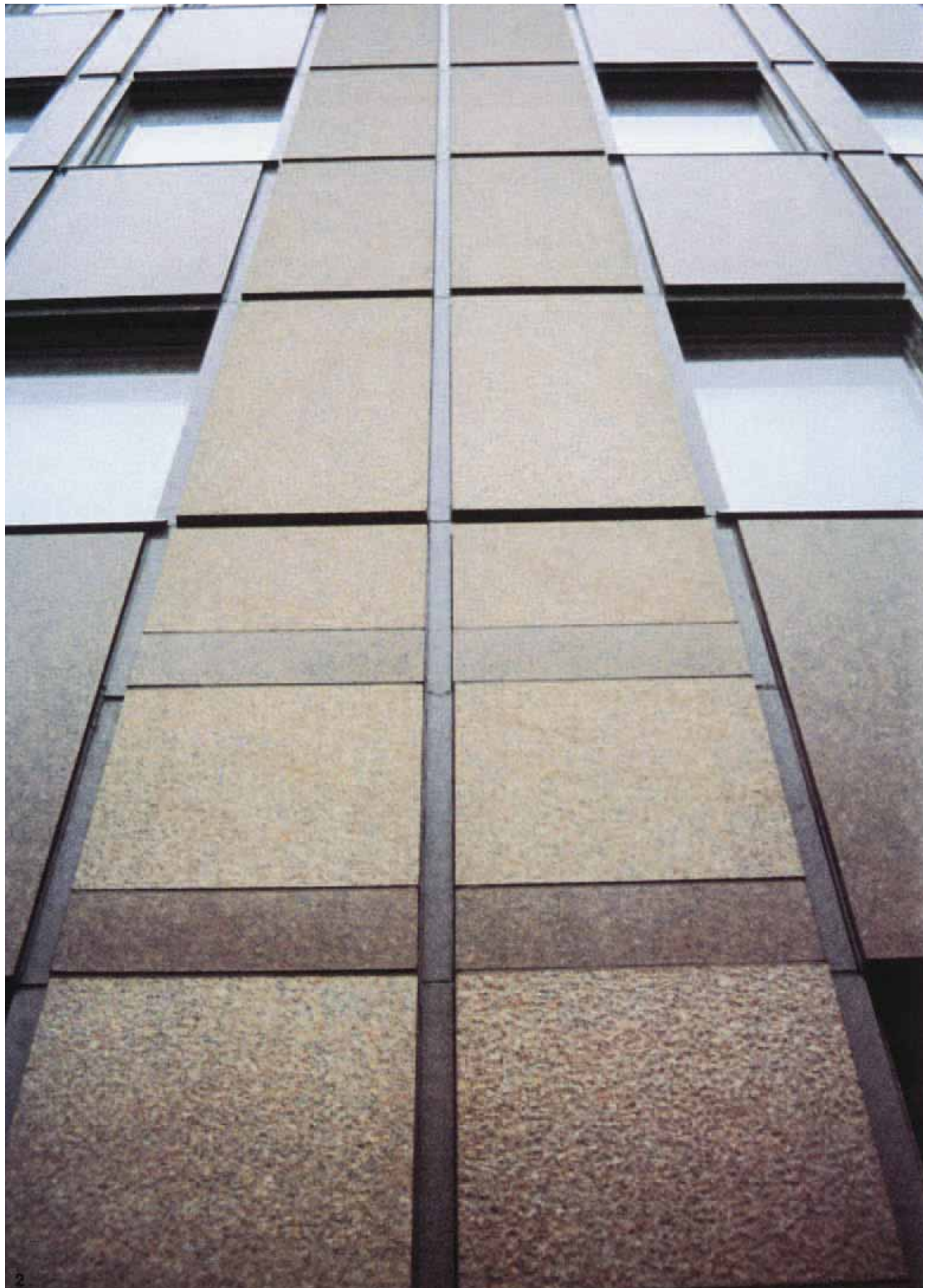




Historik
 Stenmaterial och ytbearbetningar
 Konstruktionsanvisningar (för projektören)
 Detaljlösningar
 Monteringsanvisningar (för entreprenören)
 Rengöring och underhåll
 Erfarenhetsåterföring



Innehåll

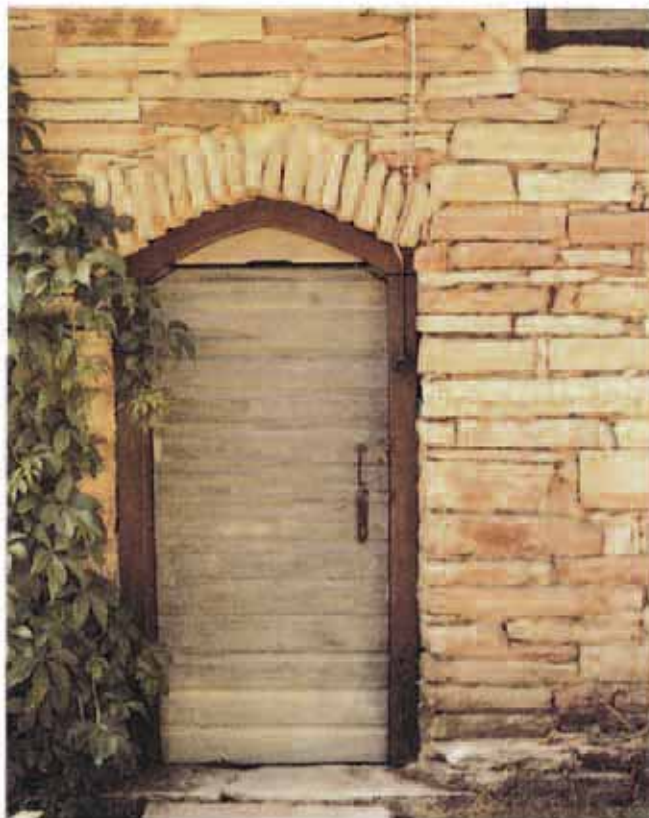
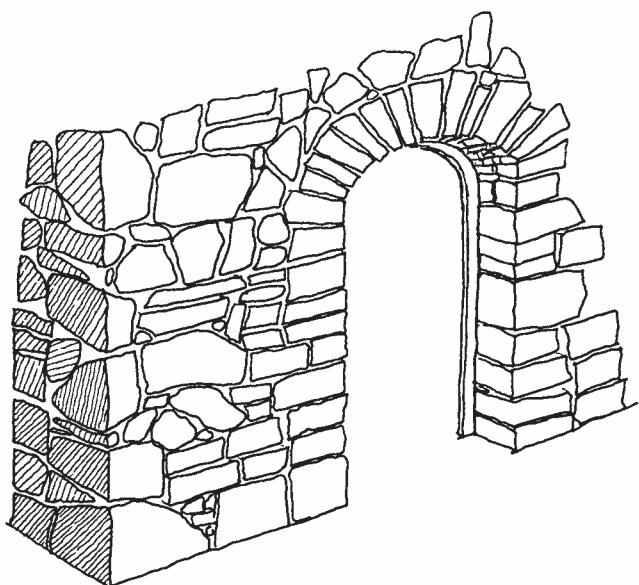
Historik	4
Ventilerad fasadbeklädnad, principer.....	6
Metodval och ekonomi	7
Stenmaterial och ytbearbetningar	9
Granit	9
Kalksten	10
Marmor	11
Sandsten	12
Skiffer	12
Plattdimensioner	14
"Falska" plattformat	15
Anslutande material	16
Konstruktionsanvisningar	18
Allmänt	18
Val av infästningsmetod	22
Traditionell montering	22
Krammeltyper	23
Dimensionering av bärramlor	24
Expanderbult och kemisk förankring	26
Sekundära bärverk, skensystem	27
Element av betong	30
Element av metall	32
Infästning i träunderlag	34
Specialmontering	35
Detaljlösningar	36
Monteringsanvisningar	40
Allmänt	40
Traditionell montering	41
Expanderbult och kemisk förankring	42
Sekundära bärverk, skensystem	42
Infästning i träunderlag	42
Projektering, upphandling	43
Rengöring och underhåll	44
Erfarenhetsåterföring	45
Litteraturförteckning	47

Bilden till vänster visar en fasad med polerad resp flammad röd granit med polerad grå granit som fogmarkering. Till höger visas i förgrunden den tredje utbyggnaden av ett kontorshus med samma sorts marmorfasad. I bakgrunden den första, 30 år äldre.

