

MinBaS Innovation – Ett Vinnovaprojekt

Mineral•Ballast•Sten Insatsområde 2: Ökad användning av svensk natursten-
Innovativa system för effektivare byggande av säkra naturstensfasader

State-of-the-art

Fasadsten monterad i fästmassa



Rapportansvarig: Christer Kjellén, Stenutveckling Nordiska AB

Ingarö, 2018

Omslagsfoto visar Hotel Courtyard by Marriott, Stockholm, Delar av fasaderna med kalksten monterad i fästmassa.

Sammanfattning

Denna del av projektet Innovativ dimensionering av naturstenfasader har haft som målsättning att insamla erfarenheter från montering av naturstensfasader i fästmassa. Detta för att dra slutsatser som kan ligga till grund för utarbetande av branschgemensamma riktlinjer/rekommendationer för montering av stenfasader med denna metod. I projektet har även insamlats information om andra metoder för montering av naturstensfasader.

Ett antal skadefall där plattor lossnar från underlag har inrapporterats, men även projekt som har fungerat tillfredsställande.

Vi har identifierat ett antal parametrar som är väsentliga för ett lyckat resultat samt även några underlag som bedöms som olämpliga för montering av sten och som bedöms som riskkonstruktioner. Ett utkast till riktlinjer för montering av naturstensplattor i fästmassa på fasad har utarbetats. I dessa anges begränsningar samt krav på material och utförande. Detta utkast är underlag för vidare bearbetning och införande i Sveriges Stenindustriförbunds serie Stenhandboken.

Summary

The aim of this part of the project *Innovative dimensioning of natural stone* was to gather experiences from fixing of natural stone facades with cement based adhesives. Conclusions is to be the basis of guidelines/recommendations for fixing natural stone facades with this method, prepared by the stone line of business. Within this project we also have gathered information about other methods for fixing stone facades.

In some cases damages have been reported, such as tiles coming loose or even falling down, but also cases where the system is working satisfactory.

We have identified some parameters that are essential to get a successful result and also some substrates regarded to be unsuitable for fixing stone in this way, judged to be hazardous constructions.

Draft guidelines for fixing natural stone tiles with cement based adhesives has been developed.

Within these are listed limitations and demands regarding materials and performance. This draft will be the basis for further preparations and to be published in The Swedish Stone Industries Federation's series "The Stone handbook"

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Summary	4
Förord	7
1 Introduktion	8
2 Deltagande företag	9
3 Bakgrund, metoder för fasadmontering	10
3.1 Traditionell montering med kramlor, ingjutna i byggnadsstommen	10
3.2 Montering på sekundära bärverk	11
3.2.1 Fabrikstillverkade bärverk	11
3.2.2 Projektspecifika bärverk	11
3.3 Montering på trästomme	11
3.4 Montering i betongelement	11
3.5 Montering på upplag med hållarkramlor	11
3.6 Montering med fästmassa	12
3.7 Montering av överlappande plattor med krokar	12
3.8 Montering med lim mot aluminiumprofiler	12
4 Stenfasader monterade i fästmassa, erfarenhetsinsamling.	13
4.1 Insamling av data	13
4.2 Bakmur/underlag för montering	13
4.3 Stentyper	14
4.4 Yta på plattornas baksida	14
4.5 Montering/utförande metod	14
4.6 Iakttagelser/skador	14
4.7 Kommentarer från uppgiftslämnare	15
4.8 Insänt underlag från uppgiftslämnare	15
5 Slutsatser, stenfasader i fästmassa	17

5.1 Byggnadens konstruktion	17
5.2 Underlag, byggnadsstomme	17
5.3 Stenmaterial och plattformat	17
5.4 Fäst- och fogmassor	17
5.5 Väderförhållanden	18
5.6 Arbetsutförande	18
5.7 Kvalitetssäkring	18
6 Resultat och slutsatser	19
6.1 Riktlinjer vid montering av stenasader i fästmassa	19
6.2 Utbildning och certifiering av stenmontörer	19
6.3 Publicering i Stenhandboken	19
7 Nyttiggörande och resultat effekter	20
9 Bilagor	21

Förord

Projektrapporten redovisar resultatet av samarbetet mellan RISE CBI och ett antal medlemsföretag till Sveriges Stenindustriförbund (se nedan), fristående stenföretag, stenmonteringsföretag och tillverkare av fästmassor.

Vi vill passa på att tacka samtliga deltagare för alla bidrag! Projektet är samfinansierat av Vinnova, MinBaS Innovation och deltagande organisationer.

Deltagare:

- RISE CBI: Björn Schouenborg & Magnus Döse
- Stenutveckling Nordiska AB: Christer Kjellén
- Närkesten: Mikael Medin
- Mineraskiffer: Terje Holstad
- Ardex: Björn Hellman
- PCI/BASF: Göran Sanderoth
- RISE/SP: Per-Anders Johansson
- Emmaboda granit*: Joakim Steen
- Stenentreprenader: Anders Einarsson

* Vid tiden för arbetet var Emmaboda Granit fortfarande ett eget företag och presenteras därför som detta i denna rapport. Företaget ingår sedan 1:e juli 2016 i AP Stengruppen.

Christer Kjellén

Ingarö
2018-01-23

1 Introduktion

Rapporten bygger på ett samarbetsprojekt mellan Sveriges Stenindustriförbund (STEN), enskilda medlemsföretag och RISE CBI Betonginstitutet AB. Arbetet är en del i programmet MinBaS Innovation, insatsområde 1 *Hållbar bergmaterial och mineralförsörjning*.

Syftet med arbetet är att insamla erfarenheter från i första hand montering av stenfasader med fästmassa men även alternativa monteringssystem. I första hand samlas erfarenheter från Sverige, men även utländska erfarenheter och riktlinjer inhämtas i viss mån.

Bakgrunden är att man konstaterat ett antal fall där fasader monterade med fästmassa inte har fungerat på ett tillfredsställande sätt.

Insamlade data från olika projekt och slutsatser från erfarenhetsinsamlingen ska sedan ligga till grund för utarbetande av riktlinjer för hur montering ska utföras på ett korrekt och säkert sätt.

Publicering kommer att ske i Sveriges Stenindustriförbunds serie Stenhandboken samt i förbundets råd och riktlinjer för användning av natursten. De olika delarna kan laddas ned via förbundets hemsida www.sten.se.

Parallellt med detta projekt har ett internationellt samarbete bedrivits där andra länders kravsystem inventerats. Detta har bedrivits inom ramen för *CEN TC 246 WG 2 Natursten/arbetsgruppen för provningsmetoder* och *EUROROC's Stone expert's network*.

2 Deltagande företag

Följande stenproducenter har deltagit i projektet: Emmaboda Granit AB, Borghamnsten AB, Borghamns Stenförädling AB samt Minera Skiffer AB.

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| ▪ RISE CBI: | Björn Schouenborg & Magnus Döse |
| ▪ Stenutveckling Nordiska AB: | Christer Kjellén |
| ▪ Närkesten Entreprenad AB: | Mikael Medin |
| ▪ Mineraskiffer: | Terje Holstad |
| ▪ Ardex: | Björn Hellman |
| ▪ PCI/BASF: | Göran Sanderoth |
| ▪ RISE/SP: | Per-Anders Johansson |
| ▪ Emmaboda granit*: | Joakim Steen |
| ▪ Stenentreprenader i Hesselholm AB: | Anders Einarsson |

* Vid tiden för arbetet var Emmaboda Granit fortfarande ett eget företag och presenteras därför som detta i denna rapport. Företaget ingår sedan 1:e juli 2016 i AP Stengruppen.

3 Bakgrund, metoder för fasadmontering

Sedan slutet av 1940-talet har montering av stenfasader utförts som ventilerad beklädnad. Principen har varit att varje platta ska bäras för sig och att rörelser mellan byggnadsstomme och beklädnad ska tas upp mellan varje platta. Beklädnaden utförs tät, men eventuellt inträngande vatten dräneras ut. Beklädnaden utförs luftad för att avleda fukt bakom stenen.

Traditionell montering av stenfasader utförs med rostfria kramlor, som monteras i en byggnadsstomme av betong eller i murverk. Allt eftersom byggnadstekniken utvecklats med bland annat allt högre krav på värmeisolering har systemet utvecklats och nya varianter av infästningar har tagits fram.

Låga beklädnader, upp till ca 3 meters höjd, har ofta monterats med upplag nertill och hållarkramlor som håller beklädnaden inne.

Samtliga dessa metoder kräver relativt tjock sten för infästningen av kramlorna och blir därmed relativt dyra. Ett ökande byggande i innerstadslika miljöer har medfört en ökad efterfrågan på bottenvåningsbeklädnader av natursten, som passar in i sådan miljö. Att anpassa byggnadstekniken efter en relativt utrymmeskrävande konstruktion med tjock sten och luftspalt har också visat sig vara svår och kostsam. Det har därför varit ett önskemål att kunna fästa tunna plattor med fästmassa direkt mot byggnadsstommen.

Under de senaste 10-15 åren har det utförts relativt många projekt med sådan fasadmontering. Erfarenheterna visar att stenplattor på många av dessa fasader lossnar och faller ner, men det finns också exempel på beklädnader som har fungerat tillfredsställande.

Den erfarenhetsinhämtning som genomförs i detta projekt syftar till att kartlägga vad det är som orsakar att plattor lossnar, vilka parametrar som måste vara uppfyllda för att systemet med plattor monterade i fästmassa ska fungera och vilka krav som måste ställas på de olika materialen och på utförandet.

Nedan listas de monteringsystem som vanligen används i Sverige, samt några nyare system varav några är identifierade i projektet.

3.1 Traditionell montering med kramlor, ingjutna i byggnadsstommen

Montering med kramlor som gjuts in i borrarade hål i stommen, oftast betong, är beprövad och har visat sig fungera väl. I och med att byggnaderna blir allt mer välisolerade hamnar stenbeklädnaden allt längre ut från den bärande stommen. Vid traditionell infästning av plattorna med dubbar i plattkanterna krävs minst 30 mm tjock sten, vilket ger en tung beklädnad. Att överföra de stora lasterna från stenbeklädnaden in till stommen medför stora utmaningar. Kramlor har efter hand utvecklats för att hantera problemen, som blir allt mer svårlösta.

Se Stenhandboken, Fasader

3.2 Montering på sekundära bärverk

Sekundära bärverk byggs upp mellan byggnadsstomme och beklädnad för att föra över lasterna från stenen till stommen. Systemen är vanligen uppbyggda av aluminiumprofiler med rostfria, syrafasta skruvdetaljer

3.2.1 Fabrikstillverkade bärverk

Fabrikstillverkade, sekundära bärverk är uppbyggda med olika, standardiserade profiler och skruvanordningar, ett slags "mecano". För att klara olika typer av byggnader och stenutformningar blir systemen relativt komplicerade och därmed dyrbara. De är flexibla och medger bra justeringsmöjligheter. Efter det att bärverket är uppmonterat mot stommen med god precision går själva stenmonteringen snabbt. Denna typ av system har inte varit särskilt vanliga i Sverige. En orsak kan vara att det är svårt att kalkylera tidsvinsten vid stenmonteringen i förhållande till kostnaden för bärverket.

Poducenterna av bärverken tillhandahåller mallar för dimensionering av systemen.

3.2.2 Projektspecifika bärverk

Projektanpassade, sekundära bärverk är vanligen uppbyggda av ett fåtal aluminiumprofiler, anpassade till aktuellt projekt. Vanligen blir de därmed inte lika komplicerade som de fabrikstillverkade. Anpassningar och kapningar på plats måste ofta göras och dimensionering måste utföras för varje projekt.

3.3 Montering på trästomme

Montering på trästomme är inte särskilt vanligt. Olika typer av projektanpassade konsoler och vinklar används vanligen för infästning i trästommen. Det ställs stora krav på träkonstruktionens hållfasthet, beständighet och måttprecision för att ge ett bra resultat. Dimensionering av steninfästning och trästomme krävs för varje projekt.

3.4 Montering i betongelement

Ett system för montering av natursten i förtillverkade fasadelement av betong finns utarbetat. Stenen monteras i gjutformen, dubbar fästs i borrarade hål i plattornas baksidor och betongen gjuts mot plattorna. För att medge rörelser mellan betongen och stenen ser man till att upphäva vidhäftningen, antingen genom bestrykning av plattornas baksidor eller genom att en plastfolie läggs in. De relativt vida dimensionstoleranserna vid tillverkning av betongelementen i kombination med kravet på relativt smala fogar och god precision i stenfasaden kräver en genomtänkt projektering för att ge ett gott resultat. Det är även komplicerat att byta fasadplattor som exempelvis skadats vid transport av elementen eller efter montering på plats.

