

Beklädnader av rubricerade slag har under senare decennier undergått en betydande utveckling både beträffande material och konstruktiv utformning. Detta har rönt stort intresse, vilket kan förväntas fortsätta p.g.a. det keramiska materialets egenart, variationsrikedom och den säkerhet som kan erbjudas. Följande redogörelse omfattar **vanliga** lösningar med modifikationer. För **speciella** lösningar d.v.s. montering av plattor med metallbeslag och utvändig plattsättning på lätta skivkonstruktioner ges här endast allmänna synpunkter. CC Höganäs diskuterar gärna sådana lösningar i aktuella fall.

Bestämmelser, beständighet, säkerhet

Keramiska fasadbeklädnader, liksom beklädnader av annat slag, omfattas av statliga bestämmelser enligt 6:12 och 6:13 i BFS 1988:18. Dessa är allmänna funktionskrav och poängterar bl.a. **beständighet** och **säkerhet** – just de aspekter som behandlas i denna redogörelse. Obs! Keramiska fasadbeklädnader är inte bärande i ordets vanliga, tekniska betydelse. I vissa lösningar bär de sin egen tyngd inom en liten del av hela beklädnaden. För fasadbeklädnader på höga citybyggnader är kraven på beständighet och säkerhet särskilt markanta. Det är naturligt. I sådana fall är man beredd att vidta alla förnuftiga åtgärder för att uppfylla kraven. Detta påverkar de tekniska lösningarna. Lösningarna blir enklare för marksocklar och envåningsfasader, max. ca. 4 m över mark enligt Hus AMA 83, men säkerhetsbefrämjande åtgärder finns att tillgå även för dem. Vad man eftersträvar är tekniskt/ekonomiskt optimala lösningar. Dessa går att typisera och deras användningsområden kan inringas.

Påverkningar, belastningar

De påverkningar som direkt eller indirekt orsakar belastningar i beklädnader är: **krypning** i material, **krypning** i material, **fukt** och **fuktvariationer**, **temperaturvariationer** samt **frost**. OBS! Belastning p.g.a. beklädnadens egentynd är försumbar. Belastningar innebär rörelser. När dessa hindras från att utveckla sig fritt leder de till böjtryck, böjdrag och skjuvspänningar. Keramiska beklädnader tillhör kategorin flerskiktskonstruktioner. Böjtryck och böjdrag uppträder i regel i plattskikt medan skjuvspänningar är vanligast i gränssytor och bindeskit. Här må inskjutas att flerskiktskonstruktionernas mekaniska verkningssätt är ett försummat område inom byggnadsmekanik och hållfasthetslära. Därför har tidigare Höganäs och sedermera CC Höganäs ägnat området stor uppmärksamhet, främst provnings- och erfarenhetsmässigt men även teoretiskt. **Krypning** i betong och cementbaserad fästmassa kan inte undvikas men den kan minimeras med välkänd teknik. Påkänningar i beklädnader av redan nämnd typ är i regel rätt beskedliga. I förtillverkade betongelement med framsida av fastgjutna keramikplattor kan en tendens till kupning av elementen skönjas, p.g.a. plattskiktets mothållande verkan. Skjuvspänningar kan här bli större än i manuellt utförda beklädnader till följd av betongens krypkraft. Enkla åtgärder undviker företeelsen (se under Konstruktionsprinciper). **Krypning** i beklädnader behöver man inte räkna med. Men sådan deformation uppträder i bärverk av betong (väggpartier, fasadpelare). S.k. fast fasadbeklädnad av enklaste typ (V20) på högt belastade, nygjutna betongkonstruktioner skall undvikas (se under Konstruktionsprinciper). **Krypning och krypning** är båda tidsberoende. I betong och bruk inträder krypningen genast efter appliceringen men har ebbat ut efter några månader. Krypningen når max. efter flera år och är även belastningsberoende. Den sammantagna deformationen p.g.a. dessa belastningar kan vara 0,5-0,8‰, i varje fall under 1‰. **Fukt** och **fuktvariationer** förorsakar volymändringar i porösa material. Fri volymökning i keramiska plattor är 0-0,3‰ i rent vatten. I försurat vatten, säg pH 4, eller i alkaliserat, säg pH 11,

förubblas ungefärligen övre gränsen. Volymändringen är inte reversibel, d.v.s. en uttorkning efter en första vattenmättnad leder ej till återgång till ursprunglig volym. En kvarstående deformation av ca. 1/3 av max. möjlig är vanlig i poröst keramisk gods. Efterföljande fuktvariationer har mindre betydelse (se under Material).