Detta häfte beskriver hur man använder natursten som fasadmaterial. Avsikten är att det ska vara till hjälp vid projektering och montering av naturstensfasader. Häftet ingår i en serie, som tillsammans bildar Stenhandboken. Ytterligare information om stensorternas tekniska och visuella egenskaper samt om övriga användningsområden kan man finna i Stenhandbokens andra häften.



HISTORIK



1. De första naturstensfasaderna byggdes av staplade block och hällar. Kantställda skivor bildar valv över öppningar.

Metoderna att använda natursten som fasadmateriäl har genomgått många utvecklingsfaser.

Staplade block och hällar var den första metoden att bygga hus med sten. Materialet togs på platsen. Hur byggnationen gick till berodde till stor del på stenens karaktär. Kalksten, skiffer och andra stensorter, som går att klyva till tunna plattor, staplades i skikt på skikt och kunde också användas till att överbygga öppningar för bl a dörrar, antingen i form av stora hällar eller som valv bestående av små, kantställda skivor.

Även mer massformiga stensorter, som t ex graniter, användes i staplade konstruktioner. Oftast hämtades stenen i naturen i form av flyttblock som inte tillformades, utan där mindre stenar, s k skolstenar, användes som kilar och utfyllnad mellan blocken.

Murade, massiva konstruktioner, som samtidigt utgjorde den bärande stommen var nästa steg i utvecklingen. Dessa väggar utfördes ofta

med en ytter- och en innermur med mellanliggande lös fyllning.

När våra stenstäder började byggas på 1800-talet byggdes ofta innermuren av tegel som murades samman med ytermuren av natursten eller tegel.

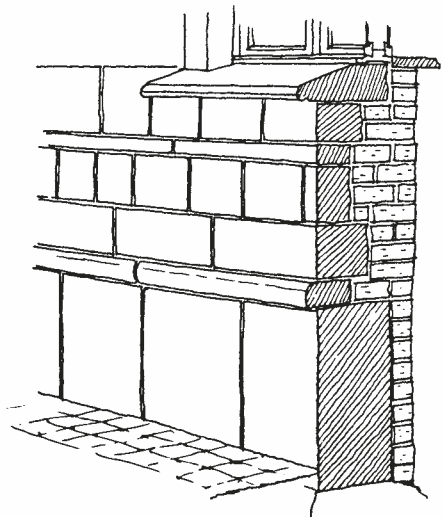
Granit, eller andra hårda stensorter användes vanligen i sockeln, ofta i form av mycket väl sammanhuggna, stora block. Högre upp i byggnaden skulpterades stenen ofta rikligt. De mer formbara kalk- och sandstenarna användes vanligen till sådana detaljer.

Tunn beklädnad, monterad i bruk, blev ett naturligt steg i utvecklingen när husen började uppföras med betongstommar och när man utvecklat tekniken att såga tunna stenplattor. Som komplement till murningen användes ofta kramlor av mässing eller koppar. Denna utvecklingsfas visade sig dock mindre lyckad. Tillräcklig hänsyn hade inte tagits till stenens och betongens olika rörelser samt risken för fuktinträngning bakom ste-

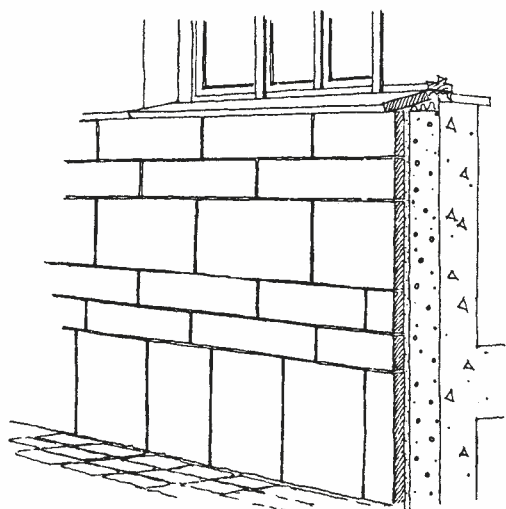
nen. Dessa fasadbeklädnader har i allmänhet säkrats i efterhand med genomgående infästningar.

Ventilerad fasadbeklädnad blev lösningen på dessa problem. Varje platta monteras, oberoende av de andra, med rostfria kramlor direkt in i stommen. Bakom stenen finns en ventilerad luftspalt som leder ut ev inträngande vatten och ventilerar bort fukt. Elastisk fogmassa mellan plattorna tätar mot vatten och medger samtidigt rörelser mellan plattorna. Detta system började tillämpas i slutet av 1940-talet och principerna används fortfarande.

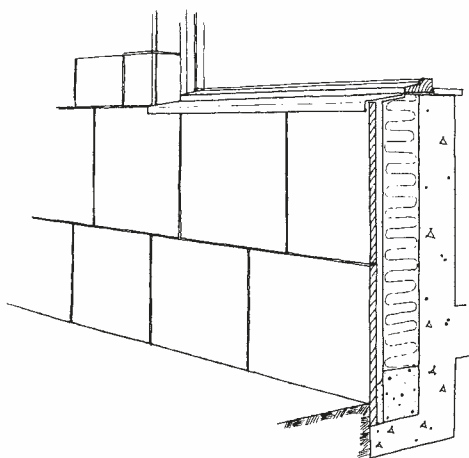
Främst beroende på ökad värmeisolering har byggnadskonstruktionerna förändrats, och fasadmonteringen har fått anpassas till dessa. "Ventilerad fasadbeklädnad av natursten", som utkom år 1968, förutsatte en massiv bärande stomme som inte låg alltför långt innanför fasadstenen. Monteringsmetoderna i detta häfte är en vidareutveckling av 1968 års system, där hänsyn tagits till en tjockare värmeisolering och lättare byggsystem.



