kombinasjoner av regn og vind med temperaturvekslinger rundt null grader. Dette gir hyppige kombinasjoner av frost og tining. Områder med innlandsklima har mindre nedbørs- og vindmengder. Men det oppstår store temperaturforskjeller med varme somre og kalde vintre. Prognosene om større klimapåkjønninger tilsier at vi må prosjektere for økt nedbør og mer vind både i kyst- og innlandsklima. En høy fasade i kystklima krever mer værbestandige detaljer enn en liten bygning i beskyttet strøk med lite vind- slagregnsbelastning.

De største slagregns påkjønningene 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 (figur 9)

Kledninger av flis eller naturstein suger ikke vann, så mesteparten av regnvannet renner ned på overflaten. Men noe blåser inn via fugene og renner ned via hulrommet. Hulrommet må være så bredt og godt ventilert at vann ikke når inn til bakveggen.

Det må benyttes korrosjonsbeskyttende og fuktbestandige materialer i hulrommet. Nede ved sokkelen skal det være åpning for drenering. God luftgjennomstrømning oppnås via åpninger mot det fri ved kledningens avslutning både i bunn og topp. Ved toppgesims må det være beslagløsninger som sikrer gjennomluftning og hindrer vanninntrengning.

BRANN- OG KORROSJONSPROSJEKTERING

Både ved nybygg og utbedring må det gjøres en brannteknisk vurdering av hvilke produkter som kan benyttes, avhengig av bygningstype og brannklasse. Luftet kledning i flis eller naturstein er brannteknisk sett generelt meget gunstig siden de består av ubrennbare materialer.

Korrosjon på et innfestingsystem kan ha alvorlige konsekvenser. Fordi det kan komme vann eller kondens inn i hulrommet, må produktene ha tilstrekkelig korrosjonsbestandighet. Det benyttes vanligvis enten aluminium eller korrosjonsbeskyttet stål. NS-EN ISO 14713-1:2017 -08 definerer korrosjonsklasser fra 1-5 der 5 har høyest korrosjonmotstand. Korrosjonsklassen må tilpasses byggets utforming, beliggenhet og klimapåkjønning. Ved innfesting i tre må det benyttes impregneret virke i hulrommet.

Referanser:

- NBKFs veiledning 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