Obs! Volymändringarna gäller vid provning av plattor och kan ej utan vidare omräknas i påkänningar i beklädnaden.

Temperaturvariationer leder både till ökning och minskning av volymer. Vid uppskattningar får man utgå från en antagen medeltemperatur vid fasadbeklädnadens utförande, antingen i fabrik eller på byggnadsplatsen.

Bygggeramikens värmeutvidgning är låg, $\alpha \approx 4,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ eller ca. 1/3 av betongens. Gynnsamt.

Syd och västfasader får större temperaturvariationer än fasader mot norr och öster. Under vackra vinterdagar förmår solbestrålningen höja yttemperaturen 8 á 10°C på en keramisk fasadbeklädnad i Götaland. Temperaturväxling sker morgon och kväll samt 2 gånger varje gång ett moln temporärt skymmer solen. Det tar inte mer än 10-15 min. för en massiv yttervägg att inta ett nytt stationärt temperaturlstånd.

Frost är en särpräglad belastning som periodiskt är överlagrad övriga belastningar. Vattnets volymökning vid övergång till is är nära 10%, vilket förorsakar ansevärt portryck i porösa system. Glaserade plattor måste obetingat vara frostbeständiga, d.v.s. ha en vattenabsorptionsförmåga ej överstigande ca. 0,5% av torr vikt.

Anmärkningsvärt är att porösa oglaserade plattor klarar frostbelastningen i nordiskt klimat och liknande utan skador på fasadbeklädnader, även vid så hög öppen porositet som 10% eller mer (jämför fasadtegel). All erfarenhet visar detta, och det beror på att fukt i ett poröst plattgods vandrar tämligen obehindrat in och ut alltefter de klimatiska och fysikaliska betingelserna. Uppenbarligen når vattenmättnadsgraden i fasadbeklädnader av oglaserade, porösa keramiska plattor sällan kritiskt värde.

En jämförelse med utvändiga beläggningar (trappor, altaner, balkonger) är här av intresse. I sådana beläggningar samlas alltid vatten beroende på regn, smältande snö och is i fogar, läggingsbruk i underliggande betong och på eventuellt tätskikt. Plattorna matas ständigt med fukt under den kalla årstiden. Förutsättning för uttorkning föreligger sällan. Frostbeständiga plattor måste alltid användas.

Fasadbeklädnader har betydligt gynnsammare förutsättningar.

Det gäller dock ej s.k. kallmurar. För sådana skall betingelserna alltid anses vara ogynnsamma. Frostbeständiga plattor såväl glaserade som oglaserade skall användas för kallmurar, såvida de ej skyddas av tak.

Antal 0-gradspassager på en fasadbeklädnad mot syd och väst är betydligt fler än som framgår av t.ex. meteorologiska uppgifter för orter.

Konstruktionsprinciper

Vanliga lösningar

Efter ovanstående enkla genomgång av påverkningar/belastningar torde det vara uppenbart att en övergripande konstruktionsprincip måste vara att minimera inflytandet av påverkningarna, t.o.m. att undvika vissa av dem helt. Inverkan av frost och volymökning p.g.a. fukt kan undvikas genom användning av täta plattor. Inverkan av krypning i stombyggnader och temperaturvariationer kan undvikas genom att anpassa fasadbeklädnadens konstruktion. Nu är detta långt ifrån nödvändigt i alla fall, ty det är ju tillåtet att utnyttja materialens hållfasthet, bara en rimlig säkerhetsmarginal kvarstår. Det sistnämnda är i nuläget oftast inte beräkningsbart. Men erfarenheten d.v.s. mängden av hittills utförda objekt och den långa tid (åtminstone ett sekel) under vilken de fungerat invändningsfritt – här till också ett sunt konstruktionstänkande – leder oss rätt.