2. Fasadstenen murad som en integrerad del av byggnadens bärande stomme.

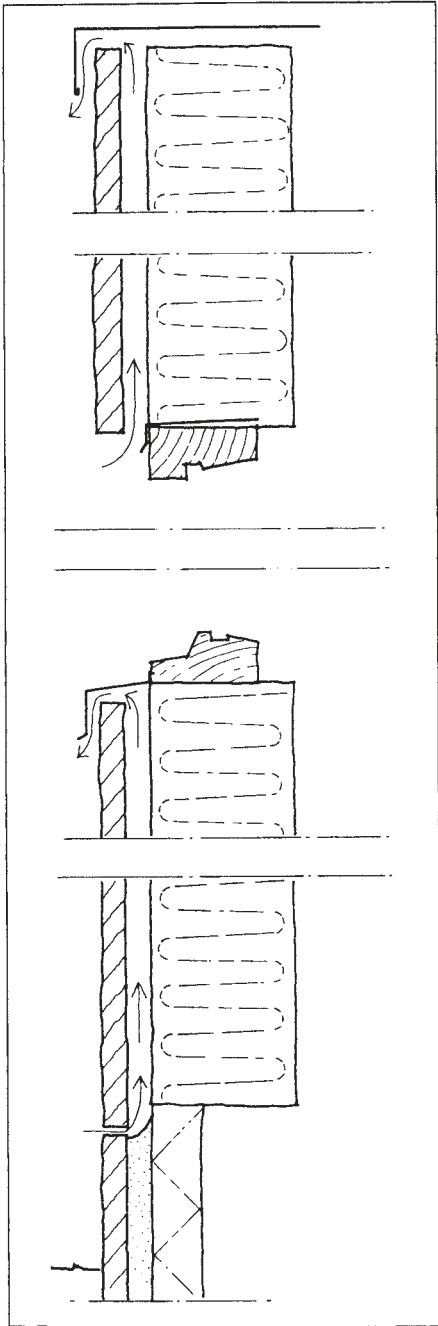


3. Tunna fasadplattor monterade i bruk och senare säkrade med genomgående infästningar med synliga brickor.



4. Modern, ventilerad fasadbeklädnad med fasadplattorna individuellt monterade med rostfria, syrafasta kramlor.

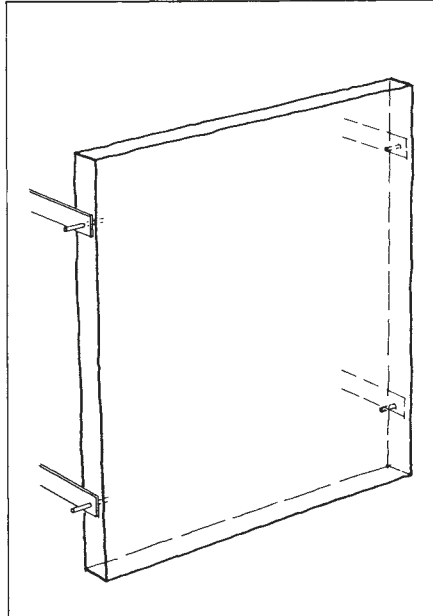
Ventilerad fasadbeklädnad principer



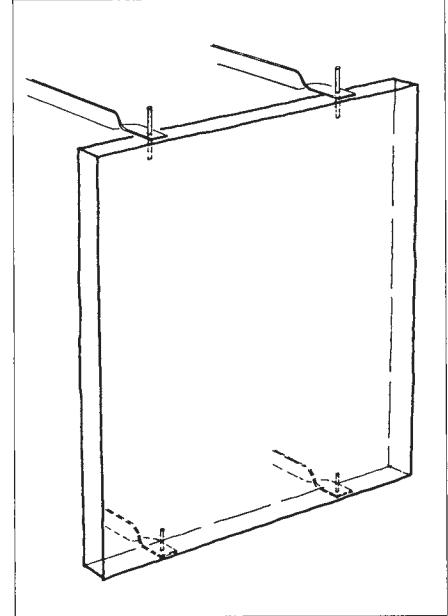
5. Stenfasaden monteras som en fri, ventilerad skiva utanpå byggnadens stomme.

Principer:

- * Varje platta bärs för sig
- * Fri rörelsemån mellan plattor
- * Dränering av fukt bakom stenen
- * Ventilerad luftspalt



6. Platta monterad med Bv-kramlor i vertikal- (stöt-) fogarna, sidokramling.



7. Platta monterad med Bh-kramlor i horisontal- (ligg-) fogarna, underkramling.

En ventilerad fasadbeklädnad av natursten monteras som en separat beklädnad utanpå husets stomme. Principen är att **varje platta ska bäras för sig** och ev **rörelser** orsakade av temperatur, krympningar, vind o d ska kunna **upptas mellan plattorna**. Undantag från denna regel kan endast göras då det gäller små ytor. Som regel kan beklädnad med upp till en vånings höjd (ca 4m) bäras från platta till platta. Även i sidled måste rörelsefogar inläggas med ca 3-4 m avstånd om inte erforderliga rörelsemöjligheter ges mellan varje platta.

Stenbeklädnaden avskiljs även från omkringliggande konstruktioner så att inte krafter som kan orsaka skadliga spänningar överförs från dessa.

Den ventilerade beklädnaden utförs vanligen så tät som möjligt mot inträngande fukt i form av regn o d, och ska samtidigt vara dränerad och

ventilerad så att fukt, som ändå kommer in, kan transporteras bort.

I en del länder, exempelvis Norge och Tyskland, utförs stenfasader med öppna fogar. Även detta system synes fungera bra. I Sverige har vi dock inga erfarenheter av det.

Stenmaterialet är mycket beständigt med lång livslängd. Stora krav måste därför ställas på (dolda) infästningsanordningar så att de inte äventyrar beklädnadens beständighet på sikt. De infästningar som ligger i väggkonstruktionens yttre, kalla del tillverkas därför av rostfritt, sk syrafast stål.

Vid dimensionering av stenplattor och infästningar måste givetvis hänsyn tas till alla faktorer som kan påverka fasaden, t ex vindlaster, temperaturrörelser, betongkrympning mm.

Beklädnaden ventileras genom att luftinsläpp anordnas i dess nedre del och utsläpp i överdelen.

Metodval och ekonomi

Det ökade intresset för den byggda miljöns kvalitet och byggnadsprojektets totalekonomi har stimulerat användningen av natursten. Rationaliserad produktionsteknik för förädling av natursten i förening med utveckling av moderna byggmetoder har resulterat i stor valfrihet av system för byggnader med natursten, speciellt då det gäller fasader.

Självfallet är det av avgörande betydelse att ha kunskap om ekonomiska och tekniska realiteter, när beslut ska fattas om val av byggsystem. Nedanstående redogörelse utgör endast en summering beträffande naturstensfasader, som kan vara till vägledning vid beslutsfattandet.

Samtliga priser är angivna i 1989-90 års nivå.

Platsmonterade fasader

Kostnaden för utförandet av en traditionellt monterad stenfasad kan uppdelas i en materialdel, en monterings-del och en "övrig" del enligt följande;

Material

- upprättande av NSA-handlingar (detaljmåttade ritningar och specifikationer för tillverkning av naturstensplattor).

- Färdigtillverkat naturstensmaterial med alla detaljer.

- Emballage, frakt och lossning på bestämelseorten.

Montering

- Upprättande av NSK-handlingar (Konstruktionsritningar med statiska beräkningar för infästningar, monte-

ringsanvisningar etc).

- Själva monteringsarbetet och dess ledning.

- Bärkramlor eller motsvarande för infästning av naturstenen.

- Fogning (med elastisk fogmassa)

- Erforderliga handmaskiner och verktyg samt viss verkstadsutrustning.

Övriga kostnader

Bland övriga vanliga kostnader som har mer eller mindre direkt samband med naturstensentreprenörens arbeten, men som inte ingår i ovan angivna kostnader kan nämnas;

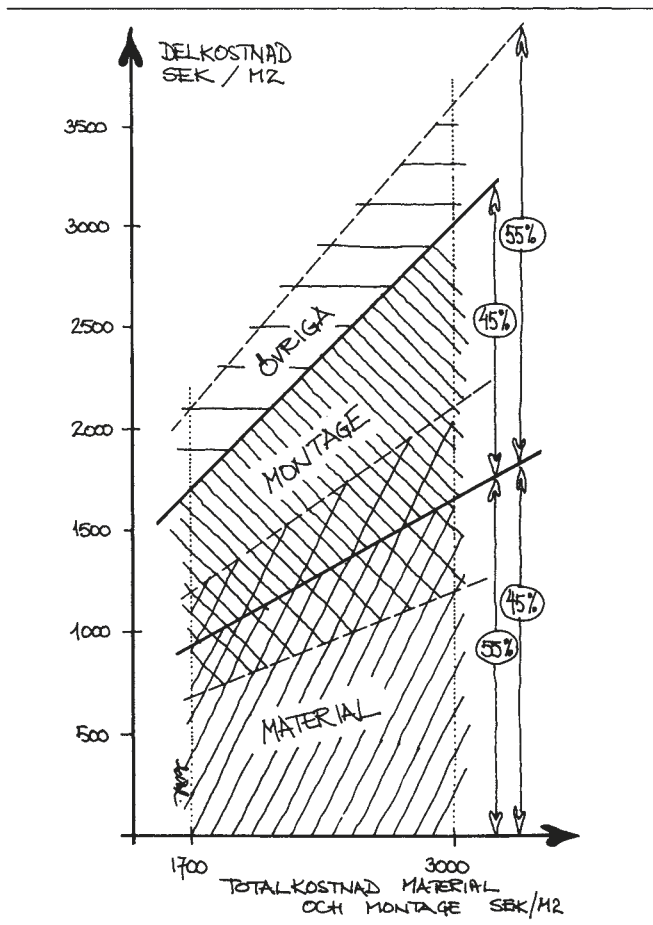
- Fasadställning.

- Kranar och byggnadshissar.