Se Stenhandboken, Fasader

3.5 Montering på upplag med hållarkramlor

Låga beklädnader, upp till ungefär en vånings höjd, kan monteras på upplag, antingen på betongklack eller på rostfria konsoler. Lasterna från beklädnaden överförs med mellanlägg i horisontalfogarna och

beklädnaden hålls inne med hållarkramlor. Byggnadens konstruktion gör det ofta svårt att få plats med en relativt utrymmeskrävande konstruktion, som dessutom blir relativt kostsam.

Se Stenhandboken, Fasader

3.6 Montering med fästmassa

Montering med fästmassa är huvudämnet i denna studie.

Montering av tunna fasadplattor med fästmassa har utförts under en period med varierande resultat. Olika producenter av fästmassor har i vissa fall egna system med fästmassor, skivmaterial som underlag för stenmontering och av företagen utvalda, testade och godkända stensorter. Stenformaten är vanligen standardiserade. Detaljerade manualer tillhandahålls av leverantören.

Se vidare under punkterna 4, 5 och 6.

3.7 Montering av överlappande plattor med krokar

För montering av tunna, överlappande plattor, typ takskiffer, har system med skenor och krokar utarbetats av företaget Nordskiffer (Bilaga1). Systemet ger möjlighet att skapa fasader med egen karaktär och är samtidigt flexibelt och anpassbart till olika fasadutformningar.

3.8 Montering med lim mot aluminiumprofiler

System har lanserats där man på sekundära bärverk kan montera fasadplattor med lim. För att få en snabb fixering av plattorna används tejp medan limmet härdar (Bilaga 2). Sedan bärverket monterats går monteringen av stenplattorna snabbt. Systemet är till viss del väderberoende på så sätt att om det är kallare behöver limmet längre tid på sig att härda. Det saknas riktlinjer för hur lång tid limmet behöver för att härda i olika temperaturer.

4 Stenfasader monterade i fästmassa, erfarenhetsinsamling.

4.1 Insamling av data

Som grund för insamlade data ligger ett antal projekt där undertecknad, Christer Kjellén, har utfört besiktningar och gjort skadeutredningar. Kompletterande projekt och erfarenheter har insamlats genom en enkät bland Sveriges Stenindustriförbunds medlemmar kompletterad med telefonintervjuer.

Bland projekten ingår olika typer av underlag för montering, ett antal olika stensorter samt även ett projekt med keramiska plattor.

I möjligaste mån har följande uppgifter samlats in:

- Objekt/typ av objekt
- Stad/ort
- Byggnadsår
- Tidpunkt för observation/besiktning
- Beklädnadens höjd
- Stentyp
- Stensort
- Stenens ytbearbetning
- Yta på stenens baksida
- Plattformat/tjocklek
- Bakmur/underlag för montering
- Fästmassa
- Montering/utförande metod
- Iakttagelser/skador

Se bilaga 3, Excel-dokument och bilaga 4, foton

4.2 Bakmur/underlag för montering

De insamlade projekten uppvisar en stor spridning på underlag för montering av plattorna.

- Betong, platsgjuten eller prefab
- Block av lättklinkerbetong

- Lättbetong
- Skivor av olika typ och fabrikat
- Cellplast, med respektive utan armerat putsskikt
- Putssystem
- Äldre marmorbeklädnad i bruk

4.3 Stentyper

Alla stentyper* som är vanligen förekommande som fasadbeklädnader förekommer i undersökningen. Granit är vanligast på de insamlade projekten

- Skiffer
- Granit
- Kalksten
- Marmor
- "Granitkeramik"

* Stentyp är samlingsnamn för en grupp stensorter med liknande tekniska egenskaper. Namnen stämmer inte alltid med det geologiska begreppet bergart. Så grupperas t ex diabas inom stentypen granit.

4.4 Yta på plattornas baksida

Plattornas baksidor är sågade eller frästa utom på ett projekt med skiffer med klovyta.

4.5 Montering/utförande metod

Själva monteringen av fasadplattorna mot underlaget utförs genom att fästmassa stryks ut med tandad spackel på underlag och plattans baksida, s k dubbellimning. Plattans trycks sedan på plats med en vridande rörelse så att fästmassan pressas ut och ger en så gott som fullständig fyllning mellan platta och underlag.

4.6 Iakttagelser/skador

Vid de skadefall som har studerats där plattor har lossnat och ev även ramlat ner har konstaterats tre förhållande som var för sig eller i kombination har varit troliga skadeorsaker.

- Olämpligt underlag för montering av plattor i fästmassa

Vissa underlag har visat sig ge bristande vidhäftning, åtminstone för de fästmassor som använts, och andra misstänks ha för stora rörelser vid variation i temperatur och fuktighet.

Montering på dessa måste anses som riskkonstruktioner till man eventuellt finner lösningar i form av andra fästmassor eller monteringsmetoder.

- Otillräcklig fyllning med fästmassa mellan plattor och underlag
- Inträngande vatten/fukt i fästmassan bakom plattorna, antingen i på grund av olämplig utformning eller bristfälligt utförande

I några fall har även en olämplig byggnadskonstruktion noterats vara bidragande till konstaterade skador.

En allmän bild är också att skadorna är värst på fasader som vetter mot syd eller sydväst, där temperaturvariationerna är störst. Man kan också konstatera att mörka plattor är dominerande på de objekt där skador konstaterats.

4.7 Kommentarer från uppgiftslämnare

Några kommentarer som inkommit från olika uppgiftslämnare i enkäten:

Från Valter Eklund Stenentreprenader:

- Fukten är vår värsta fiende
- Limning mot cementbundna block av lättklinkerbetong (Leca) och cellplast (Frigolit) är problematiskt, framför allt i kombination med jordtryck och vandrande markfukt då främst Leca kan "gå sönder". Fix och sten håller men Lecan "skjuter ut" och då släpper stenen (dock inte från fixet)
- Vissa skiffersorter verkar ha en utsöndring av "olja", som kan skapa en hinna mellan sten och fix.
- Är övertygad om att montering i fästmassa kan fungera om rätt fästmassa används, underlaget är OK och utförandet rätt.

4.8 Insänt underlag från uppgiftslämnare

Från Minera Skifer i Norge har insänts manualer/arbetsbeskrivningar för montering av skiffer, utarbetade i samarbete med fästmassetillverkaren Mapei:

- Limning av skifer, bilaga 5
- Forblending med tørrmur, bilaga 6
- Limning av Høgseter og Otta Pillarguri skifer utendørs, bilaga 7
- Limning av steinpaneler, bilaga 8

Från Södermalms Sten har en projektanpassad byggbeskrivning för montering av sten på Wediskivor insänts, utarbetad av fästmassetillverkaren Sopro. Bilaga 9

Från Nordskiffer har foton på av företaget utarbetat system för montering av överlappande skifferplattor med hjälp av krokar och skenor insänts. Sammanställda i bilaga 1.

5 Slutsatser, stenfasader i fästmassa

Som resultat av genomförd insamling av erfarenheter kan nedanstående kritiska parametrar sammanställas.

5.1 Byggnadens konstruktion

En grundförutsättning för ett lyckat resultat är att byggnaden är konstruerad så att inte vatten kan tränga in bakom beklädnaden, att rörelserna i byggnadsstommen är små och att anslutningar till intilliggande konstruktioner och anslutande material är utformade på lämpligt sätt.

5.2 Underlag, byggnadsstomme

För att uppnå ett gott resultat, både tekniskt och estetiskt är det av stor vikt att underlaget för stenmonteringen har god planhet, god beständighet och är rent. Dessutom måste det naturligtvis vara lämpat för montering av plattor med fästmassa.

Vi har i projektet även identifierat underlagsmaterial som troligen inte är lämpliga för att montera sten i fästmassa på, exempelvis cellplast och skivor av fibercement.

Givetvis måste även byggnadskonstruktionen vara utformad så att inte skadliga rörelser fortplantas till beklädnaden.

5.3 Stenmaterial och plattformat

Mörka stensorter verkar medföra större risker än ljusa, särskilt om fasaderna är utsatta för stark solinstrålning, d v s är monterade på syd- och sydvästfasader. Uppvärmningen kan bli kraftig i dessa lägen och orsaka skadliga temperaturrörelser. Mörka plattor absorberar mer värme än ljusa och detta medför större rörelser.

Plattformaten har också stor betydelse då stora plattor medför stora rörelser mellan sten och underlag samt större rörelser i fogar mellan plattor. Dessutom är det svårt att uppnå fullgod fyllning med fästmassa när stora plattor används.

Vissa stensorter har en uppbyggnad och mineralinnehåll som ställer mycket stora krav på fästmassor för att man ska uppnå fullgod vidhäftning. Exempel på detta är skiffer. I synnerhet skiffer med mycket glimmer i klovytan.

5.4 Fäst- och fogmassor

Det ställs stora krav på fäst- och fogmassor för att monteringen av fasadplattor ska lyckas. De måste vara speciellt anpassade för att uppfylla kraven på beständighet, flexibilitet, möjlighet att ta upp ojämnheter, mm.

5.5 Väderförhållanden

Kyla, regn, solinstrålning och kraftig vind är faktorer som kan påverka resultatet av montering på ett avgörande sätt. Kontroll av väderförhållanden, inte bara vid själva monteringen utan även före och efter är därför väsentligt. Om så krävs måste lämplig intäckning av arbetsplatsen göras. Montering vid låga temperaturer bör i allmänhet undvikas. För närvarande diskuteras en lämplig nedre gräns.

5.6 Arbetsutförande

Det ställs stora krav på arbetsutförandet för att ett gott resultat ska uppnås. Undersökningen visar att det ofta brister i arbetsutförandet när fasadplattorna har lossnat. Vanligt är att man inte uppnått fullgod fyllning med fästmassa bakom plattorna och/eller att vatten trängt in bakom plattorna.

5.7 Kvalitetssäkring

För att montering av fasadplattor i fästmassa ska bli en tillförlitlig metod krävs ett medvetet och systematisk kvalitetstänkande med utarbetade system för kvalitetssäkring. Många moment är kritiska för ett gott resultat och måste kontrolleras löpande under arbetets gång. Några moment som en kvalitetskontroll bör innehålla:

- Kontroll av underlag så att det är lämpligt för stenmontering, är rent från vidhäftningsnedsättande föroreningar, har tillräcklig planhet, etc.
- Observationer av väderförhållanden före, under och efter monteringen så att: Temperaturen inte är för låg eller för hög på arbetsplats, underlag och stenmaterial, arbetsplatsen är skyddad för nederbörd och kraftig uppvärmning, snabb uttorkning etc
- Kontroll av att rätt fästmassa, fogmassa, ev primer, etc används och att dessa tillreds samt appliceras enligt leverantörens anvisningar.

6 Resultat och slutsatser

Insamlingen av erfarenheter från fasadmontering med fästmassa visar att metoden medför vissa risker och att krav på olika parametrar måste ställas för att ett säkert och hållbart resultat ska uppnås. Inom projektet har vi dock konstaterat att metoden bör vara användbar om olika krav på underlag, material och utförande uppfylls.

6.1 Riktlinjer vid montering av stenfasader i fästmassa

Som resultat av genomförd insamling av erfarenheter, i WP2.2 genomförda provningar av fästmassor mot olika typer av sten och underlag samt efter diskussioner inom referensgruppen har förslag till riktlinjer för montering av stenfasader i fästmassa utformats. Dessa innehåller krav på underlag, stenmaterial och monterings utförande samt ger vissa begränsningar av bland annat plattstorlek. Dessa kommer att behandlas vidare i Sveriges Stenindustriförbunds Tekniska Kommitté för senare publicering

Bilaga 10

6.2 Utbildning och certifiering av stenmontörer

Projektet har visat att det hantverksmässiga utförandet vid montering av stenplattor i fästmassa på fasader har mycket stor betydelse för det slutliga resultatet. Ett felaktigt utförande medför risk för att plattor lossnar och faller ner, vilket i sin tur medför risk för personskada.

Vi rekommenderar därför att en utbildning med certifiering/godkännande av stenmontörer införs. Sådant system kan utarbetas av Sveriges Stenindustriförbund på liknande sätt som enligt Bygggeramikrådets branschregler för våtrum.

Utbildningen och certifieringen/godkännandet kan antingen gälla enbart montering av plattor i fästmassa eller vara generell för montering av olika fasadmonteringssystem.

Sådan utbildning bör kompletteras med produktspecifik utbildning hos leverantör av fästmassa respektive infästningssystem.

6.3 Publicering i Stenhandboken

Sveriges Stenindustriförbunds, STEN, Stenhandboken är en serie med teknisk information om natursten och dess användning. Från att ha varit en handbok i olika delar, publicerad i tryckt form övergår informationen allt mer till digital form, tillgänglig på www.sten.se. Informationen kan i denna form uppdateras oftare och blir därmed mer tillgänglig och aktuell. Delen Fasader kommer att uppdateras med erfarenheterna från detta projekt, både vad gäller montering i fästmassa och andra system som har identifierats i projektet.