Man skiljer mellan **fast** och **rörligt monterad** beklädnad.

Fast monterad beklädnad innebär, som benämningen anger, att

beklädnaden sitter fast på underlaget (ofta byggnadsstommen) och samverkar tvångsmässigt med detta. Fasadbeklädnaden deltar i stomrörelser och dess egna rörelser (fukt- och temperaturbetingade) blir hämmade, vilket givetvis medför påkänningar. Dessa blir i regel inte större än att materialens hållfasthet räcker. Men lagom försiktighet gör att fast fasadbeklädnad får begränsad användning (marksocklar, envåningsfasader). Det går dock att höja säkerheten avsevärt genom införande av armerad utstockning (V21), där armeringsnätet är mekaniskt förankrat i underlaget (se under Typkonstruktioner). Rörligt monterad beklädnad innebär att denna är frikopplad från stomrörelser. Övriga rörelser får utveckla sig fritt. Denna konstruktionsprincip medför visserligen något högre kostnad men blir överlägset bäst, vilket också återspeglas i användningen (höga citybyggnader och därmed jämförbara).

Under kapitel Påverkningar, belastningar har redan nämnts att enkla åtgärder kan vidtas för att utveckla och förbättra rörligt monterade fasadbeklädnaders verkningssätt, i första hand fabriksstillverkade betongelement med framsida av fastgjutna keramikplattor. Det har nämligen visats sig både i teori och praktik att öppna fogar mellan plattorna fördelar främst skjuvspänningar p.g.a. betongkrypningen på ett fördelaktigt sätt. Skjuvspänningsintensiteter kan även minskas med mellan 17 och 40 gånger beroende på plattformat, jämfört med hel fogfyllnad utförd direkt vid gjutningen. Med öppna fogar försvinner tendensen till kupning av fasadelementen praktiskt taget helt, vilket är ett tecken på gynnsam spänningsomlagring. Här får fogbredder gärna vara 15 mm eller mer. Ytterligare en fördelaktig åtgärd är att placera elementens fältarmering excentriskt—så nära baksidan som möjligt—med beaktande av rimligt täcksikt.

Djup i öppna fogar = keramikplattans tjocklek (krav). Öppna fogar förändrar fasadytans karaktär, men knappast till det sämre.

Intressanta profileringar är möjliga.

Förslaget motsäger inte hel fogfyllnad, vilket är vanligast. Men elementen bör då gjutas med öppna fogar med mer vanliga bredder, och lagras så länge som möjligt i detta skick hos leverantören, för att bara någon vecka före leverans fogas manuellt. Arkitekten gör härvid klokt i att medverka till att elementtillverkning kommer igång på ett tidigt stadium. Förfarandet innebär kvalitativ fördel och även kostnadsmässig fördel. Lång leveranstid—min. antal gjutformar, minimala påkänningar, snygga element.

Speciella lösningar

Av keramiska fasadbeklädnader där plattorna monteras med metallbeslag finns ett fåtal system. Ett rätt konstruerat system skall omfatta den rörligt monterade beklädnadens princip. Det bör kunna krävas att plattor skall kunna utbytas enskilt. De är ju ej understödda av ett fast underlag av betong eller fästmassa och blir därför känsliga för överkan. Kostnaden per m² fasadyta för metallbeslagen är ännu så länge hög p.g.a. formatbegränsningen för plattor och skivor. Utvändigt plattsättning på lätta skivkonstruktioner t.ex. utfackningar, är inte uteslutet, men erfarenheten är begränsad, åtminstone vad det gäller höga beklädnader. Framgången kommer väsentligen att bero på "samspelet" mellan den keramiska beklädnaden och innanförvarande konstruktion. En prövning från fall till fall rekommenderas.