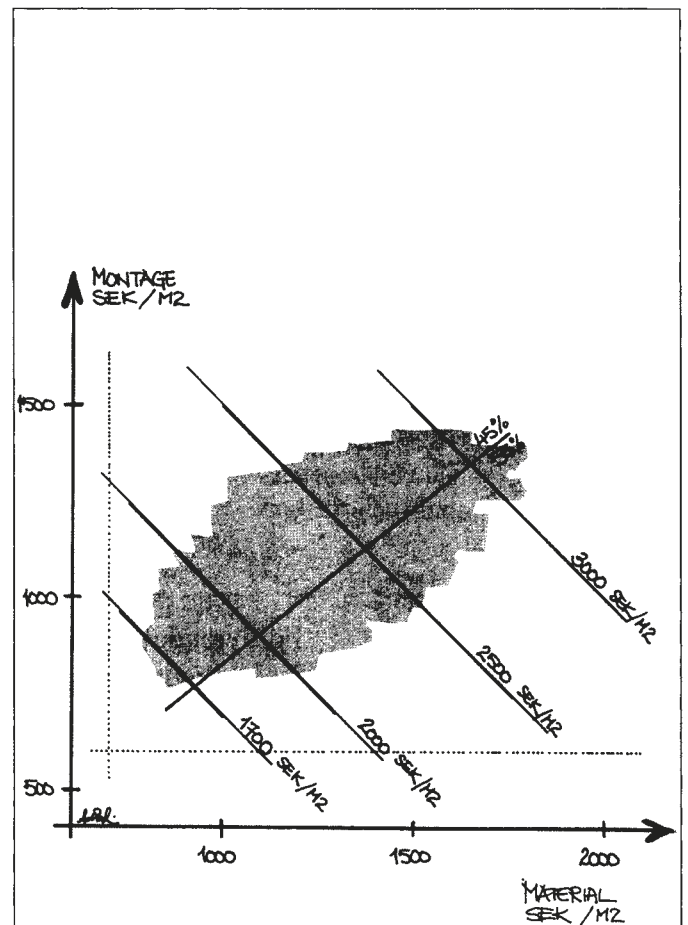
- Tryckluft, el, vatten.

- Manskapstrymmen.

- Kompletterande isolering.



8. Totalkostnadens fördelning mellan olika delkostnader. Prisnivå år 1989-90. (se artikeltext)



Skiss 2. Fält-diagram som summan av olika delkostnader. Prisnivå år 1989-90. (se artikeltext).

två huvuddelarna material/montering är 55%/45% med en avvikelse på +/- 15%. Vill man ha med även "övriga" kostnader bör dessa hänföras till monteringsdelen och fördelningen material/montering + övrigt blir då 45%/55% och med samma avvikelse: +/- 15%. I skisserna illustreras kostnadsbilden schematiskt.

Förtillverkade fasadelement

Ett alternativ till traditionell platsmonterad naturstensfasad är att arbeta med någon typ av förtillverkade fasadelement. Detta innebär ekonomiskt att i princip hela kostnadsdelen "montering + övrigt" försvinner och delvis ersätts med andra delkostnader vid tillverkningen av själva fasadelementet. I praktiken kompletteras fasadelementen vanligen med vissa platsmonterade partier.

flertal olika system, huvudsakligen baserade på betongkonstruktioner eller metall- (stål-) konstruktioner. Funktionellt talar man om tre olika typer av element;

Stomelement

Dessa förenar funktionerna ytterfasad, klimatbarriär och integrerad del i byggnadens konstruktiva uppbyggnad.

Utfackningselement

Dessa förenar funktionerna ytterfasad och klimatbarriär, men monteras mot- och bärs av själva byggnadsstommen.

Beklädnadselement

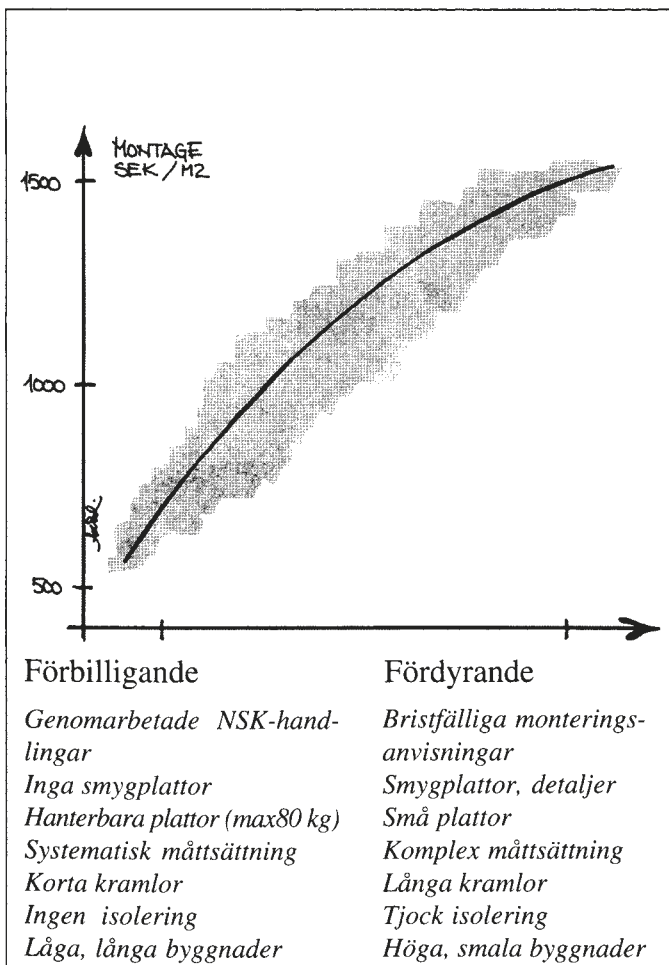
Dessa fungerar endast som ytterfasad och "regnkappa" utanför en i övrigt färdig byggnadskonstruktion.

att de alltid kan bekläs med natursten. Genom att använda naturstensbeklädda fasadelement kan man nå fördelar jämfört med det traditionella platsbygget, t ex;

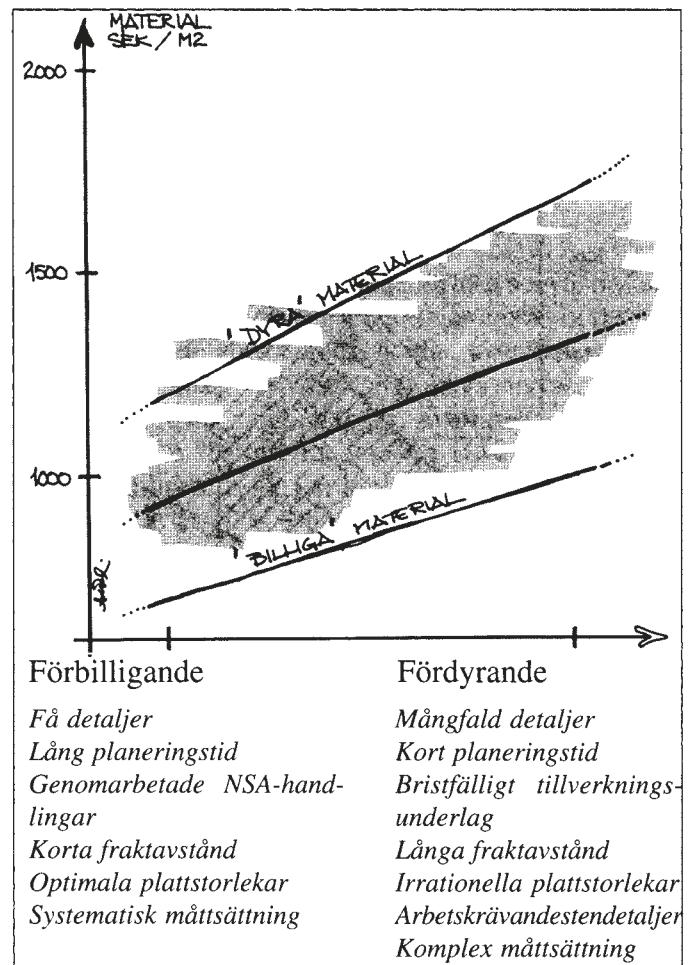
- Kvalitetskontroll underlättas.
- Högre måttnoggrannhet.
- Kortare monterings tid.
- Säkrare mekanisk förankring.
- Behovet av fasadställning minskar.

Till fasadelementens nackdel talar dock;

- Produktionsanpassad arkitektur
- Kompletterande platsmontering.
- Krav på relativt stora volymer.
- Sämre toleranser (mellan element).



10. Monteringskostnadens beroende av olika påverkansfaktorer (rangordnade).



11. Materialkostnadens beroende av olika påverkansfaktorer (rangordnade).

Stenmaterial och ytbearbetningar



12. Krysshamrad, grå granit imarkerade, vertikala fasaddelar kontrasterar mot glaspartier.



13. Polerad, krysshamrad, pikhuggen och räffelhamrad yta ger variationer i den röda graniten.

Sten är hårt och beständigt och tål vad som helst! Sten är porös, vittrar och faller sönder i vår sura miljö!

Detta är två vanliga och motstridiga åsikter om natursten som fasadmaterial. Att det finns så olika uppfattningar om ett byggnadsmaterial beror dels på att det finns en mängd olika stensorter, dels på att personerna har helt olika erfarenheter.