7 Nyttiggörande och resultateffekter

Byggnationen i centrala stadsmiljöer har ökat, inte minst när det gäller bostadshus. Av tradition, av estetiska skäl och inte minst för att uppfylla krav på beständighet och lång livslängd har efterfrågan på stenbeklädning av sådana byggnaders nedre fasaddelar ökat. Traditionell montering av natursten med upplag på betongklack eller konsol och med hållarkramlor i kombination med relativt tjocka plattor går ofta inte att utföra då detta ställer krav på anpassning av byggnadsstommens utförande. Det finns inte tillräckligt med utrymme.

Tunna plattor som monteras direkt mot byggnadsstommen i fästmassa är då ett lockande alternativ som klarar begränsningarna i byggnadens konstruktion och utrymme och som dessutom blir ekonomiskt fördelaktigt. Sedan 10-15 år har också sådana beklädnader monterats med varierande resultat. I vissa fall har det fungerat bra, men många skadefall har rapporterats. Av detta skäl har Sveriges Stenindustriförbund beslutat att tills vidare avråda från montering av fasadplattor i fästmassa i avvaktan på resultaten från detta projekt.

Slutsatserna efter sammanställning av "State of the art" och diskussioner inom referensgruppen är att systemet med montering av stenplattor i fästmassa på fasader fungerar, om viktiga krav och riktlinjer uppfylls. Ett utkast till sådana riktlinjer har sammanställts, bil 11, och kommer att bearbetas vidare inom Sveriges Stenindustriförbunds Tekniska Kommitté. När dessa är slutgiltiga kan de publiceras och avrådandet från detta monteringssystem ersättas med riktlinjerna som branschen ställer sig bakom. I och med detta har branschen erbjuda marknaden en möjlighet att förse fasader i stadsmiljö med natursten till en konkurrenskraftig kostnad. Därmed ges möjligheter att öka marknaden för natursten.

Systemet med montering i fästmassa samt information om övriga inom projektet identifierade monteringsmetoder kommer även att införas i uppdaterad version av den av Sveriges Stenindustriförbund publicerade Stenhandboken.

9 Bilagor

1. Montering av överlappande plattor med hjälp av krokar och skenor. Nordskiffer.
2. Nordea Bank, Ørestad, Danmark. Limning av sten på aluminiumskenor.
Anteckningar från studiebesök. B. Schouenborg
Beskrivning av monteringsystem. MEFA Nordic AS
Produktcertifikat, lim. SKH, KOMO
3. Studerade projekt, Exceldokument
4. Studerade projekt, foton
5. Liming av skifer, Minera Skifer/Mapei
6. Forblending med tørrmur, Minera Skifer/Mapei
7. Liming av Høgseter og Otta Pillarguri skifer utendørs, Minera Skifer/Mapei
8. Liming av steinpaneler, Minera Skifer/Mapei
9. Beskrivning alternativ beklädnad StoVentec Fasadsystem: Natursten
10. Projektspecifik beskrivning för montering med fästmassa Wediskiva. Sopro
Dokumentation av fäst- och fogmassor.
11. Riktlinjer för montering av fasadplattor i fästmassa, utkast. Enl 6.1

Nordskiffer

System för montering av överlappande skifferplattor med hjälp av krokar och skenor.



Nordea Bank, Örestad, DR-Byen, Köpenhamn. 2016-04-13

Plattor av Offerdalskiffer limmas på aluminiumskenor. 3 mm tjock dubbelhäftande tejp används som distans och för att hålla plattorna kvar medan limmet (gummi – sa de) hade härdat.

Kort besök på arbetsplatsen. Blev visad runt och fick prata med ansvarige för montering på plats. Var tvungen att lämna kameran utanför men har fotograferat utanför avspärningarna.

De monterar i praktiken året runt, även i frost. Då härdar limmet långsammare.

De torkar av och spritar både aluminium och stenskiva. Väntar några minuter innan de limmar. De använder 3 mm dubbelhäftande tejp för att plattorna skall sitta kvar medan limmet härdar och för att få rätt avstånd till aluminium för limfogen, 3 mm.

Varje fog/platta förses med kilar. Dessutom skruvar man fast plattor med jämna mellanrum för att inte belastningen på de nedersta plattorna/fogarna skall bli för hög (tyngden). De sa att det var träplattor men jag ser endast små metallbrickor. Kanske språkförbistring?

När det är kallt, ca 5C, kan det ta 3 dagar innan de tar bort kilarna. Vem avgör när det är dags och vilka instruktioner, kriterier har man?

På sommaren kan de i praktiken tas bort samma dag.

När det är kallt så får de värma tejp (ev även limmet). Svårt med fäste annars.

Plattorna monteras upp till 6,95 m höjd.







PIHL A/S

Sag: VESTAS

Emne: Lim for facadebeklædning

Billag: KOMO certifikat 20698/07

Notat indhold

1. Beskrivelse for officielle godkendelser og prøvninger.
2. Montage systemets bestanddele.
3. Sags aktuelle laster.
4. Limteknologiens historie.
5. Opstart af byggeplads.

1. Beskrivelse for officielle godkendelser og prøvninger.

Limen der anvendes til montage af hhv. natursten, fliser og glasplader er fremstillet af vor leverandør TWEHA NL. Produktet er forsynet med produktcertificat fra anerkendt certificeringsinstitut i Holland SKH. (som Teknologisk Institut i DK)

Certifikatet er et såkaldt KOMO certifikat, hvilket er en afprøvet vejledning i hvorledes produktet bør bruges og hvilke tekniske egenskaber produktet har, herunder hvilke tilladelige laster instituttet indestår for.

For at opnå denne certificering skal producenten via et anerkendt prøvningsinstitut, berigtige at produktet har minimum levetid på 50 år i den tiltænkte anvendelse. Dette foregår ved accelererede test, og man har således ikke pt. testmetoder der men rimelighed stækker sig længere end 50 år.

Leverandøren står på denne baggrund inde for at produktet har en leve og funktionsdygtighed på >50 år hvis produktet anvendes inden for de i certifikatet angivne rammer.

Certifikaterne er vedlagt dette notat, og anvisningerne fra disse er allerede indarbejdet i det aktuelle projekt. Dokumentet er på engelsk og de vigtigste ting for opfyldelse af certifikatet vil blive opridset her.

2. Montage systemets bestanddele.

LT Cleaner, et solvent baseret affedtnings væske der skal sikre en ren limflade.

LT cleaner påføres såvel flise som underlag. Cleaneren sprayeres på, og aftørring foretages i en retning. Det er vigtigt at cleaneren får tid til at fordampe inden materialerne sammenføjes over limfugen. Man må påregne at fordampnings tid er mellem 5 og 10 minutter, afhængig af temperatur. Vigtigheden af fordampning skal ses i lyset af cleaneres evne til at opløse den ikke afhærdede lim.

LT Tape.

LT Tapen er en dobbeltklæbende foamtape med en tykkelse på 3 mm og en bredde på 12 mm. Tapen monteres på det underlag hvorpå flisen / glasset skal monteres. Tapen tjener til midlertidig montage af fliserne i den tid hvor limen afhærder, samt til at sikre at limfugen får en tykkelse på minimum 3 mm., således at differensbevægelser mellem underlag og flise kan optages i limen.

STONEMATE / GLASSMATE lim

Limen er en polymerbaseret lim der påføres umiddelbart ved siden af tapen, for korrekt dossering

påføres limen med den medfølgende spids, der danner en trekantet limfuge. Limpåføring sker som udgangspunkt i hele flisens højde, og altid som lodrette fuger.

Bærende limfuger skal som udgangspunkt altid være lodrette, og der skal sikres minimum 20 mm fri ventilation bag flisen. Ved vandrette fuger der i visse tilfælde kan tjene som stabilisering, skal der tilses at der er den nødvendige ventilation bag fliserne.

Vandrette fuger, på udendørs facader, regnes ikke med som statisk lastoverførende. Hver flise har som minimum to lodrette understøttende fuger pr. flise. Denne fuger har en bredde på 10-13 mm og en tykkelse på 3 mm. når flisen / glasset er monteret.

Limens egenskaber

- Lagertid inden brug 12 mdr.
- Afhærdet lims trækstyrke 1,62 N/mm²
- Afhærdet lims tværforskydning 1,83 N/mm²
- Maksimal udvidelse /bevægelse** 3,30 mm

** Bevægelse fremkommet ved temperaturbevægelser som følge af uens udvidelses koefficienter mellem flisen/glasset og underkonstruktion. Udvidelserne regnes altid i forhold til flisens diagonal mål.

Montagetemperaturer.

Limen kan monteres i temperaturer mellem -20C + 50C.

LT Tape kan monteres mellem +5C + 40C, ved lavere temperaturer kan underlaget / tapen opvarmes med en varmepisol for at få tapen til at binde.

Underlag,

Den bærende underkonstruktion skal kunne optage de laster der måtte komme fra såvel den statiske last stammende fra flisens egenvægt, samt de dynamiske påvirkninger der fremkommer fra vindbelastning.

Underkonstruktionen kan være aluminium, træ, stål mv, og skal for ikke at opbygge statiske spændinger i facadepladerne have en rethed på + eller - 1,5 mm montagen af facadepanelet. Underkonstruktionens bæreevne er ikke omfattet af certificatet.

3. Partiel koefficienter / Regningsmæssige laster.

Lasterne nedenfor er angivet som de mindste laster i certifikatet, og bruges som regningsmæssige tilladelige laster. Værdierne der på baggrund af disse laster fremkommer, som funktion af henholdsvis statisk egenlast (normalt tværforskydningskraft) og trækstyrke (normalt vindbelastning) skal i alle tilfælde være =< end det samlede tal for den aktuelle limfuges styrke.

Partiel koefficient

- Trækstyrke 4 = 0,41 N/mm²
- Tværforskydning 10 = 0,18 N/mm²

For en aktuel (udvendig) situation vil belastningen på limfugen være
Statisk.

Flise bredde x flisehøjde = 0,40 x 0,8 mtr = 0,32 m² flisevægt pr m² = 42 kg = 420 N

Monteret med to fuger a 0,8 meter = 800 mm = 1600 mm x 12 = 19200 mm² x 0,18N = 3456 N

Udnyttelses grad i forhold til tilladelig belastning = $(0,4 \times 0,8 \times 420) / 3456 \times 100 = 3,9 \%$

Udnyttelsesgrad i forhold til karakteristisk brudbelastning = $134 / (19200 \times 1,83) \times 100 = 0,38 \%$

Dvs. at vi har en sikkerhedsfaktor i forhold til brud på $100 / 0,38 = 1 : 263$

Dynamisk belastning = vind

Anslået vindbelastning regningsmæssig max. 2600 N/m².

Fliseareal = 0,38 m²

Vindbelastning = 2600 x 0,32 N = 832 N

Limareal = 19200 x tilladelig trækstyrke (0,41 N/mm²) =7872 N

Udnyttelsesgrad i forhold til tilladelig belastning= $832/7872 \times 100 = 10,56 \%$

Udnyttelsesgrad i forhold til karakteristisk brudbelastning = $832 / (19200 \times 1,62) \times 100 = 2,7 \%$

4. Limteknikkens historie.

Montageformen har været anvendt, til mange byggerier rundt om i Europa gennem de sidste 20- 25 år. Oprindeligt er det en udløber af såkaldt "structural glazing" som har været anvendt igennem de sidste 40-50 år og som har sit udspring i USA. Den mest kendte form for structural glazing er vel termoruden, hvor limen der holder de to stykker glas sammen har en dobbelt funktion, dels at sikre lufttætte samlinger samt at indespænde glasset således at stivheden i en termorude forøges mange gange sammenlignet med de to stykker enkeltglas.

Limteknik anvendes i stor udstrækning i vor hverdag uden at vi skænker dette en tanke. Men basalt set hvor man føjer enkeltdele sammen anvendes der lim. F. eks beton hvor limen udgøres af cement. Limtræ og krydsfiner hvor træ af ringere beskaffenhed forvandles til stabile højstyrke elementer.

Industrielt anvendes limning i stor udstrækning til konstruktion, og tager over hvor skruer og nitter må give op. Eks. I fly og bilindustri.

Det samme vil vi se mere og mere i vort byggeri. Her har en af udfordringerne været at udvikle et limsystem der er tilpas enkelt til at udførelsesfejl kunne undgås. TWEHA Stonemate er et sådan system, der med succes har været anvendt i Europa gennem de sidste mere end 20 år.