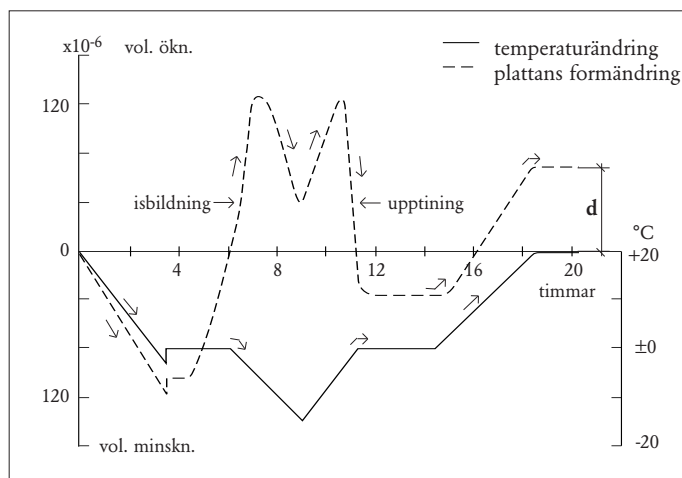
Material

Keramikplattor

Lämpliga keramikplattor för fasadbeklädnad är samtliga glaserade och oglaserade som anges **frostbeständiga** i CC Höganäs sortiment, dessutom de oglaserade i serierna 11,12,13, 20, 21, 22, 23 och 52. Frostbeständighet är inte en materialegenskap utan är ett uttryck för samspelet mellan flera materialegenskaper, miljö och konstruktion.

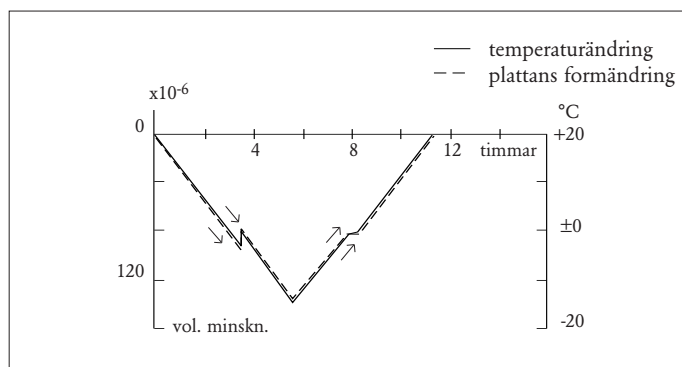
Det hindrar dock inte användningen av benämningen frostbeständiga plattor och att olika plattkvalitetens beteende under frostbelastning kan studeras i laboratoriet med olika metoder, för att förutsäga kvaliteternas förmåga att utstå verkliga belastningar.

Följande s.k. frostdilatationstest visar på ett övertygande sätt skillnaden i beteende mellan en **icke frostbeständig**, glaserad platta, vattenabsorptionsförmåga ca. 4,5 vikts%, fig. 1 och en **frostbeständig** glaserad, vattenabsorptionsförmåga ca. 0,5 vikts%, fig. 2.



Figur 1.

OBS! vilka drastiska formändringar den **icke frostbeständiga glaserade** plattan undergår för att sluta med en kvarstående deformation **d**, redan efter första cykeln. Porväggar har brutit.



Figur 2.

Den **täta, frostbeständiga glaserade** plattans formändring följer däremot temperaturändringen mycket fint och uppvisar ingen kvarstående deformation.

Frostbeständiga plattor har nästan ingen mätbar volymändring vid fullständig vattenmättnad (vacuummetod). Absorberad (eg. adsorberad) fukt sitter i ytporer medan fukten i porösare plattor är tämligen jämt fördelad i godset.

Cementbaserade produkter

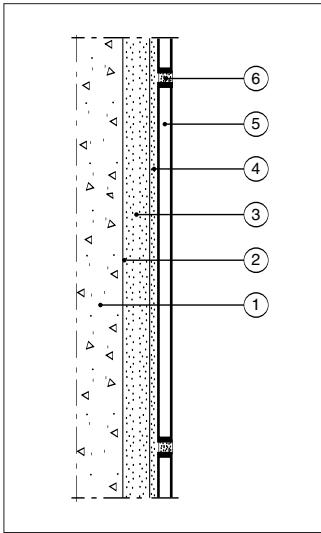
Frostbeständiga produkter är också relevant för betong, bruk samt fäst- och fogmassor. Deras beteende under frostbelastning kan i princip studeras på samma sätt som för keramik. Generationers byggande och forskning har lärt oss att komponera cement-och kalkcementprodukter med goda egenskaper för utvändigt applikation. Organiska tillsatsmedel i moderna fästmassor som i CC Höganäs FB 12 har gynnsam inverkan på klistringseffekt samt tøjbarhet och seghet. Denna produkt låter sig deformeras visköst och genererar inte spänningar av samma storleksordning som bruk. I produkt-databladet anges dock statisk E-modul vid korttidsbelastning för enkelhetens och jämförbarhetens skull.