En sirligt skulpterad fasad av porös, kalkbunden sandsten och en slät, polerad granitfasad är ytterligheterna vad gäller stenens motståndsförmåga. Kalcitbundna stensorter påverkas av vår sura miljö och då särskilt surt regnvatten. Utformningen

av fasaden har också mycket stor betydelse för hur stenen påverkas.

Arkitekterna som skapade de vackra och skulpterade byggnaderna på 1800-talet kunde knappast förutse hur miljön skulle förändras och ta hänsyn till detta. Ibland saknar man dock hänsynstagande till andra faktorer, som stenens lagringsriktning och risken för frostsprängning.

Det är viktigt att vi i dagens byggnader tar hänsyn till de olika stenmaterialens egenskaper med utgångspunkt från de påkänningar som vi idag känner till.

Nedanstående råd vid val av sten och ytbearbetning utgår från skandi-

naviska stensorters egenskaper och är inte alltid tillämpliga vid sten från andra håll i Världen.

Granit

Till gruppen graniter räknar vi en rad bergarter med god beständighet och som i byggnadssammanhang har likartade egenskaper. Förutom graniter ingår stentyper som gnejser (omvandlade graniter), så kallade svarta graniter (oftast diabaser) och kvartsit (omvandlad sandsten).

Eftersom dessa stentyper har mycket goda tekniska egenskaper så



14. Älvdalskvartsit med krysshämrad yta. Fasaden är uppbyggd av prefab sandwich-element.



15. Finslipad, röd kalksten som bottenvåningsbeklädnad.

styra val av ytbearbetning och utformning.

Polerad, speglande yta framhäver stenens kulör och textur samt sköljs dessutom ren vid regn.

Finslipad yta, som är slät men inte speglande, ger ett sidenmatt intryck. Mörka stensorter, särskilt svarta graniter, är känsliga för fläckning med denna ytbearbetning eftersom skillnaden i kulör är stor mellan en torr och en våt yta. Detta gäller speciellt på ytor som lätt blir infettade, t ex där man ofta tar med händerna.

Krysshämrad yta åstadkommes med ett mejselverktyg med spetsar och ger ett knotrigt intryck. Bearbetningen har använts på graniter, särskilt till socklar, i hundratals år. Eftersom kristallerna i ytskiktet krossas så mattas kulören kraftigt, särskilt på mörka och kraftigt färgade sorter.

Flammad yta utförs huvudsakligen på kvartshaltiga stensorter. Genom att man hastigt värmer upp stenytan med en låga så splittras kristallerna och nya, glittrande kristallytor framträder. Ytan blir småvågig och påminner om en kilad yta. Kulören framträder mer än vid krysshämring men blir ej så mättad som vid polering.

Klovyta kan erhållas på stenorter med en utpräglad planparallell struktur och som har god klyvbarhet. Inom gruppen graniter är det endast vissa gnejser och Älvdalskvartsit som har dessa egenskaper. Eftersom plattornas tjocklek är beroende av stenens struktur, så varierar tjockleken mer än vid övriga ytbearbetningar, som utförs på sågad sten. 40 - 80 mm tjocklek är ett vanligt intervall.

Den kilade ytan hos egentliga graniter kallas vanligen **råkilad** yta och kräver minst 100 - 150 mm tjock sten. Om kanterna på sådana block är tuktade så kallas ytan för **råköpp**.

Kalksten

Kalkstenar är sedimentära stensorter, huvudsakligen uppbyggda av kalcit (kalciumkarbonat). Detta mineral är känsligt för syror, vilket man bör beakta vid val av ytbearbetning och vid fasadens utformning. Sur nederbörd kan nämligen påverka stenen. Detta

resulterar i att partier som utsätts för regnsköljning bleks, särskilt vid mörka eller kraftigt färgade stensorter. Till marksocklar i stadsmiljö bör inte kalksten användas då stänk från markbeläggning od ger stenen ett smutsig intryck.

Den sedimentära, skiktade strukturen medför att stenen suger vatten parallellt med lagringsriktningen. Detta innebär normalt sett inga problem vid modernt byggande, där skivor sågade utmed lagringsriktningen används.

Polerade och **slipade** ytor bör undvikas eftersom de mattas och bleks, särskilt i storstadsmiljö.

Hyvlad yta med sina karaktäristiska urspjälkningar och ränder ger ett dämpat färgintryck, beroende på att ytan är repad av hyvelstålet.

Lågerhuggen och **tandhuggen** yta utförs med klubba och mejsel för hand och blir därför dyra. De används sällan på större ytor utan mest som monstereffekter på lister o d.

Maskinlågad och **-tandad** yta söker efterlikna den randiga struktur som de gamla, handhuggna ytorna har, men utförs med maskin. Kontrasterna mellan ljus och mörkt i ränderna är relativt stor, särskilt på mörka stensorter. Ränderna blir inte lika mjukt böljande som vid handhuggning.

Randsågad yta utförs i sandrandsåg direkt när blocken sågas till skivor. Ett grövre sandmaterial tillsätts emellanåt. Detta ger svagt böjda repor som återkommer oregelbundet. Ytan har i övrigt en relativt grovt kornig struktur. Bearbetningen utförs endast på Jämtlandskalksten av ett företag.

Vissa typer av kalksten kan erhållas med **klovyta**. Ytan är relativt grov med rundade knölar och gropar. Tjockleken hos plattor med klovyta varierar vanligen mellan 40 och 80 mm

Marmor

Marmor kallar vi i Sverige karbonatstensorter som är helt omvandlade så att de har fått en genomgående kristallstruktur. Liksom kalksten påverkas marmor av vår sura miljö, dock i något mindre grad.

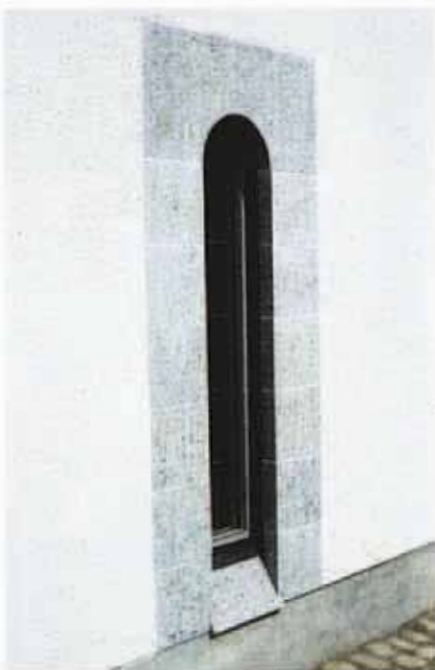
De flesta gröna marmorsorterna innehåller mineral som omvandlas



16. Skalmur av dubbelstucken kalksten.



17. Slipad marmor som fasad mot planterad gård.



18. Fönsteromfattning av hyvlad kalksten i putsat murverk



19. Maskintandhuggen marmorfasad. Sockel av flammad granit.

utomnuss, varvid vissa partier anordnar kulör från grönt till gulbrunt.

Polerad yta mattas relativt snabbt och bör därför inte användas.

Slipad yta blir med tiden något grövre, särskilt på partier som sköljs med surt regnvatten.

Diamantfräst yta motsvarar ungefär den ytfinitet som den sura miljön ger stenen. Den kan rekommenderas som en slät yta önskas. Stenens kulör framträder relativt väl.

Maskinlåggrade och **-tandade** ytor undertrycker stenens kulör och ådring. De ger ett ljust intryck med randig struktur. Den ojämna ytan ger en relativt jämn smutsavsättning så att rinningar inte ger markerade "gardiner".

	Fasad	Marksockel
** Lämplig * Användbar		
Granit		
Polerad	**	**
Slipad	**	**
Krysshamrad	**	**
Flammad	**	**
Klovyta, råkilad yta	**	**
Kalksten		
Polerad		
Slipad	*	
Hyvlad	**	*
Låger-, tandhuggen	**	*
Maskinlåggrad, -tandad	**	*
Randsågad	**	*
Klovyta	**	*
Marmor		
Polerad		
Slipad	*	
Diamantfräst	**	*
Maskinlåggrad, -tandad	**	*
Sandsten (kvarts-)		
Slipad	**	
Blästrad	**	
Krysshamrad	**	
Skiffer		
Klovyta	**	**

Sandsten

De sandstenar som används till fasader är uppbyggda av kvartskorn med huvudsakligen kvartsitiskt binde-medel. I äldre byggnader har ofta kalkbunden sandsten använts till skulpterade delar. När kalken löses ut av surt regnvatten åstadkomms stora skador. Denna typ av sandsten används vanligen inte till moderna fasader. Även den kvartsitiska sandstenen har ofta hög porositet och hög vattenabsorption. Stor omsorg bör därför ägnas utformning av avtäckningar o d så att inte ojämn vattenrinning bildar smutsränder. Sandsten bör inte heller användas som marksocklar. Vattnet med smuts och salter sugas då upp i stenen och bildar misspydande ränder.