5. Opstart af Byggeplads.

Inden opstart af byggeplads vil der blive afholdt et seminar for de udførende / tilsynsførende, hvor de teoretiske og praktiske aspekter, i forbindelse med montage vil blive gennemgået.

Seminaret vil bla. indeholde følgende punkter.

- Teoretisk gennemgang af systemets egenskaber.
- Praktisk montage.
- Problemløsning ifb. med montagen.
- Montagekontrol og værktøjer hertil.

Seminaret vil blive afholdt hos PIHL, eller hos os i Randers og vil blive forestået af undertegnede samt en tekniker fra TWEHA.

Mefa Nordic A/S

Bjarne Juul Andersen

KOMO[®] attest-with-product-certificate

Semi-manufactured product

Stichting Keuringsbureau Hout SKH

Visiting address:

'Het Cambium', Nieuwe Kanaal 9c, 6709 PA Wageningen, the Netherlands

Mailing address:

P.O Box 159, 6700 AD Wageningen, the Netherlands

Telephone: +31 317 45 34 25 E-mail: mail@skh.org

Fax: +31 317 41 26 10 Website: <http://www.skh.org>

STONEMATE[®] ADHESIVES FOR THE FIXING OF FAÇADE PANELS

Number: 20698/07
Issued: 19-06-2007
Supersedes: 20698/05

Producer

Tweha B.V.
(Industrieterrein De Haagdoorn)
Kuiper 9 a
5521 DG EERSEL
Postbus 172
5520 AD EERSEL
THE NETHERLANDS
Tel. (0497) 53 07 90
Fax (0497) 53 03 50
E-mail: info@tweha.nl
Website: <http://www.tweha.nl>

Factory in

SWITZERLAND

Declaration of SKH

This attest with product certificate is based on BRL 4101 part 1, "Façade panels" and BRL 4101 part 7, "Adhesives for the fixing of façade panels", issued by SKH in conformity with the SKH Regulations for Certification.

SKH declares that the adhesive for the fixing of façade panels manufactured by the producer is suitable for the manufacturing of an exterior partition construction which supplies performances as described in this attest-with-product certificate, provided that the adhesive for the fixing of façade panels complies with the technical specifications laid down in this attest-with-product certificate and provided that the manufacturing of the exterior partition construction takes place according to the work methods laid down in this attest with product certificate.

SKH declares that there is a justified confidence that adhesive for the fixation of façade panels, manufactured by the producer complies with the technical specification laid down in this attest-with-product certificate, provided that the units are marked with the KOMO[®]-logo as indicated in this attest-with-product certificate.

Within the framework of this attest-with-product certificate no control shall be executed by SKH on the production of the other components of the external partition construction, nor on the manufacturing of the exterior partition construction.

SKH declares that adhesive for the fixing of façade panels complies with the relevant requirements of the Building Act in its applications under above-mentioned conditions.

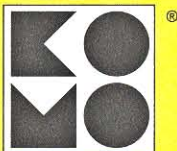
Reference is made to the "Overview of authorized quality declarations in the building industry" as indicated on the website of SBK, www.bouwkwaliteit.nl.

For SKH

R. Wigboldus, director

Users of this attest-with-product certificate are advised to ask SKH whether this document is still valid.

This attest-with-product certificate consists of 5 pages.
Consult the Dutch version in case of doubt.



Building Act

Assessed is:
quality system
product
performance product
in application
Periodical check

STONEMATE[®] ADHESIVES FOR THE FIXING OF FAÇADE PANELS

BUILDING ACT ENTRY

No.	Section	Limiting value / method of determination	Performances according to quality declaration	Remarks in connection with application
2.1	General strength of the building construction	Extreme limiting condition, determination of the strength after durability tests	Tensile strength and shear strength at least 1,0 N/mm ²	
2.12	Restriction of development of fire	Class 1, 2, 3 or 4 according to NEN 6065	Not tested	
2.15	Restriction of development of smoke	Smoke density $\leq 10 \text{ m}^{-1}$, $\leq 2,2 \text{ m}^{-1}$ according to NEN 6066	Not tested	

1 TECHNICAL SPECIFICATION

1.1 Subject

Adhesive for the fixing of façade panels on the basis of MS polymer and assembly tape for the initial securing.

1.2 Marking

The packaging shall be marked with the KOMO[®]-mark.

The implementation of this mark is as follows:

- word KOMO[®] or logo

- no. 20698

with compulsory indication:

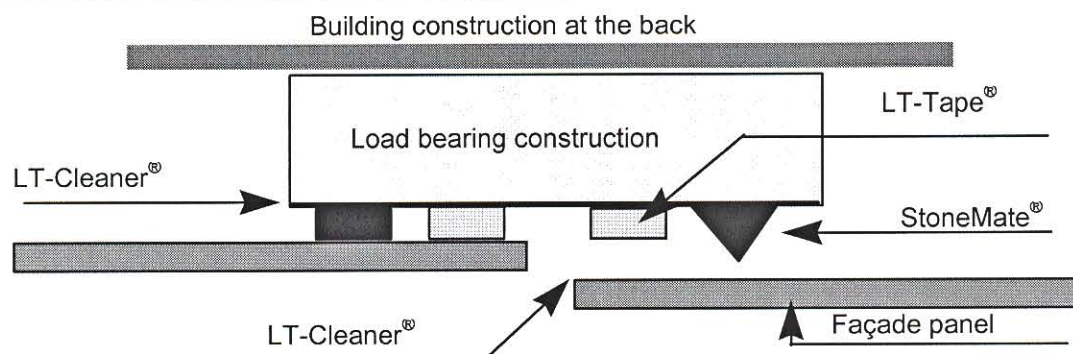
- the final date of expiry.



Location of the mark: clearly visible on each unit delivered.

1.3 Principle of the adhesive joint in the application

Horizontal cross-section over the vertical connection.



In order to obtain a good ventilation and drainage of possible moisture behind the façade panel, no horizontal glue joint shall be applied in general. Should this however happen (e.g. in connection with requirements for the flatness of panels) it shall be done in such a way that good ventilation and drainage of possible moisture shall be guaranteed. This horizontal glue joint shall not be considered to contribute to the strength of the total fixing of the panels to the load bearing construction. The adhesive provides the performances laid down in table 4 of this attest-with-product certificate when using a minimum width (in assembled state) of 12 mm and a thickness of 3 mm. The glue shall be applied to the load bearing construction in one shot over the full height of the panels to be installed on the load bearing construction.

The assembly tape has a twofold purpose, i.e.

- to take care that the thickness of the quantity of adhesive is constant and sufficient to absorb the movements of the façade panels as a result of swelling and shrinkage;
- to take care of a temporary fixing in the application phase.

STONEMATE[®] ADHESIVES FOR THE FIXING OF FAÇADE PANELS

1.4 Product specification

The technical specification of the adhesive and the assembly tape has been summarised in the following tables.

Table 2

Description of adhesive	StoneMate [®]
Colour	Black
Storage life	12 months in sealed units
Tensile strength	1,62 N/mm ²
Shear strength	1,83 N/mm ²
Maximum movement of the façade panel	3,3 mm

Explanation: the maximum movement of the panel is equal to 40% of the maximum elasticity of the adhesive at a thickness of the glue rill of 3 mm.

Taking into account the maximum allowable movement of the façade panel it follows that the diagonal of the façade panel shall comply with:

$$d_{\max} \leq 2 \frac{x_{\max}}{f_{\max}}$$

In this formula is:

d_{\max}	maximum diagonal of the façade panel	m
x_{\max}	maximum movement of the façade panel (see table 2)	mm
f_{\max}	maximum distortion of the façade panel in the climatic range chosen (see product information about façade panel)	mm/m ¹

Table 3

Description of assembly tape	LT-Tape [®]
Tensile strength	0,23 N/mm ²
Shear strength	0,22 N/mm ²
Thickness	3 mm
Compressive strength	0,025 N/mm ²

The values given for the assembly tape are relevant during the first 24 h after applying the adhesive.

1.5 Load bearing construction

The load bearing construction and the securing thereof to the building construction at the back is sufficiently strong and stiff to be able to take up the loads according to NEN 6702 after assembly of the façade panels when this can be demonstrated by calculation.

The load bearing construction is flat and free from twist with a maximum deviation of + or - 1,5 mm, both in respect of the theoretical measurement and the panel to be glued, at the moment of installing the façade panels. The wooden load bearing constructions are sufficiently protected against decay, according to the statements in accordance with NPR 3670.

2 PROCESSING REGULATIONS

Processing conditions

The processing temperature of the adhesive system is between 5°C and 40°C. The areas to be bonded shall be dry and free from dust and grease.

Ventilation

Behind the façade panels, an air space (cavity) of at least 20 mm is required. Hereby

- large temperature differences between front side and back of the façade panels are avoided,
- condensed moisture and eventual intruded moisture will evaporate due to ventilation,
- intrusion of mildew, rotting or corrosion is prevented and the insulation material is prevented from getting moist, thus maintaining the thermal insulation performance.

Never apply a roof trim or metal edging strip directly to the façade panel.

Consult the processing instructions of the panel supplier.

It is advised to provide a ventilation opening at the top and the bottom of the façade of at least 50 cm²/m¹ and above 5 m at least 100 cm²/m¹.

STONEMATE[®] ADHESIVES FOR THE FIXING OF FAÇADE PANELS

Wooden loadbearing construction

- Determine the exact measurements of the façade surface with regard to the gridlines and levels.
- Check the supporting wall structure.
- The number of fixing points per m² of the loadbearing construction is determined by the weight and the wind load / tensile forces.
- When using a double-layer fixing structure, the basic wooden structure made of horizontally placed timber, shall be fixed using static tested angle anchors at the top and bottom.
- Check the loadbearing construction for planeness and solidity.
- Place façade insulation and vapour permeable foil according to the manufacturers instructions.
- The minimum thickness of the vertical supporting profile is 19 mm.
- The centre to centre distance of the vertical supporting profile depends on the type of cladding and the instructions of the panel manufacturer.
- After drying (emanating) one can bond it directly on planed wolmanised wood. The moisture content does not exceed 18%. LT-Houtprep can be applied on the front to obtain a black joint, but is not required.

Required width of the supporting structure:

End battens and angle joints		70 mm
Vertical muntins	minimum	45 mm
At open joints		70 mm
When using LT-Joint Profile	minimum	95 mm

Aluminium loadbearing construction

- Attach the supporting and sliding points perpendicular to each other using the designated materials.
- Cut the insulating layer on behalf of fixing a loadbearing or sliding point. In this way the possibility of insulation leaks is minimised.
- Install the vertical angle-, T- or sleeve profiles in such a way that each panel will be bonded onto at least two vertical profiles.
- Check the loadbearing construction regarding flatness and strength.

LT-Houtprep

- Treat planed European spruce prior to fixation with LT-Houtprep on all sides. The moisture content of the wood does not exceed 18%.
- LT-Houtprep is applied using a fine brush or roller.
- Always apply maximum one layer of T-Houtprep.
- The minimum drying time of LT-Houtprep is 24 hours. Within this period bonding of façade panels is not possible.
- Never apply LT-Houtprep on painted wood, treated wood, greased wood, hardwood, plywood, aluminium or other metals.

LT-Cleaner

- Always clean the metal loadbearing construction using LT-Cleaner only. Let the LT-Cleaner evaporate for 5 to 10 minutes.
- If the back of the panels is covered with a protective foil, lightly sandpaper the area to be bonded after removing the foil to remove possible invisible residues of the adhesive.
- Spray the panels in the area to be bonded with LT-Cleaner and wipe off in one direction using a clean paper towel of a fluff-free cloth. Let the LT-Cleaner evaporate for 5 to 10 minutes.

LT-Tape

After the LT-Houtprep is completely dry and/or the LT-Cleaner has evaporated, the LT-Tape is applied along the entire vertical length of the supporting structure, in one single piece. Press the LT-Tape down firmly.

StoneMate

- Cut the enclosed nozzle in a V-shaped notch of 8 x 8 mm to obtain the required glue score of 12 x 3 mm.
- Open the cartridge or sausage.
- Apply an uninterrupted beam of the adhesive 10 mm next to the LT-Tape.

STONEMATE[®] ADHESIVES FOR THE FIXING OF FAÇADE PANELS

Apply panel

- Remove the protective layer of the LT-Tape.
- Position the panel within 10 minutes after applying the adhesive, due to the fast skin formation of the adhesive.
- Press the panel with the degreased side softly onto the adhesive and press firmly when it is positioned correctly (if necessary using spacers).
- Remove superfluous adhesive using a tissue and LT-Cleaner.