Typkonstruktion V20.

Fast monterad keramisk fasadbeklädnad i fästmassa på slätputsat underlag av betong, tegel och lättbetong.

Användning: Marksocklar, envåningsfasader (max. ca. 4 m över mark) och därmed jämförbara.

Plattsättning: Vid plattsättning på fasader skall plattorna dubbellimmas, d.v.s. plattornas baksida förses med ett tunt men hel-täckande skikt av fästmassa innan plattorna trycks eller klappas fast i den på underlaget utdragna fästmassan.



Förklaringar

1. Underlag

Enligt ovan.

2. Tunngrundning

Bruk enl. tabell P/3 i Hus AMA 83.

3. Slätputs

Bruk enligt tabell P/1 i Hus AMA 83, lämpligt för ovan-nämnda respektive underlag.

4. Fästmassa

CC Höganäs Fix FB 12.

5. Keramiska plattor

CC Höganäs keramiska plattor enl. kapitel Material.

6. Fogar

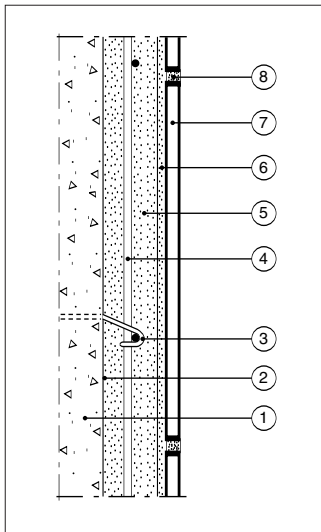
CC Höganäs KlinkerFog.

Typkonstruktion V21.

Fast monterad keramisk fasadbeklädnad i fästmassa på slätbehandlad, armerad utstockning på underlag av betong, tegel och lättbetong.

Användning: Envåningsfasader högre än 4 m över mark och därmed jämförbara och i fall där säkerhetsbefrämjande åtgärd är önskvärd.

Plattsättning: Vid plattsättning på fasader skall plattorna dubbellimmas, d.v.s. plattornas baksida förses med ett tunt men hel-täckande skikt av fästmassa innan plattorna trycks eller klappas fast i den på underlaget utdragna fästmassan.



Förklaringar

1. Underlag

Enligt ovan.

2. Tunngrundning

Bruk enligt tabell P/3 i Hus AMA 83.

3. Förankring

Ingjuten, inmurad eller bultad (galv.) förankring av rostfri tråd \varnothing 2-3 mm, 4 st. per m^2 , jämnt fördelade.

4. Armering

Klent, glest armeringsnät t.ex. \varnothing 4 mm, $\#$ 150 mm.

5. Slätbehandlad utstockning

Slätbehandlad utstockning, tjocklek ca. 30 mm, bruk enligt tabell P/1 i Hus AMA 83, lämpligt för ovan-nämnda respektive underlag.

6. Fästmassa

CC Höganäs Fix FB 12.

7. Keramiska plattor

CC Höganäs keramiska plattor enl. kapitel Material.

8. Fogar

CC Höganäs KlinkerFog.

Typkonstruktion V25.