Kulören på sandsten förändras obetydligt med olika ytbearbetningar.

Slipad yta är slät och därmed för-

nallandevis smutsavvisande. Stenens korniga struktur gör att ytan ändå ser kornig ut.

Blästrad yta får en kornig karaktär som överensstämmer med stenens struktur.

Krysshamrad yta utförs i tryckluftsmaskin med ett verktyg med spetsar. De krossade fördjupningarna i ytan framträder som något ljusare prickar.

Skiffer

Skiffernas mest utpräglade egenskap är att de har en markerad skiktning, som utnyttjas vid tillverkningen av plattor. Neddelningen utförs med kilning och den yta som då erhålls, **klovyta**, används utan vidare bearbetning. Denna, av naturen skapade yta, varierar något i utseende beroende på stensort. I vissa fall är den småvågig och i andra fall är ytan planare med små hopp mellan olika skikt.





21. Granit har många uttrycksmöjligheter. Polerad, slät fasad kontrasterar mot kryschamram i fasettform.



22. Skiffer med klovyta som bottenvåningsbeklädnad med polerad granit som portomfattning.



23. Smala remsor av skiffer med klovyta monterade i betong-element. Fogarna markeras genom nedfräsning av plattkanten.

Plattdimensioner

Med hänsyn till det infästningssystem, som huvudsakligen används med dubbar i plattkanterna, bör plattjocklek till luftade naturstensfasader inte understiga 30 mm för granit, marmor och kalksten med en böjdraghållfasthet på minst 10 MPa, samt 40 mm för sandsten med böjdraghållfasthet på minst 6 MPa. Dessa tjocklekargäller under förutsättningen att toleransen är +/- 2 mm, (d v s 32 +/- 2 mm resp 42 +/- 2 mm).

Hållfastheten mot utspjälkning vid hål för krammeldubb enligt provningsmetod SP 01-10-68 ska uppgå till minst 150 kp. Vid 30 mm tjocka plattor räknas resultatet från provning med 10 mm kantavstånd och vid 40 mm plattor 15 mm kantavstånd.

Faktorer som produktionsmetoder, hanterbarhet och dimensionering av infästningar gör att plattornas yta inte bör överstiga ca 1,0 - 1,1 kvm. Plattornas

längd bör begränsas till ca 3 gånger bredden, med mindre variationer beroende på stensort. Plattornas maximala längd bör inte överstiga 1,8 meter. Om man av någon anledning vill välja andra format så kan större plattjocklek eller armering användas som förstärkning av plattorna. Vid bestämning av plattformat och tjocklek tas också hänsyn till vindlast och infästningsmetod.

Storlekar på 0,5 - 0,8 kvm är ofta de mest ekonomiska. Mindre storlekar ger ökade kostnader p g a fler infästningsdetaljer och ökad foglängd. Större plattor kräver ofta specialinfästningar och lyftredskap vid hanteringen.

En faktor som också begränsar de maximala plattstorlekarna är formaten på de råblock som utvinns. Allmänt kan sägas att graniter kan fås i större format än marmor, kalksten

och liknande stensorter. Vid mindre kvantiteter kan ofta specialformat, med betydligt större plattor än ovan rekommenderade, framställas. Man bör då särskilt ta hänsyn till bl a infästningssystem, fogbredder, effekt av temperatur och fuktrörelser, stenens böjdraghållfasthet, samt hållfasthet mot utspjälkning vid dubbhål.

Fasadplattor med sågade kanter tillverkas med en dimensionstolerans av +/- 2 mm.

Då natursten inte är ett homogent material, utan det ofta förekommer spänningar och mindre sprickor, så bör en säkerhetsfaktor som är relativt hög väljas. Vid böjdraghållfasthet kan den sättas till ca 8 - 10 och vid utspjälkning vid dubbhål till över 10.

Säkerhetsfaktorn kan i vissa fall minskas om provningsresultat från stora plattor och/eller resultat från många provningar visar god tillförlitlighet.

För beräkning av plattornas vikt kan följande, ungefärliga värden användas

Stensort	Densitet Kg/kbm	Motsvarande vikt i kg/kvm vid tjocklek	
		30 mm	40 mm
Granit, gnejs, glimmerskiffer	2 700	95	120
Diabas, m fl sk svarta graniter	2 800-3 000	100-105	125-135
Marmor, kalksten	2 800	100	125

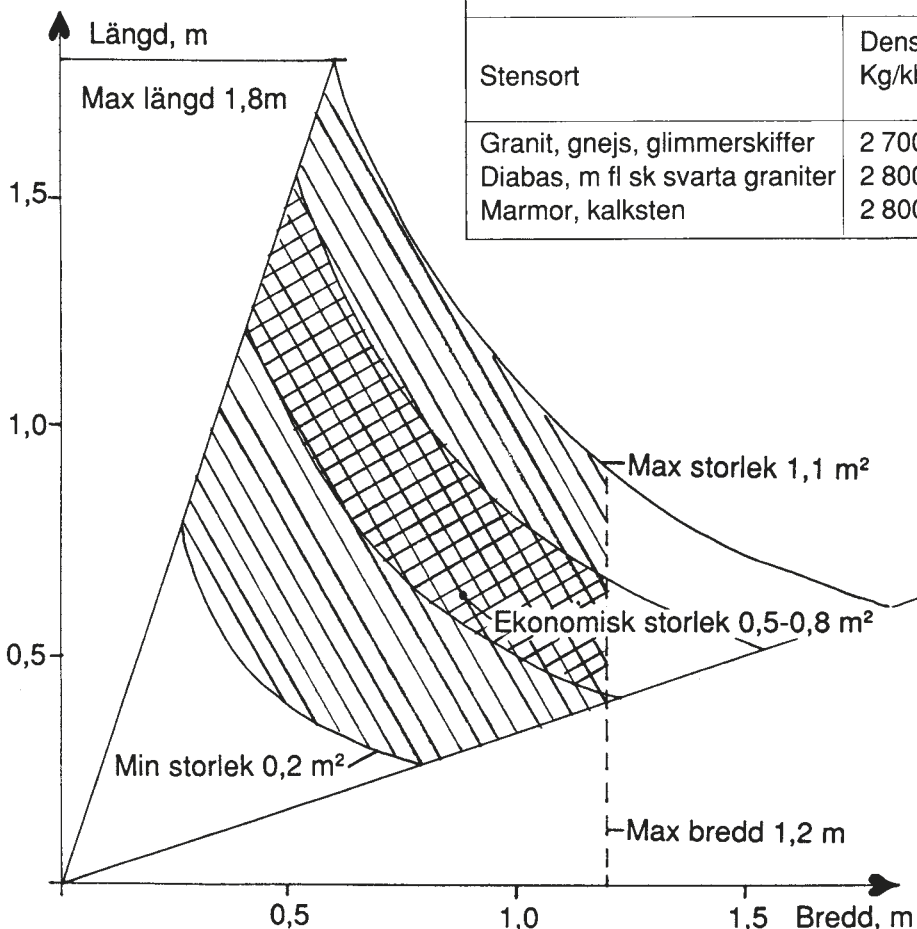


Diagram för vägledning vid val av plattdimensioner.

"Falska" plattformat

I vissa fall tillåter stenmaterialet en-dast tillverkning av små plattformat. Dessa kan vara oekonomiska att montera då det blir många infästningspunkter som var och en kostar pengar. Dessutom perforeras värmeisolering och vindskydd på onödigt många ställen. För att lösa detta problem kan **plattorna sammanfogas** två och två eller tre och tre till **små element**, som vart och ett monteras som en platta.