3 PERFORMANCES

3.1 Performances from the point of view of safety

General strength; BA-Section 2.1

3.1.1 Strength of the adhesive; BA-section. 2.1

When determining the quantity of adhesive per m² of façade panel surface the allowable values given in table 4 may be used for calculating purposes. These values include the following supplementary safety factors:

- tensile strength: factor 4
- shear strength: factor 10.

Table 4 Type of adhesive: StoneMate[®]

Load bearing construction	Façade panel	Pre-treatment	Tensile strength for calculation	Shear strength for calculation
Aluminium Timber species: Spruce	Metamorphic rocks	- Clean aluminium load bearing construction with LT-Cleaner [®]	0,41 N/mm ²	0,18 N/mm ²
	Plutonic rocks	- Treat wooden load bearing construction all round with LT-Houtprep [®] (only in case of untreated spruce)	0,41 N/mm ²	0,20 N/mm ²
	Sedimentary rocks	- Clean façade panel with LT-Cleaner [®]	0,54 N/mm ²	0,21 N/mm ²
	Ceramics		0,46 N/mm ²	0,18 N/mm ²
	Stone bricks	- Pre-treat façade panels with Fixapox A and Fixapox B.	0,50 N/mm ²	0,24 N/mm ²

For the tensile strength and the shear strength of the assembly tape the value mentioned in table 3 apply. The values for the assembly tape are relevant during the first 24 hours after application of the adhesive.

RESTRICTION OF DEVELOPMENT OF FIRE; BA-Section. 2.12

3.1.2 Contribution to fire propagation; BA-art. 2.91

There is no requirement in relation to the class of fire propagation for 5% of the total area of the said construction components of each separate room, in accordance with section 2.95 of the Building Act. Adhesives fall under these 5%.

The contribution to the propagation of the adhesive has not been assessed.

RESTRICTION OF THE DEVELOPMENT OF SMOKE; BA-Section. 2.15

3.1.3 Smoke production; BA-section. 2.125

There is no requirement in relation to the development of smoke for 5% of the total area of the said construction components in each separate room, in accordance with section 2.128 of the Building Act. Adhesives fall under these 5%.

The smoke production of the adhesive has not been assessed.

STONEMATE[®] ADHESIVES FOR THE FIXING OF FAÇADE PANELS

4 SUGGESTIONS FOR THE PURCHASER

4.1 On delivery of the adhesives for the fixing of façade panels, inspect whether:

- what has been ordered has been supplied;
- the mark and the method of marking are correct;
- the products show no visible defects as a result of transport etc.

In the event that on account of the above it should be decided to reject the products, the following organisation(s) should be contacted:

Tweha B.V.

and if necessary:

The certification-body Stichting Keuringsbureau Hout SKH
Office building 'Het Cambium',
Nieuwe Kanaal 9c, 6709 PA Wageningen
P.O. Box 159, 6700 AD Wageningen, the Netherlands
Telephone: +31 (0) 317 45 34 25 E-mail: mail@skh.org
Fax: +31 (0) 317 41 26 10 Website: http://www.skh.org

4.2 Attest with product certificate

The producer is obliged to see to it that the purchaser shall have a copy of the complete attest-with-product certificate at his disposal at the construction site.

4.3 Application and use

The adhesives are meant for the fixing of façade panels for the purpose of (house-) construction.

4.4 Period of validity

Consult the SKH website <http://www.skh.org> to verify whether the attest-with-product certificate is still valid.

Tunna stenplattor i fästmassa på fasad. Erfarenheter

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Objekt	Byggn år	Observation år	Beklädnad höjd	Stentyp	Stensort	Ytbearbetning	Yta baksida sten	Plattformat	Bakmur	Fästmassa	Montering/utförande	Skador/iakttagelser
2	A	2010 + 2012	2014	En våning. Ca 3 meter	Skiffer	Offerdal	Klovyta	Klovyta	Orgelbundna	Cellplast, armerad puts på cellplast. Murar på lättklinker	Ardex		Cellplaststomme på byggnadens sockel och som anslutande stödmurar. 1. Plattorna limmades direkt på cellplastytan med Ardex fästmassa. Ramlade ner efter ca 2 år. 2. Cellplasten försågs med armerad puts varpå plattorna limmades med Ardex. Nu, efter 4 år lossnar plattor, allmänt bom. Sitter något bättre på fasad mot uppvärmt utrymme. Anslutande murar med stomme av Lecablock. Plattor limmade med Ardex. Bitvis sitter skiffern kvar, bitvis släpper plattorna från fästmassan.
3	B	2005	2012	En våning. Ca 3 meter	Kalksten	Kinneulle	Hyvlad	Fräst	Fallande längder, 12 mm tj	Lättbetong			Besiktning efter 7 år. Stor del av beklädnaden loss, buktar ut och släpper. Sprickor genom beklädnaden både horisontella och vertikala. Ej fullständig anliggning mot fästmassan. Sprickor i bärande stomme, tyder på sättningar. Bristande avtäckningar, risk för vatteninträning.
4	C	2004?	2005	Portomfattningar	Skiffer	Offerdal	Klovyta	Fräst		Minerit fasadskiva	Mapei Keraflex, Allfix kombi		Delvis monterat med utkammad fästmassa, ca 70% täckning, delvis punktlimmade. Plattorna släpper från fästmassan och ramlar/monteras ner.
5	D			Souterräng ca 4 meter	Granit	Christal Black	Flammad	Fräst	100, 150, 200, 300 och 500 mm breda, 600 mm långa monterade som fallande längder	Btg, prefab, platsgjuten	Mapei Keraflex, Mapei primer E-10		Bottenvåningsbeklädnad Plattorna lossnar och faller ner. Besiktning efter ca 1 år. Ej fullständig fyllning bakom plattor. Inträngande fukt med salt- och kalkutfällning i fogar.
6	E	2011-2012	2013	Upp till ca 5 meter	Keramik	Granitkeran	Gråsvart			Btg element			Nedfallande plattor, utskjutande plattor. Kalkutfällningar. Olämplig konstruktion med plattor uppdragna på tak. Bristfälligt utförande med dålig täckning med fästmassa.
7	F	Höst 2017	2017	1,2 meter	Granit	Kinesisk x	Mörk grå	sågad	300x600x15	Betong	Mapei Elastorapid. Fog Mapei Keracolor	Dubbel-lim	Inga skador
8	---	2010	2015	Upp till ca 3 våningar	Kalksten	Jura						Sto-system. Plattor limmade mot skivor	Beklädnaden intakt



Objekt A



Innovativ dimensionering av naturstensfasader. State of the art - erfarenhetsinsamling. Foton projekt. Bilaga 4.



Objekt B





Objekt C



Innovativ dimensionering av naturstensfasader. State of the art - erfarenhetsinsamling. Foton projekt. Bilaga 4.



Objekt D





Objekt E



Innovativ dimensionering av naturstensfasader. State of the art - erfarenhetsinsamling. Foton projekt. Bilaga 4.



Objekt F

Kallmur



Innovativ dimensjonering av naturstensfasader. State of the art - erfarenhetsinsamling. Foton projekt. Bilaga 4.



Prosjekt i Stavanger med skiffer

Alla beklädnader monterade med fästmassa på samma vis.

Kalkutfällningar och skador där vatten tränger in



SYSTEMBESKRIVELSE

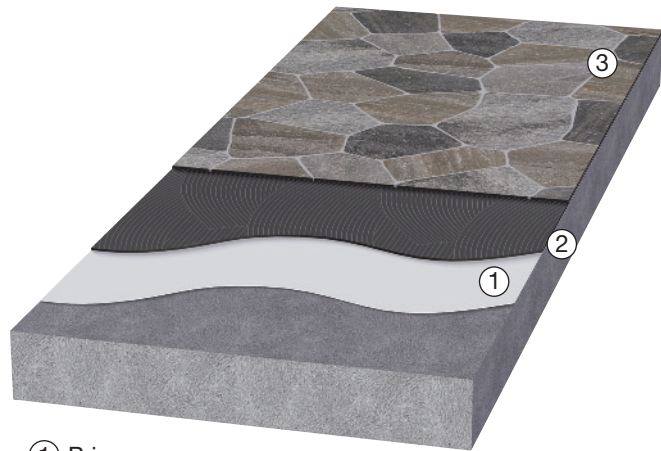
Systemet består av produkter og løsninger som gir en sikker løsning hvor skiferen får meget god heft til underlaget. Løsningen anbefales både innen- og utendørs.

BRUKSOMRÅDER

- Gulv
- Terrasser
- Trapper – trinn
- Fasader

EGENSKAPER

Resultater fra laboratorieforsøk viser verdiene for heft mellom betong med og uten sementmembran og ulike skifertyper, målt etter 28 døgns herding. Primer er ikke benyttet.



- ① Primer
- ② Skiferlim
- ③ Fugemasse

Skifertype	Limtype	Underlag	Heft	Kommentar
Offerdal	Megarapid 2K Plus (C2 FTE, S2)	Betong	2,56 N/mm ²	Brudd i betong
Offerdal	Megafix (C2TE)	Sementmembran	0,89 N/mm ²	Brudd i limsjikt
Offerdal	Conbit, limemørtel	Betong	0,85 N/mm ²	Brudd i limsjikt
Oppdal	Megarapid 2K Plus (C2 FTE, S2)	Betong	1,60 N/mm ²	Brudd i skifer
Oppdal	Megafix (C2TE)	Betong	0,97 N/mm ²	Brudd i limsjikt
Oppdal	Conbit, limemørtel	Sementmembran	0,53 N/mm ²	Brudd i limsjikt

Krav til heft er generelt min. 0,5 N/mm². Alle de valgte limtypene tilfredsstiller min. kravet, men det er forskjeller mellom de ulike limtypene. Pris og kvalitet utgjør forskjellene.

SYSTEMOPPBYGGING

Forbehandling

Underlaget må være så plant som mulig. Dersom underlaget er ujevnt, må det vurderes sliping eller utbedring av svanker. Et alternativ er å rette opp gulvet med en sementbasert, fiberarmert sparkelmasse: **Uniplan**. Utendørs benyttes en frostsikker sparkelmasse; **Uniplan FR**. Til slutt støvsuges godt.

① Priming

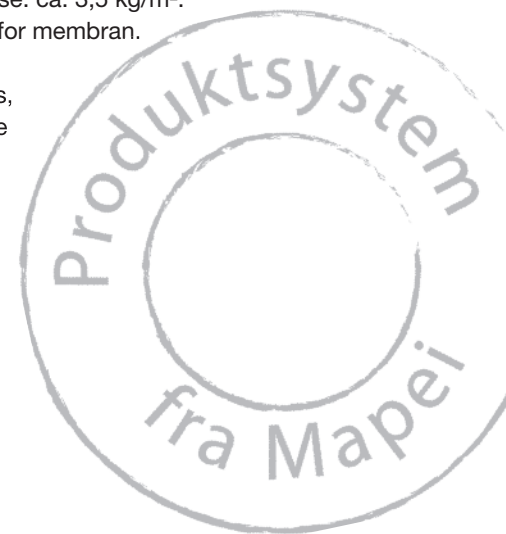
Underlaget forvannes, men frittstående vann må fjernes. For å oppnå maksimal heft, kan underlaget primes med **Primer G**, utblandet 1:1 med vann. Forbruk **Primer G** (konsentrert): ca. 0,1 liter/m².

Sementmembran

Utvendig vil en sementmembran være en meget god

forsikring både mot vannlekkasjer i underliggende konstruksjon og mot kalkutslag. Her benyttes **Mapelastic**, to-komponent, fleksibel, frostbestandig og vanntett sementmembran. **Mapelastic** vil dempe opptrekk av fukt fra underlaget som er en av hovedårsakene til kalkutfellinger. **Mapelastic** er også fleksibel slik at den bidrar til å jevne ut svinn og temperaturbevegelser mellom skifer og underlaget. Forbruk v/2 mm tykkelse: ca. 3,5 kg/m². Innendørs er det ikke behov for membran.

Dersom **Mapelastic** benyttes, skal det ikke primes før denne legges ut - kun forvanning av underlaget.



② Liming av skifer

Flere alternative lim kan benyttes:

- A. **Megarapid 2K Plus.** To-komponent, hurtigherdende og hurtigtørkende sementbasert lim med lang åpentid. Limet påføres som dobbeltliming, dvs. både på baksiden av skiferen og på underlaget. Dette er viktig utendørs for å unngå riller hvor vann kan samle seg og forårsake frostsprengning. Forbruk; ca. 3,5 kg/m² avhengig av underlagets ruhet. Benyttes hovedsaklig utendørs.
- B. **Megafix.** Sementbasert lim til bruk både ute og inne.
- C. **Conbit.** Limemørtel som kan benyttes til grove arbeider hvor det er behov for å bygge høyder opp til 20 - 25 mm, rette opp svanker mv. Herder raskt helt ned mot 0 grader. Henv. til tabell over egenskaper.
- D. **Adesilex P4.** Flytlim benyttes der underlaget er helt plant. Sikrer full limdekning uten dobbeltliming.