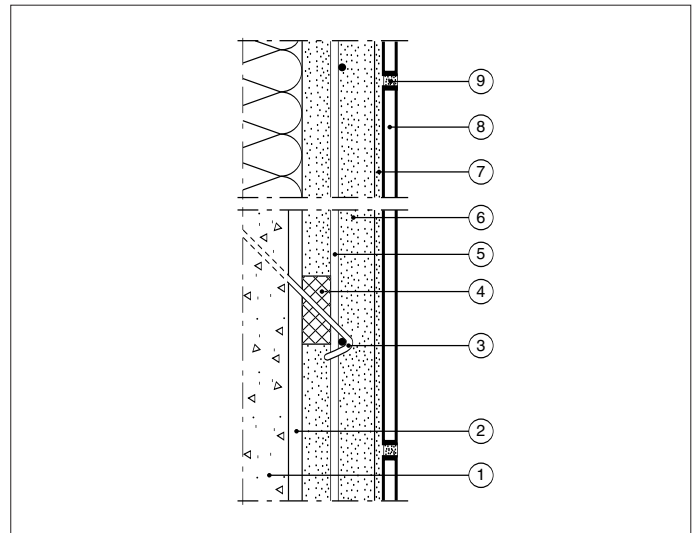
Rörligt monterad, manuell utförd, keramisk fasadbeklädnad på fast underlag med luftspaltbildande mellanskikt eller på mineralull med eller utan luftspaltbildande mellanskikt.

Användning: Större beklädnader i flera våningar, där fabriksstillverkade element bedömes bli orationellt med hänsyn till mått och antal elementtyper.

Plattsättning: Vid plattsättning på fasader skall plattorna dubbellimmas, d.v.s. plattornas baksida förses med ett tunt men hel-täckande skikt av fästmassa innan plattorna trycks eller klappas fast i den på underlaget utdragna fästmassan.

Allmänt: Beklädnaden indelas i fält upp till ca. 6 m^2 med rörelsefogar, såväl horisontellt som vertikalt. Rörelsefogarna, bredd 10-20 mm, skall vara genomgående från underlag och utåt. Fogmassa och botteningsmaterial skall vara av samma kvalitet och utförande som gäller för beklädnad med betongelement.

Gestaltning och övriga detaljer visas på A-ritning.



Förklaringar

1. Underlag

Enligt ovan.

2. Luftspaltbildande mellanskikt

Luftspaltbildande mellanskikt med förbindelse till fria luften.

3. Förankring

Ingjuten, inmurad eller bultad (galv.) förankring av rostfri tråd \varnothing 3 mm, 3-4 st. per m^2 , jämt fördelade, vinkel 45°, förankringslängd i utstockningen ca. 200 mm.

4. "Klots"

Klots omkring förankringstrådarna av eftergivligt material t.ex. cellplast och cellgummi. Utgår på underlag av mineralull.

5. Armering

Klent, glest armeringsnät t.ex. \varnothing 4 mm, $\#$ 150 mm.

6. Slätbehandlad utstockning

Slätbehandlad utstockning, tjocklek ca. 40 mm, brukstyp A1-B2 enligt tabell P/1 i Hus AMA 83.

7. Fästmassa

CC Höganäs Fix FB 12.

8. Keramiska plattor

CC Höganäs keramiska plattor enl. kapitel Material.

9. Fogar

CC Höganäs KlinkerFog.

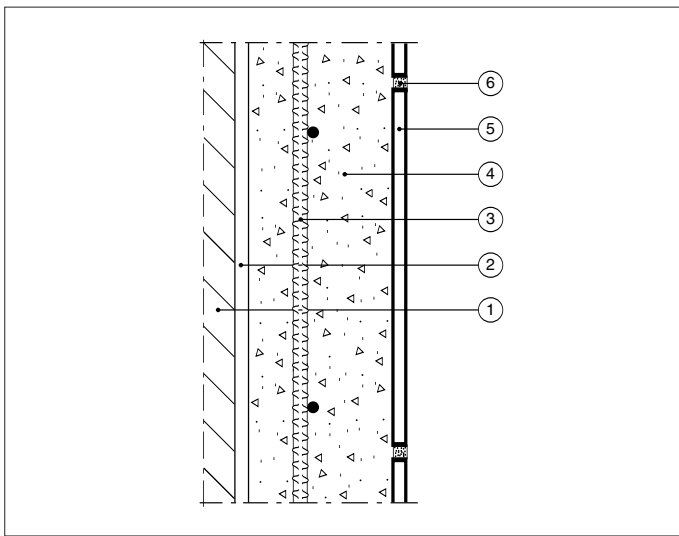
Typkonstruktion V26.

Rörligt monterad keramisk fasadbeklädnad i form av förtillverkade betongelement med fastgjutna keramiska plattor.