Sammanfogningen kan utföras med dubbar i plattkanterna. Vid sammanfogning av plattor med 300 - 400 mm bredd och 500 - 600 mm längd används 2 rostfria dubbar (SS 14 23 24) med 8 mm diameter i varje fog. De gjuts in med hårdplast till ett djup av cirka 50 mm i båda plattorna. För att styva upp sammanfogningen så att ej för mycket "svikt" uppstår läggs en hårdplastfylld hylsa runt dubben i fogen. Hylsan kan tillverkas av plaströr som kapas till längd motsvarande fogbredden. Denna tjänstgör då även som distans för att hålla fogbredden vid sammanfogningen. *Se fig 24 och 25.*

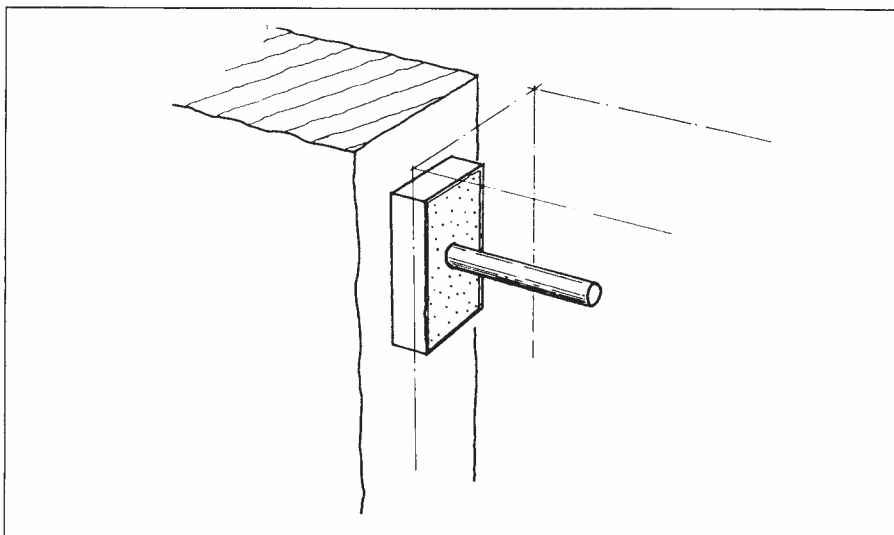
Man kan också göra en tät fogindelning på stenmaterial som tillåter större plattor. **Stora plattor** kan då **försees med en "falsk" fog** i form av ett sågspår, vars djup ej bör överstiga 4-6 mm. Spåret fylls med fogmassa av samma typ som till övriga fogar. Den utformas så att samma beständighet uppnås som för fogarna i övrigt. Stensorter med markerad ådring kan dock avslöja knepet genom att ådringen fortsätter över fogen.

Ett sådant sågspår kan utgöra en brottanvisning som medför att plattan lätt brister vid slag. Olika stensorter är olika lätta att bräcka och därmed olika känsliga för en sådan brottanvisning. Stensortens egenskaper bör därför undersökas innan denna konstruktion väljs. Eventuellt måste stentjockleken ökas.

25. Sammanfogning av flera plattor till element kan göras med rostfria dubbar och hårdplastfyllda hylsor.



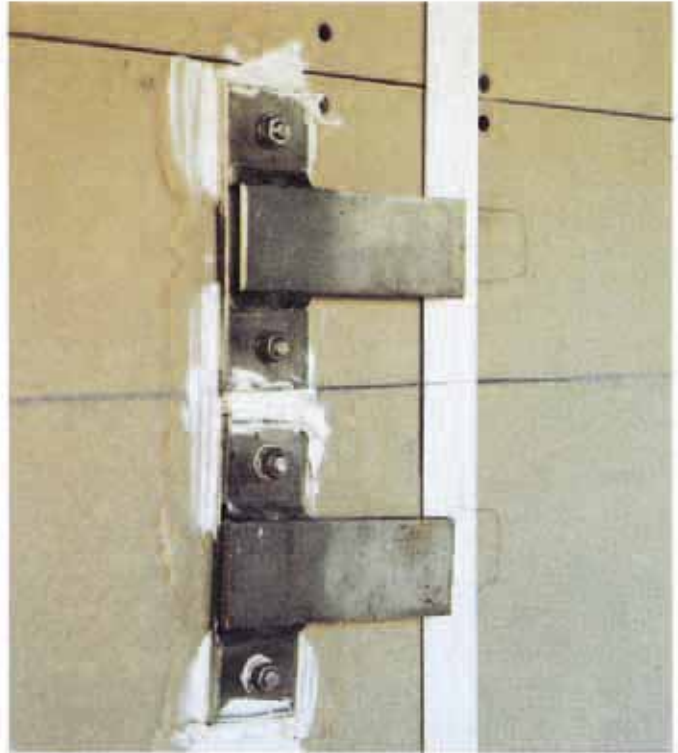
24. Små fasadplattor sammanfogade till element enligt nedanstående skiss. Beklädnaden fogades sedan med elastisk fogmassa.



Anslutande material



26. Konsol för montering av gesims, infästad i ankarskenor.



27. Svetsplåtar monterade med bult och mutter i stålreglar. För att överföra trycket har distansbrickor lagts mellan plåtreglar och svetsplåtar.

Som tidigare nämnts är natursten ett mycket beständigt fasadmateriel med lång livslängd. Kraven på anslutande material måste därför sättas högt. Det är inte rimligt att material med väsentligt sämre beständighet än stenen byggs in i konstruktionen och döljs.

Bakmur, stomme

Bakmuren ska vara så konstruerad och utförd att den förmår bära fasadbeklädnaden. Den ska även vara av sådan beskaffenhet att den ger erforderlig möjlighet för infästning av kramlor.

Stål

Infästningar, kramlor, av stål i väggkonstruktionens yttre, kalla del utförs av rostfritt, sk syrafast stål med en korrosionsbeständighet som lägst motsvarar SS 14 23 24 eller 14 23 43. Den förstnämnda kvaliteten har hög hållfasthet, sträckgräns (0,2-gräns) lägst 420 MPa, och används därför vanligen till detaljer som ska uppta stora belastningar. SS 14 23 43 har

lägre hållfasthet, sträckgräns lägst 180 MPa, men är samtidigt lättare att bearbeta, varför den används till gängade delar, profiler och vissa svetsade konstruktioner. Skruvar o d betecknas med A 4 enligt SS-ISO 3506 för motsvarande kvalitet.

Enklare former av rostfritt stål har inte samma beständighet och kan, i utsatta lägen, börja rosta.

Vid beställning av material till kramlor bör SS nummer och lägsta sträckgräns anges. Säljaren är skyldig att vid anfordran styrka levererat partis kvalitet genom provningsintyg.

Varmformade detaljer betas i 10%-ig svavelsyra och sköljs i rent vatten samt passiveras i 5%-ig salpetersyra.

Övriga stålkonstruktioner för bäring av stenbeklädnad kan ibland utföras med enklare rostskydd, t ex rostfritt stål av enklare kvalitet eller varmförzinkning, beroende på miljöklass och myndigheternas krav. Val av rostskydd bör ske i samråd med byggnadsnämnden på orten. Rostskyddet ska vara heltäckande och även skydda stålytor som är bearbetade, t ex kapade eller svetsade.

Hänsyn tas till risken för galvanisk korrosion vid förbindelse mellan olika metaller, t ex mellan rostfritt och galvaniserat stål. Sådana förband förläggs i så torr zon som möjligt och direkt kontakt mellan de olika metallerna förhindras genom mellanlägg ed. Skruvar och liknande små detaljer tillverkas av den ädlare metallen, dvs rostfritt stål.

Infästningar i sten bör alltid utföras med rostfritt stål, liksom expanderar och liknande för infästning i betong.

Andra metaller

I vissa konstruktioner kan andra metaller, t ex aluminium, användas vid steninfästning. Ur korrosionssynpunkt bör samma krav ställas på dessa metaller som på stål. Hänsyn bör också tas till risken för utmattningsbrott p g a metallens sprödhet.

Till avtäckningar, fönsterbleck od bör metall med god beständighet och som inte orsakar missfärgningar användas, t ex aluminium. Kopparplåt kan ge upphov till gröna missfärgningar, särskilt på ljusa, kalkhaltiga stensorter.

ISOLERING

Isoleringsmaterialet ska vara beständigt och får inte innehålla ämnen som är aggressiva mot kramlor eller sten.

Isolering som innehåller ämnen som kan missfärga stenen vid direkt eller indirekt kontakt **får ej sättas i förbindelse med stenen** via brukbanor eller på annat sätt. Sådana ämnen kan t ex vara fenolhartser, som förekommer som bindemedel i bl a mineralull.