③ Fuging

Skiferen fuges med ett av følgende produkter:

- A. **Skiferfug.** Sementbasert fugemasse som kan legges både jordfuktig og med plastisk konsistens. **Skiferfug** har en oppbygging som er spesielt tilpasset fuging av naturplan, bruddheller med ujevne kanter.
- B. **Megafug G.** For fugebredder 4 - 12 mm.
- C. **Megafug F Plus** med vannavvisende effekt. For fugebredder 2 - 6 mm.
- D. **Nonset 400 FF.** Benyttes der temperaturen er under frysepunktet.



Skiferen trykkes godt ned i limet.

④ Etterbehandling

Skifer kan etterbehandles med en vann-, fett- og oljeavvisende impregnering.

Vi anbefaler ikke at man bruker såkalt porefyller / klinkerolje / voks til overflatebehandling av skifergulv. Disse vil legge seg som et lag på flisene og tette porene, samt gi store fargeforskjeller.

Det kan også benyttes en fargeforsterker basert på siloksan i forkant av impregneringen. Denne fordyper skiferens farge og struktur, og gir en "wet look", uten at den får en glansseffekt.

○ ØVRIG INFORMASJON

- Produktdatablad (TDS) og sikkerhetsdatablad (SDS) finnes på www.mapei.no



Fugemasse påføres enten med jordfuktig eller plastisk konsistens.



SYSTEMBESKRIVELSE

Systemet består av produkter og løsninger som gir en sikker løsning på forblending med tørrmur. Detaljløsningene anbefales for maksimalt resultat.

BRUKSOMRÅDER

- Forblending av murer
- Piper
- Forstøtningsmurer
- Fasader

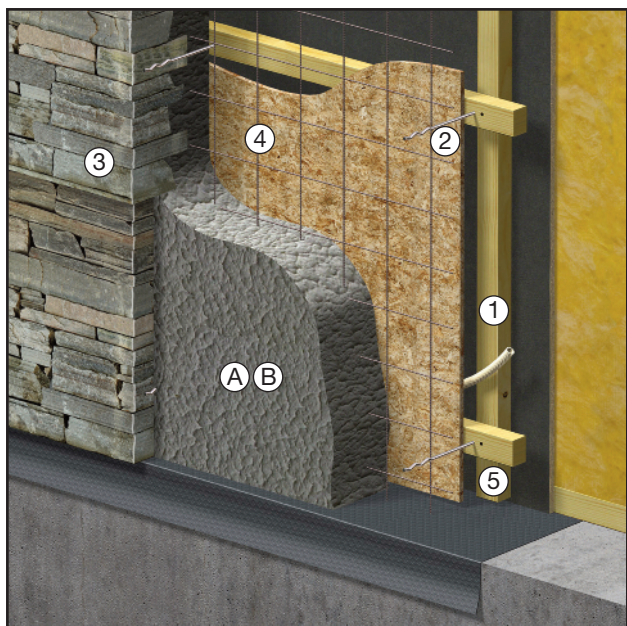
EGENSKAPER

Systemet sikrer en riktig utførelse av forblending av tørrmur i skifer og med de detaljer som gir et resultat som varer. Tørrmuren stables på fundament og holdes på plass / stabiliseres med spesialmørtel i bakkant, evt. supplert med forankring til bakvegg, avhengig av høyden på muren. Skiferen er relativt bred og dyp, noe som gir en tung konstruksjon. Riktig mørtel for forankring av tørrmuren er viktig. Tørrmuren mures uten fylte fuger.

SYSTEMOPPBYGGING

Viktige detaljer

- 1 I luftespalten mellom vindspærre og OSB-plate må det legges inn drenering for evt. fuktighet. Denne består av et 22 mm trekkør (elektroinstallatør) som legges skjult ut mellom skiferen i bunn av tørrmuren og bøyes opp bak krysslektingen.



- 2 Bindere monteres med litt fall for å unngå at evt. vanndråper "vandrer" innover.
- 3 Tørrmuren mures med fall utover for å hindre vann i å renne inn i muren.
- 4 Armeringsmatte benyttes.
- 5 Vertikale lekter skal monteres ca. 20 mm over sålebenken for å hindre kapillæroppslag.

Bakfylling / bakstøp

To alternative spesialmørtler kan benyttes:

- Conbit.** Limemørtel som limer tørrmuren sammen. Herder raskt helt ned til 0 grader.
- Støpemørtel B 20.** Støpemørtel som stabiliserer tørrmuren. Kan evt. tilsettes **Superflyt** for å få bedre flyt. Vintertid kan mørtelen tilsettes **Antifreeze N**, som er et kloridfritt tilsetningsstoff som hindrer at den ferdigblandede mørtelen fryser.

Begge mørteltypene kan evt. tilsettes ca. 30 % lettklinker (Leca®) eller singel, og de gir begge minimal risiko for kalkutfellinger.

ØVRIG INFORMASJON

- Produktdatablad (TDS) og sikkerhetsdatablad (SDS) finnes på www.mapei.no



SYSTEMBESKRIVELSE

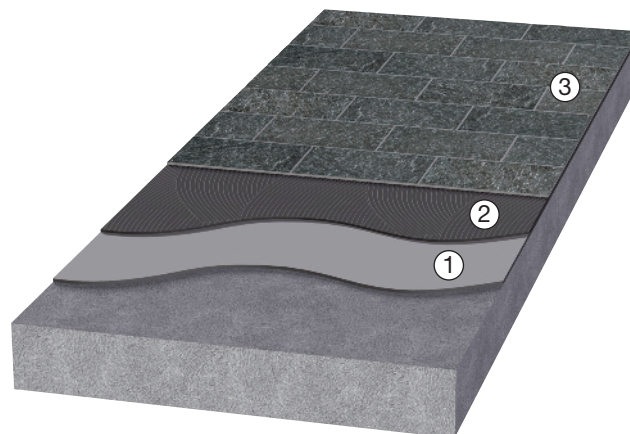
Systemet består av produkter og løsninger som gir en sikker løsning hvor Pillarguri skiferen får meget god heft til underlaget. Løsningen anbefales utendørs hvor påkjenningene er størst, spesielt med hensyn på de klimamessige utfordringer vi har i vår del av verden (frysing - tining). Pillarguri-skiferen består av fyllittskifer med en relativt høy andel glimmer, hvilket gjør at det kreves et spesielt lim for å sikre at skiferen har god heft til underlaget. Dette skyldes også at Pillarguri-skifer karakteriseres som spesielt "glatt" eller "hard" i naturplan utgave.

BRUKSOMRÅDER

- Gulv
- Terrasser
- Trapper - trinn
- Fasader

EGENSKAPER

Resultater fra laboratorieforsøk viser verdiene for heft mellom betong med og uten sementmembran og Otta Pillarguri skifer. Primer er ikke benyttet.



- ① Mapelastic
- ② Megarapid 2K Plus
- ③ Fugemasse

Limtype	Underlag	Herdetid	Heft	Kommentar
Megarapid 2K Plus, kl. C2 FTE, S2	Betong	1 døgn	0,78 N/mm ²	Brudd i skifer
	Sementmembran	1 døgn	0,65 N/mm ²	Brudd i membran
	Betong	28 døgn	1,41 N/mm ²	Brudd i skifer
	Sementmembran	28 døgn	0,98 N/mm ²	Brudd i skifer
Conbit	Betong	1 døgn	0,84 N/mm ²	Brudd i limsjikt
	Betong	28 døgn	0,86 N/mm ²	Brudd i limsjikt

Krav til heft er generelt min. 0,5 N/mm².

SYSTEMOPPBYGGING

Forbehandling

Underlaget må være så plant som mulig. Dersom underlaget er ujevnt, må det vurderes sliping eller utbedring av svanker. Et alternativ er å rette opp gulvet med en sementbasert, frostsikker fiberarmert sparkelmasse:

Uniplan FR. Til slutt støvsuges godt.

① Priming

Underlaget forvannes, men frittstående vann må fjernes. For å oppnå maksimal heft, kan underlaget primes med **Primer FR**, utblandet 1:1 med vann. Forbruk **Primer FR** (konsentrert): ca. 0,1 liter/m².

Sementmembran

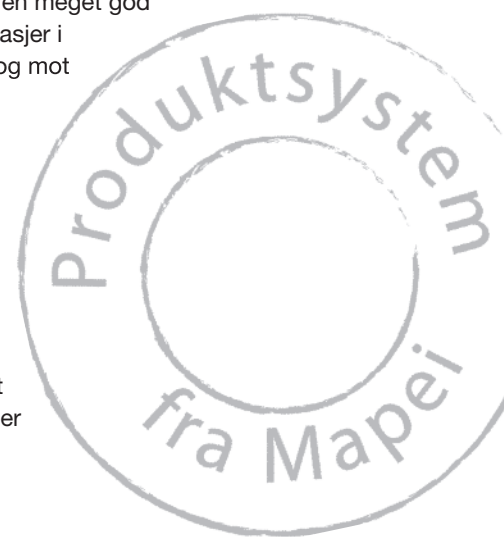
En sementmembran vil være en meget god forsikring både mot vannlekkasjer i underliggende konstruksjon og mot kalkutslag. Her benyttes

Mapelastic, to-komponent, fleksibel, frostbestandig og vanntett sementmembran.

Mapelastic vil dempe opptrekk av fukt fra underlaget som er en av hovedårsakene til kalkutfellinger.

Mapelastic er også fleksibel slik at den bidrar til å jevne ut svinn og temperaturbevegelser mellom skifer og underlaget.

Forbruk v/2 mm tykkelse: - ca. 3,5 kg/m².



Dersom **Mapelastic** benyttes, skal det ikke primes før denne legges ut – kun forvanning av underlaget.

② Liming av Høgseter / Otta Pillarguri skifer

Megarapid 2K Plus. To-komponent, hurtigherende og hurtigtørkende sementbasert lim med lang åpentid. Limet påføres som dobbeltliming, dvs. både på baksiden av skiferen og på underlaget. Dette er viktig utendørs for å unngå riller hvor vann kan samle seg og forårsake frostsprengning. Forbruk; ca. 3,5 kg/m² avhengig av underlagets ruhet. Henv. til tabell over egenskaper.

③ Fuging

Skiferen fuges med ett av følgende produkter:

- A. **Skiferfug.** Sementbasert fugemasse som kan legges både jordfuktig og med plastisk konsistens. **Skiferfug** har en oppbygging som er spesielt tilpasset fuging av naturplan.
- B. **Megafug G.** For fugebredder 4 - 12 mm.
- C. **Megafug F Plus** med vannavvisende effekt. For fugebredder 2 - 6 mm.
- D. **Nonset 400 FF.** Benyttes der temperaturen er under frysepunktet.



④ Etterbehandling

Skifer kan etterbehandles med en vann-, fett- og oljeavvisende impregnering.

Vi anbefaler ikke at man bruker såkalt porefyller / klinkerolje / voks til overflatebehandling av skifergulv. Disse vil legge seg som et lag på flisene og tette porene, samt gi store fargeforskjeller.

Det kan også benyttes en fargeforsterker basert på siloksan i forkant av impregneringen. Denne fordyper skiferens farge og struktur, og gir en "wet look", uten at den får en glanseffekt.

○ ØVRIG INFORMASJON

- Produktdatablad (TDS) og sikkerhetsdatablad (SDS) finnes på www.mapei.no



SYSTEMBESKRIVELSE

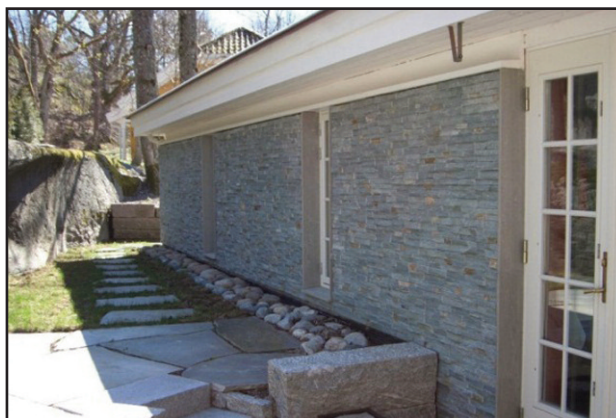
Systemet består av produkter og løsninger som gir en sikker løsning hvor steinpanelene får meget god heft til underlaget. Løsningen anbefales både innen- og utendørs.

BRUKSOMRÅDER

Forblending av piper, brannmurer, grunnmurer, luftet kledning og fasader etc.

EGENSKAPER

Resultater fra laboratorieforsøk viser verdiene for heft mellom betong med og uten sementmembran og ulike steinpaneler, målt etter 28 døgns herding.