Användning: Större, höga beklädnader på citybyggnader och därmed jämförbara. Fasaderna bör ha lämplig modul(-er) för rationell elementtillverkning.

Allmänt: Elementen dimensioneras av statiker (elementtillverkare). Elementen är normalt våningshöga med valfri längd. Rörlig montering kan åstadkommas på flera olika sätt och måste relateras till det enskilda fallet. Elementen skall vara åtskilda från varandra och i fall av "indragen" beklädnad från byggnadsstommen med rörelsefogar. Dessa kan vara 10-20 mm breda. Fogmassa och botteningsmaterial skall vara av samma kvalitet och utförande som gäller för beklädnad med betongelement.

Gestaltning och övriga detaljer visas på A-ritning.



Förklaringar

1. Underlag

Innanförvarande väggkonstruktion.

2. Luftspalt

Luftspalt med förbindelse till fria luften.

3. Armering

Armering (se kapitel Konstruktionsprinciper).

4. Betong

5. Keramiska plattor

CC Höganäs keramiska plattor enl. kapitel Material.

6. Fogar

CC Höganäs KlinkerFog. Manuellt utförd fogning (se kapitel Konstruktionsprinciper).

Typkonstruktion V27.

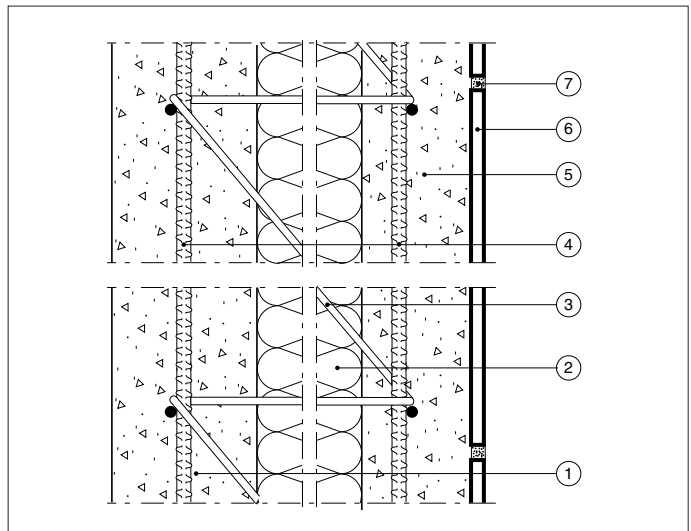
Rörligt monterad keramisk fasadbeklädnad i form av förtillverkade s.k. sandwichelement av betong med fastgjutna keramiska plattor.

Användning: Större, höga beklädnader på citybyggnader och därmed jämförbara. Fasaderna bör ha lämplig modul(-er) för rationell elementtillverkning.

Allmänt: Sandwichelementen dimensioneras av statiker (elementtillverkare). Elementen är normalt fönsterbandshöga (yttre skivan) med valfri längd. Armeringsstegar är svetsade. De lastupptagande och avståndshållande förbindningsstängerna är lämpligen av rostfritt stål och bör medvetet dimensioneras slanka (böjliga).

Den inre betongskivan överför last till bjälklagskant och bör vara fast monterad. De yttre skivorna skall vara åtskilda med rörelsefogar, bredd 10-20 mm. Fogmassa och botteningsmaterial skall vara av samma kvalitet och utförande som gäller för beklädnad med betongelement.

Gestaltning och övriga detaljer visas på A-ritning.



Förklaringar

1. Underlag

Inre betongskiva.

2. Isolering

Mineralullsisolering.

3. Armeringsstegar

4. Fältarmering

5. Betong

Yttre betongskiva.

6. Keramiska plattor

CC Höganäs keramiska plattor enl. kapitel Material.

7. Fogar

CC Höganäs KlinkerFog. Manuellt utförd (se kapitel Konstruktionsprinciper).

Byggteknisk information

För kompletterande information eller då tveksamhet råder beträffande val av beläggningstyp, plattor, fogbruk etc. bör kontakt tagas med oss.

CC Höganäs Byggkeramik AB

Box 501

260 51 Ekeby

Tel. 077-447 35 00, Telefax 077-447 36 46

Information finns också på vår hemsida, www.cchoganas.se