Steinpanel	Underlag	Heft	Kommentar
Steinpanel med sementbakside	Betong	1,04 N/mm ²	Brudd i mellom sementbakside og skiferpanel
Steinpanel med punktlimt bakside	Betong	2,75 N/mm ²	Brudd i betong
Steinpanel med sementbakside	Sementmembran	1,04 N/mm ²	Brudd i mellom sementbakside og skiferpanel
Steinpanel med punktlimt bakside	Sementmembran	1,44 N/mm ²	Brudd i membran

Krav til heft er generelt min. 0,5 N/mm².



Megarapid 2K Plus er klassifisert som et **C2FTE S2**-lim (det mest fleksible sementbaserte limet som er på markedet pr i dag) .

Megarapid 2K Plus er klassifisert i henhold til EN 12004.

SYSTEMOPPBYGGING

Forbehandling

Underlaget må være så plant som mulig. Dersom underlaget er ujevnt, må det vurderes sliping eller utbedring av svanker. Et alternativ er å rette opp sår/svanker med **Plan R35 Plus** (sementbasert hurtigsparkel).

Priming

Underlaget forvannes.

Ved sterkt sugende underlag bør **Primer FR**, utblandet 1:1 med vann benyttes for å sikre god heft.

Forbruk Primer FR (konsentrert): ca. 0,1 liter/m².

Sementmembran

Utvendig vil en sementmembran være en meget god forsikring både mot vanninntregning i underliggende kon

struksjon og mot kalkutslag. Her benyttes **Mapelastic**, to-komponent, fleksibel, frostbestandig og vanntett sementmembran.

Fleksibiliteten bidrar til å jevne ut svinn og temperaturbevegelser mellom steinpanelene og underlaget.

Forbruk v/2 mm tykkelse: ca. 4,5 kg/m².

Innendørs er det ikke behov for membran.

Dersom **Mapelastic** benyttes, skal det ikke primes før denne legges ut – kun forvanning av underlaget.

Liming av Steinpaneler

Megarapid 2K Plus. To-komponent, hurtigherdende og hurtigtørkende sementbasert lim med lang åpenhetid. Limet påføres som dobbeltliming, dvs. både på baksiden av panelene og på underlaget. Dette er viktig for å unngå riller hvor vann kan samle seg og forårsake frostsprengning.



Forbruk: ca 4,5 kg/m² avhengig av underlagets ruhet.

Bruk minimum 10mm tannsparkel.

På vegger som er høyere enn 2,5 meter, må panelene, i tillegg til flislim, forankres mekanisk til veggkonstruksjon, dette må beregnes i hvert enkelt prosjekt av en rådgivende ingeniør.

Beskrivning alternativ beklädnad StoVentec Fasadsystem: Natursten

Fördelar:

- Kombinationsmöjlighet ihop med putsytan
- Förhöjd slagåtlighet
- Lätt material att hålla rent samt rengöring vid klotter
- Fullisolering bakom natursten
- Låg systemvikt jämfört med massiv natursten
- Lösningar med underkonstruktion i aluminium kan överbygga ojämnheter i underlaget

Kriterier/egenskaper:

- Sten för utomhusbruk, frostbeständigt
- Upp till max 4 meter över marknivå, format < 0,18 m², maximal sidlängd = 610 mm
- Över 4 meter över marknivå, format < 0,09 m², maximal sidlängd = 305 mm
- Kalksten max format 305 x 305 mm
- Tjocklek 4-15 mm
- Vattenupptagning w < 3 %
- Vikt max 35 kg/m²

Generellt krav mht vattenabsorption w < 3 %

Allmänt:

Stenformat: 305 x 305 mm, 305 x 610 mm, 400 x 600 mm, 900 x 600 mm

Stentjocklek: 4-15 mm

Stenmaterial har normalt en densitet på ca 2300 kg/m³, en 10 mm platta väger ca 23 kg/m² och en 15 mm platta väger ca 34,5 kg/m²

Sto levererar natursten som är testade och godkända för användning på StoVentec Fasadsystem.

Naturstenskollektion för StoVentec Fasadsystem:

	Beteckning	Typ	Polering	Slipning C320	Slipning C60	Blästring
1	Sto-Sandstone Neubrunn	Sandsten			x	x
2	Sto-Sandstone Royal Yellow	Sandsten			x	x
3	Sto-Sandstone Desert Yellow	Sandsten			x	x
4	Sto-Sandstone Volga Red	Sandsten			x	x

5	Sto-Fossil Classic White	Kalksten		x	x	
6	Sto-Fossil Bavaria Travertin	Kalksten		x	x	
7	Sto-Fossil Frankonia Grey	Kalksten		x	x	
8	Sto-Fossil Bavaria Yellow	Kalksten		x	x	x
9	Sto-Fossil Bavaria Grey – Blue	Kalksten		x	x	
10	Sto-Fossil KRL	Kalksten		x	x	x
11	Sto-Marble Crystal White	Marmor	x		x	
12	Sto-Fossil SKL	Kalksten		x	x	x
13	Sto-Fossil MKL	Kalksten		x	x	x
14	Sto-Fossil SKD	Kalksten		x	x	
15	Sto-Fossil SBL	Kalksten		x	x	x
16	Sto-Granite Bianco Ozieri	Granit	x	x		
17	Sto-Granite Final Red	Granit	x	x		
18	Sto-Chlorite Slate Green Carat	Chlorite		x	x	
19	Sto-Gneiss Dark Green	Gneis	x	x		
20	Sto-Gabbro Nero Transvaal	Gabbro	x	x		
21	Sto-Gabbro Super Dark	Gabbro	x	x		

Systemuppbyggnad:

	Systemkomponenter
Underkonstruktion	Trä, stål eller aluminium underkonstruktion
Fasadskiva	StoVentec Fasadskiva
Primer	Sto Primer
Grundputs	StoLevel Evo
Armering	Sto Glasfiberväv M
Ytbeklädnad	Natursten
Klisterbruk	StoColl KM (grå, vit)
Fogbruk	StoColl FM-S (12 färger tillgängliga) StoColl FM-K för grova ytor (grå)

Flexibla fogar:

Flexibla fogar ska användas:

- 1) I inner- och ytterhörn.
- 2) Vid skiften av beklädnader.
- 3) För att begränsa fältstorlek till 6 meter mellan vertikala fogar och 3,5 meter mellan horisontella fogar. Fogarna ska även genomskära fasadskivan.
- 4) Över dilatationsfogar i den underliggande konstruktionen. Även dessa fogar ska vara genomgående genom fasadskivan.

För flexibla fogar gäller:

Fyllda fogar: 6-20 mm beroende på fältstorlek

Öppna fogar: minimum 8 mm

Fogar mellan natursten (fyllda med fogbruk):

- kakel eller klinker med sidor < 600 mm: 3-4 mm breda
- kakel eller klinker med sidor > 600 mm: 5-6 mm breda

Noggrant utförande av fogar är av största vikt!

Anslutningsdetaljer:

Kontakta Sto för projektspecifika konstruktionsritningar.

Generellt:

Klisterbruket ska appliceras på väggytan och på baksidan av naturstenen med en 90 graders vinkel. Temperaturen under utförande och härdning får inte understiga fem grader Celsius.

Systemet kan även utföras med organisk grundputs om det krävs t.ex. när det handlar om socklar eller delar av vägg natursten. Kontakta tekniskt support center för rätt lösning för det aktuella objektet.

Vald leverantör måste tillgodose att naturstenen inklusive klister- och fogbruk fungerar tillsammans med underlaget.

Om Sto ska ta på sig leverantörsansvar för en produkt utanför standardsortimentet måste den testas på våra laboratorier i Tyskland (vidhäftning, frostbeständighet, etc.) Ett godkännande kan ta upp till sex månader och innebär en betydande kostnad.

Byggbeskrivning, sockel/fasad med naturstens beklädnad Bonnierhuset Atlasmuren 12

Generella förberedelser av befintliga ytor

1. Kontrollera skiktjockleken på befintlig väggbeklädnad så rätt dymling appliceras i samband med montage av wedi skivor. Rengör ytan från damm och annat som kan påverka montaget.
2. Ytan skall vara hård och fast samt fri från lösa partier som kan påverka applicering.
4. Förbehandla alltid cementbaserade ytor med primer GD 749 när cementbaserade produkter skall appliceras (alternativt förvattna underlaget på ett korrekt sätt(erfarenhet krävs) och skrapspackla in produkten i underlaget).
5. Ytor som behöver putsas eller avjämnas kan utföras med produkterna Sopro RAM 454(2-30mm snabbputs/spackel), AMT 468(2-30mm handspackel golv), eller RS 462(0-10mm finspackel golv/vägg). Om t.ex. befintlig väggbeklädnad har avlägsnats och ren betong syns. Ytan skall vara hård och fast samt fri från vidhäftningshämmande material.

Innan isolerskivor appliceras så rekommenderas ytan putsas med Sopro RAM 454 alternativt spackel från samma tillverkare så underlaget i sin helhet ligger i samma nivå. Ytjämnheten är avgörande för att undvika fogsprång och skuggor av släpljus pga av plattornas storlek.

Ytjämnhet klass A enligt tillämplig tabell i Hus AMA 11 ska därför uppfyllas

Not. En vanlig traditionell puts behöver 28 dagar innan wedi-skivor eller plattsättning kan fortgå, Sopro's produkter och metoder medger att arbetet oftast kan fortgå redan inom några dagar. Sopro's SBP 474 behöver endast härda i 2 dygn om angiven metod följs. Om en vanlig puts är applicerad på traditionellt vis bör dess vidhäftning mot underlaget kontrolleras/styrkas.

Installation på fast/hållbara underlag

Underlag;

Förutsättningar: Underlaget skall bestå av icke fuktkänsligt material som t.ex. betong, lättbetong, puts, murverk och liknande massiva material. Underlaget ska vara torrt, rent och dammfritt innan applicering påbörjas.

Primer – Sopro GD 749;

Börja med att rolla eller pensla GD 749 på samtliga ytor, låt det därefter torka i ca 10 minuter tills ytan fått en klarblank film. Primern GD 749 skall påföras med en roller och med en materialåtgång på 150 g/m², primern skall torka i ca 10 minuter (beroende på temperatur) innan fästmassan Sopro MegaFlex TX 667 påföres.

Fästmassa för applicering av wedi –Sopro MegaFlex TX 667;

Stryk nu ut ett kontaktskikt på hela underlaget innan rillorna appliceras med Sopro MegaFlex TX 667, t.ex. eller Sopro's No.1(404) Snabb med Sopro FD 447 för optimal vidhäftning. Använd den släta sidan av tandspackeln. Vänd därefter på tandspackeln och använd den tandade sidan för att kamma ut fästmassan med.

Obs!

Kamma inte ut mer fästmassa än du hinner montera wediskivor inom de närmsta 10 till 15 minuterna.

Wedi – wediskivan

Applicera wediskivorna inom de närmsta 10 till 15 minuterna i Sopro MegaFlex TX 667, kontrollera fästmassans täckning med jämnamellanrum.

Skivorna monteras kant i kant, applicera wedi 610(se bild nr.1) i mellan skivorna i samband med montage.

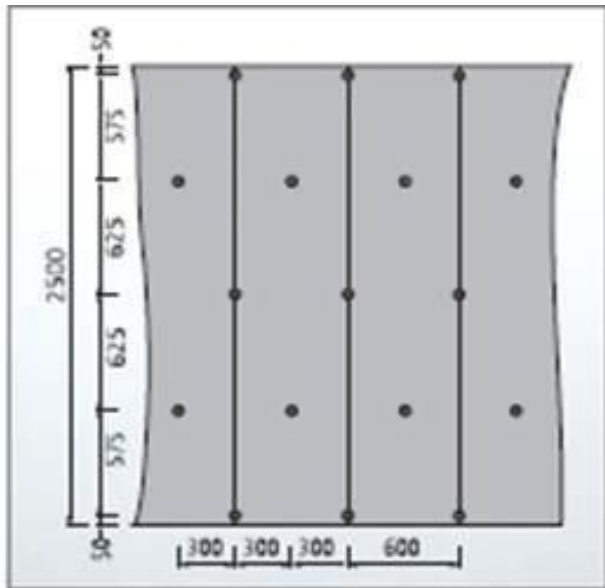
Bild Nr.1



Wedi – wediskivan Installation på fast/hållbara underlag

Wedi Tools metalldymling kan användas för fixering . 8 st wedi/Hilti (enligt bild nr.3) Tools metalldymlingar per wediskiva (5 per m²).

Bild Nr.3



Tätskikts anvisningar:

Förbehandla alltid cementbaserade ytor med primer GD 749 när cementbaserade produkter skall appliceras (alternativt förvattna underlaget på ett korrekt sätt(erfarenhet krävs) och skrapspackla in produkten i underlaget).

I alla skarvar mellan wediskivorna samt alla synliga metalldymlingar förseglas sedan med glasfiberremsa Sopro AR 562 eller wedi Tools tätningsband (enligt bild Nr.4 a/b)vått i vått med Sopro TDS 823. Applicera sedan två lager Sopro TDS 823 över hela ytan med en 3-4mm´s kam, använd sedan en bredspackel för att släta ut tätslamman. De kantränder som bildas efter bredspacklingen slipas av med en slipsten (karborumdum) när slamman är tillräckligt torr. Detta görs innan andra skiktet påförs. Efter härdning av det första skiktet kan det andra skiktet appliceras(skall vara så torrt att du kan gå på det utan att det blir märken). Den totala skiktjockleken skall i färdighärdat(torrt) tillstånd vara minst 2 mm.

Efter ca 24h kan naturstenen appliceras med .

Bild Nr.4



b)



Fästmassa för applicering av naturstenen –Sopro MegaFlex TX 667;

Stryk nu ut ett kontaktskikt på hela underlaget innan rillorna appliceras med Sopro MegaFlex TX 667 för optimal vidhäftning. Använd den släta sidan av tandspackeln. Vänd därefter på tandspackeln och använd den tandade sidan för att kamma ut fästmassan med.

MEG 667 megaFlex S2 TX är ett högflexibelt snabbhärdande fix.

Mycket lämplig vid applicering av plattor utomhus under den kalla årstiden (>+5°C) och uppnår frostsäkerhet efter endast 7 tim vid läggning i +5°C.

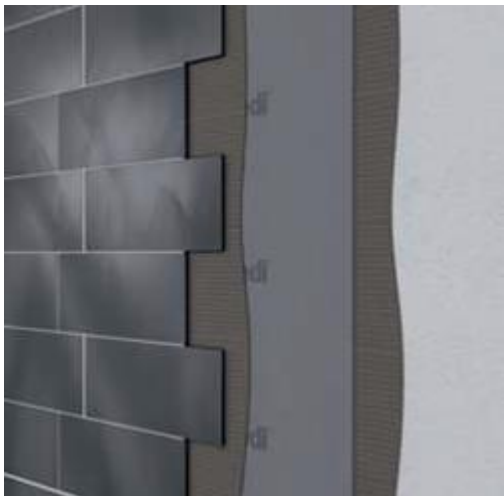
MegaFlex S2 TX har extremt höga vidhäftningshållfasthetsvärden. Högsta flexibilitet, S2 enligt DIN EN 12 004, böjväg ≥ 5 mm, särskilt stor spänningsavledande effekt även i utomhusområdet och på unga betongunderlag.

Mycket hög förtvålningbeständighet(vattenbeständig) och flexibilitet genom icke redispergerbara flytande polymerer. Hög och permanent tålighet mot frost genom mycket låg vattenupptagning. Motsvarar kvalitetskraven på plattlägningsbruk enligt tidskriften "Fasadkeramik" utgivet av det Schweiziska Plattförbundet.

MegaFlex S2 TX är mycket lämplig för t.ex. applicering av fasadplattor större än 25x25 cm, Sopro´s No.1 med Sopro FD 447 (flexfillsats) skulle fungera i den här kontusionen om ni kan säkerställa väder skydd samt att temperaturen ligger på 20°-23°C i 28/dagar. Om ni byter till Sopro´s No.1 snabb med Sopro FD 447 (flexfillsats) så behöver ni bara säkerställa väder skydd samt att temperaturen ligger på 20°-23°C i 3/dygn. Samt att vi rekommenderar snabbhärdande fästmassa till "storformatig" keramik, det är för att vara säker på att fästmassan hinner binda det tillsatta vattnet innan fogning. Med normalhärdande fästmassa i kombination med storformatig keramik samt underlag av extruderad polystyren (wedi skivan), kommer påverka att fästmassan kommer torka extremt långsamt. Ca 30% av det tillsatta vattnet avgår från fästmassan med hjälp av avdunstning, det betyder att den ända vägen för vattnet att avgå är igenom fogarna. Desto större plattor desto längre tid kommer det ta med "normalhärdande fästmassa".

Obs!

Kamma inte ut mer fästmassa än du hinner montera plattor på inom de närmsta 10 till 15 minuterna.



Fogmassa – Sopro DF 10®

Vid applicering av storformatig keramik eller natursten på fasad är våra rekommendationer en fogbredd på 3–7 mm. Plattorna kan fogas efter 24 tim eller "tidigare", beroende på vilken fästmassa som används. Utmärkt till fogning är exempelvis Sopro TF+ 592, SoproDur® 8, eller Sopro FEP.

Mjukfogmassa – Sopro Marmorsilikon

Vid applicering av storformatig keramik7 natursten på fasad är våra rekommendationer att rörelsefog tillämpas ca var 4m och mini 5mm i fogbredd.

Plattorna kan fogas efter 24 tim eller "tidigare", beroende på vilken fästmassa som används.

Utmärkt till fogning är exempelvis

Sopro Sanitärsilikon med botteningslist.

Beroende på funktionalitet brukar fogar delas in i två klasser, rörelsefog och anslutningsfog indelningen är klassning utifrån rörelse.

Rörelsefogar ändrar avsevärt storlek och form när rörelse sker. Rörelsefogar finns vanligtvis för att täta byggnaden och tillåta termisk rörelse från angränsande material.

Denna rörelse sker över dygnet såväl som under året.

Anslutningsfog

Till skillnad mot rörelsefogar är anslutningsfogar inte designade för stor rörelse (>12,5%). De är designade för att säkerställa en säker och tät anslutning mellan byggnadsdelar (t ex fönsterkarm och vägg). I de flesta fall är minimimåttet 10 mm så att en viss rörelseupptagningsförmåga finns samt att fogmassan säkert kan appliceras mot botteningslistan och pressas mot fogsidorna för optimal vidhäftning.

Viktiga punkter vid applicering av fogmassa

Kohesion, Adhesion

Kohesion är summan av alla de krafter som håller en fogmassa samman och ger den massa. Kohesion kan beskrivas som fogmassans inre hållbarhet. Den mäts oftast som drag- eller skjuvhållfasthet.

Adhesion är summan av alla intermolekylära bindningar/krafter mellan fogmassa och underlaget. Dessa krafter kan vara kemiska, fysikaliska, mekaniska och eller en inter-aktion av flera eller alla dessa krafter. Underlagets typ och kondition har en stark påverkan på adhesionen, mekanisk eller kemisk bearbetning kan förbättra adhesionen mellan underlaget och fogmassan.

Vidhäftning i tre sidor, Botteningslist

Elastisk fogmassa skall vidhäfta i två sidor för att kunna fungera. Botten på fogmassan måste vara fri för att rörelse skall kunna ske i fogmassan. Vid trepunkt fäste sker en rivning av fogmassan då det inte finns annan deformationsmöjlighet. För att förhindra bottenfäste vidhäftning i tre sidor skall botteningslist användas. Botteningslist appliceras på rätt fogdjup och skapar på så sätt ett mothåll för att

fogmassan skall kunna pressas mot fogsidorna och för att rätt utformning av fogen skall ske. Använd botteningslist av

polyeten med slutna celler. Botteningslistan skall vara ~25% större än

fogbredden. Applicera med trubbigt verktyg eller fingrar, inga skador får uppstå på botteningslistan. Skulle skada på listan ske är det en spärrtid på 24 timmar före fogmassa kan appliceras.



Innovativ dimensionering av naturstensfasader
State of the art - erfarenhetsinsamling, bilaga 11
Riktlinjer för montering av fasadplattor i fästmassa
2018-01-31

Sten i fästmassa/limning på fasad

Efter erfarenhetsinsamling kan följande prelinjer anges för montering av fasadplattor av natursten i fästmassa. Riktlinjerna avser endast montering på betong eller block av lättklinkerbetong. Andra konstruktioner med exempelvis skivmaterial, cellplast och liknande har ännu ej studerats varför montering i fästmassa på sådana underlag ej rekommenderas tills vidare.

Riktlinjerna bygger på att byggbranschens regler i Allmänna Bestämmelser, AB, och AMA Hus tillämpas

Allmänt

1. Konstruktionen måste vara utformad så att vatten inte leds in i fästmassa eller underlag. Detta gäller även under byggskedet.
2. Beklädnad på block av lättklinkerbetong får ej dras ner under marknivå.
3. Vid montering ska underlag, material och arbetsställe ha en temperatur av minst +10°C. Färdig beklädnad ska hålla en temperatur av minst +10°C under minst 3 dygn efter montering.
4. Vid montering och under minst 3 dygn efter montering ska beklädnaden skyddas från direkt solljus, uttorkning, hög temperatur och nederbörd eller annan vattenbelastning
5. I avvaktan på vidare studier bör beklädnader ej utföras högre än 3 m över marknivå.

Underlag

1. De underlag som studerats och för vilka riktlinjerna gäller, är betong och putsade block av lättklinkerbetong.
2. Betongunderlag måste vara rent och fritt från formolja, gjuthud och andra ämnen som kan minska vidhäftningen.
3. Block av lättklinkerbetong ska putsas enl anvisningar från leverantör av block/fästmassa.

Stenmaterial och dimensioner

1. Stenmaterial ska uppfylla allmänna krav för montering utomhus.
2. Rekommenderad plattjocklek 10-15 mm
3. Maximal plattstorlek 300 x 600 mm. Vid mörk sten och fasader i syd eller sydvästläge bör mindre format användas.
4. För kalksten ska endast kärnsten, fri från klov, användas.
5. Skiffer ska vara av bekräftat god kvalitet utan risk för spaltning på grund av klimatpåverkningar.

Fästmassa

1. Endast fästmassa anpassad till montering av natursten utomhus ska användas
2. Fästmassan ska uppfylla krav på vidhäftning enligt provningsmetod ..????(ny metod)

Fogar

1. Rekommenderad fogbredd inom fasadfält är 5 ± 1 mm. Dessa fogar fogas med cementbaserad fogmassa avsedd för användning vid natursten utomhus.
2. Dilatationsfogar i byggnadsstommen, t ex mellan fasadelement genomförs även genom stenbeklädnaden
3. Större fasadytor indelas med 8-10 mm breda rörelsefogar i fält vars storlek anpassas till stenens kulör och fasadens läge.
4. Dilatations- och rörelsefogar fogas med elastisk fogmassa klass F25 LM enl AMA Hus, kap ZSB. Fogmassan ska vara anpassad för fogning av natursten och får inte innehålla ämnen som kan ge missfärgningar el dyl.

Montering

1. Mycket stor omsorg måste ägnas åt utförandet. Fästmassan måste arbetas in i underlaget, dubbellimning utförs så att så gott som fullständig utfyllnad mellan plattor och underlag uppnås enligt fästmasseleverantörens anvisningar.
2. Vid plattor större än 250x250 mm rekommenderas att fästmassan appliceras med spackel med grov tandning, 10-12 mm, mot underlaget och med fin tandning, 4 mm, mot plattans baksida. Rillornas riktning ska vara åt samma håll på båda ytorna.
3. Egenkontroll med fotodokumentering av utförandet utförs.



Stenutveckling Nordiska AB

Rörudsvägen 20, 134 65 INGARÖ

Tel 08-747 76 71, mobil 070-743 28 90, E-post christer.kjellen@stenutveckling.se

Säte: Nacka kommun, Stockholms län. Org nr 556 533-2110. Bankgiro 5042 7855. Postgiro 71 06 93 - 3.



Innovativ dimensionering av naturstensfasader
State of the art - erfarenhetsinsamling, bilaga 11
Riktlinjer för montering av fasadplattor i fästmassa
2018-01-31

Anslutningar och genomföringar

1. Anslutningar mot andra material i fasaden utförs med 8-10 mm bred fog och tätas med elastisk fogmassa klass F25 LM enl AMA Hus, kap ZSB
2. Genomföringar genom beklädnaden utförs så att vatten hindras att tränga in bakom stenen. Tätning utförs med elastisk fogmassa klass F25 LM enl AMA Hus, kap ZSB

Utbildning

1. Utbildning med certifiering av montörer för fasadmontering rekommenderas. Sådant system bör utarbetas av Sveriges Stenindustriförbund på liknande sätt som för montering i våtrum enl Byggkeramikrådet.
2. Utbildningen och certifieringen kan antingen gälla enbart montering av plattor i fästmassa eller vara generell för montering av olika fasadmonteringssystem.
3. Sådant utbildning bör kompletteras med produktspecifik utbildning hos leverantör av fästmassa resp infästningssystem.

Stenutveckling Nordiska AB

Christer Kjellén