Isoleringsmaterial bakom beklädnader som bakgjuts med cementbruk eller cementbunden Leca ska ha erforderlig tryckhållfasthet och får ej innehålla missfärgande ämnen.

Fogmassa

Rörelsefogar, mjuka fogar, ska uppfylla de krav som anges i Hus AMA, kap Z för elastiska fogmassor. Material väljs ur grupp 58 i tabell Z/1. Fogmassan ska kunna uppta de rörelser fogen beräknas bli utsatt för utan bristningar och utan att överföra väsentlig kraft. Den får inte åstadkomma missfärgning på stenmaterialet, t ex under påverkan av alkalisk fukt. Skyddsbehandling av stenytorna med primer kan inte anses som fullgott skydd, om fogmassan i sig själv kan verka fläckande.

Som utbottning i fogen får ej användas material som kan ge upphov till fläckar på stenen.

Bottningsmaterialet i rörelsefogar får inte vara hårdare än fogmaterialet. Det får inte heller suga fukt, vilket kan orsaka frostsprängning.

Bruk

Cement ska vara standardportlandcement (Std), snabbt hårdnande portlandcement (SH) eller vitt portlandcement. Sanden ska vara fri från skadliga föroreningar.

Vid **tät bakgjutning** o d användes välgraderad sand med maximal kornstorlek ca 4 mm till **cementbruk C 100:300 eller C 100:400**.

Till **dränerande bakgjutning** används **cementbunden lättklinker**. Denna tillreds med lättklinkerkulor med kornstorlek 4-8 mm. Till en kubikmeter lättklinker används 170 kg cement (volymdelar 1:10). Cementen



28. I anslutning till stenbeklädnaden kan många material förekomma, t ex stål för infästning, värmeisolering, plåt till avtäckningar, mm.

blandas med vatten till en smöraktig konsistens varefter den blandas väl med lättklinkerkulorna. Denna blandning ger, vid rätt utförande, en tryckhållfasthet på ca 0,6 MPa.

Som **alternativ** kan **cementbruk C 100:400 med ensgraderad ballast** med kornstorlek ca 4-8 mm användas.

Kemisk förankring

Kemisk förankring (kemiskt ankare eller injekteringsankare) utgörs av hårdplast med ballast och bult e d. Plasten är vanligen epoxiakrylat eller polyester. Epoxin är beständigare än polyestern och bör väljas vid montering i lägen utsatta för fukt och kyla.

Vid kemiskt ankare ligger plast, hårdare och ballast åtskilda från varandra i en patron som införs i uppborrat och rengjort hål. Patronen krossas och komponenterna blandas när en pinnbult, med hjälp av bormaskin, trycks in i hålet. Bulten sitter kvar och används sedan som infästningsdon.

Vid injekteringsankare sprutas massan direkt in i borrhålet med en speciell spruta där komponenterna blandas, varefter bulten trycks in. Det är av

största vikt att hålet rengörs noggrant med borste och blåspump eller tryckluft. Med denna metod kan även andra detaljer gjutas in, så länge de inte är släta eller feta och därmed ger dålig vidhäftning.

Pinnbultar och liknande bör vara tillverkade av rostfritt, syrafast stål (SS 14 23 43).

Vid konstruktion med denna typ av infästning bör man tänka på att hårdplaster inte tål höga temperaturer. Brandkrav kan därför öka de av leverantören angivna monteringsdjupen.

Trä

Beträffande krav på trä som konstruktionsmaterial hänvisas till Nybyggnadsreglerna.

Träkonstruktioner monteras i allmänhet med större toleranser än vad som krävs av stenfasaden. För att stenens infästning inte ska riskera att träffa för nära regelns kant kan det därför vara tvunget att använda grövre regler än vad som krävs av hållfasthetsskäl.

Trä bör ej ligga i direkt kontakt mot stenen då det kan orsaka missfärgningar.

Konstruktionsanvisningar

Allmänt

Detta kapitel riktar sig i första hand till den som projekterar naturstensfasader. Den som sysslar med naturstens-entreprenader bör också vara insatt i dessa frågor. Närmare råd för entreprenadens utförande återfinns i kapitlet *Monteringsanvisningar*, sid 40.

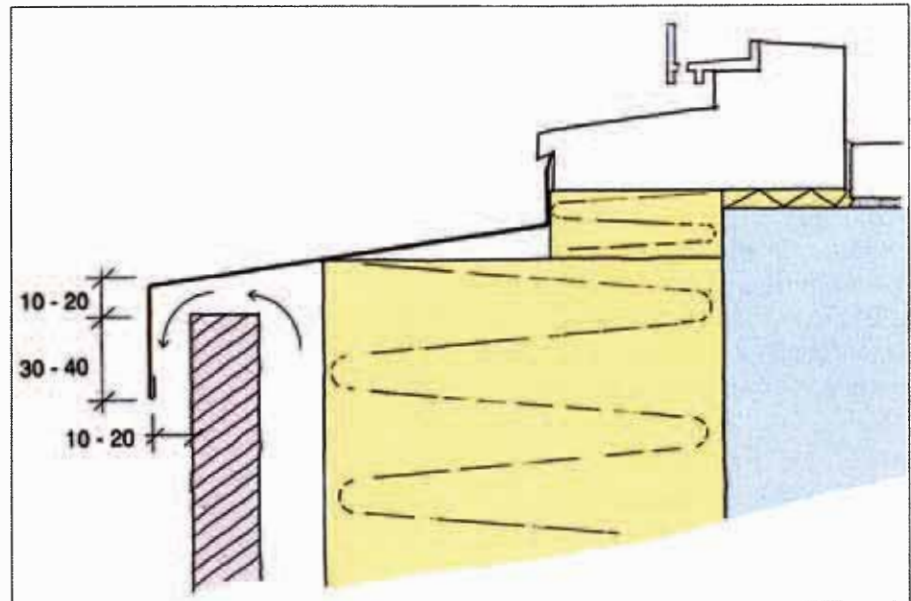
Rörelser

AV olika orsaker kan rörelser mellan beklädnad och stomme eller i själva beklädnaden uppstå. Hänsyn till detta måste tas vid konstruktionen av fasaden. En ventilerad beklädnad där varje platta bärs för sig själv, och som monteras så att den fritt kan röra sig, löser i allmänhet dessa problem.

Temperatur- och fuktrörelser

Natursten rör sig i allmänhet mycket lite vid påverkan av temperaturskillnader och fukt. Materialet har dock en hög elasticitetsmodul, vilket medför att även **mycket små rörelser kan orsaka stora spänningar** och skador om inte hänsyn till detta tas vid konstruktionen av fasaden. Temperaturutvidgningskoefficienten för natursten ligger på ca $5-9 \times 10^{-6}$ mm/mm och °C Mörka material absorberar solvärmen mer än ljusa. I soliga lägen kan en mörk fasadbeklädnad komma upp till 80 grader celsius en varm sommardag, även på svenska breddgrader. Om man antar att samma beklädnad antar en temperatur av - 20 °C en kall vinterdag så blir rörelsen ca 1,5 - 3 mm på 3 m sträcka. En hastig temperaturförändring kan också medföra skillnader i temperatur på plattans båda sidor, vilket kan leda till krökning av plattan.

Vissa stensorter sväller när de blir fuktiga. Rörelsen är i allmänhet mycket liten. **Ensidig anfuktning kan dock ge upphov till krökning** av plattor av en del stensorter. Krökningen återgår i vanligen vid uttorkning. Vid ven-



29. Luftutsläpp under fönsterbleck. Detta utförande rekommenderas.

tilerade beklädnader är dessa rörelser mycket små och medför normalt sett inga problem. Plattor som bakgjuts riskerar dock att krökas kraftigt. Känsliga stensorter kan impregneras så att de vid bakgjutning inte absorberar så mycket vatten.

Rörelser i byggnadsstommen

Rörelser i byggnadsstommen kan medföra att fasadbeklädnaden påverkas. Främst är det **krympning** och **krypning** hos betongkonstruktioner som kan medföra problem. Högt uppdrevet tempo i byggprocessen kan medföra att fasadmonteringen sker kort tid efter det att betongen gjutits. En stor del av både krympnings- och krypningsrörelsen återstår då i betongen. Båda dessa rörelser medför att huset "huset blir mindre" och att stenfasaden egentligen är för stor. Det är då viktigt att det finns **rörelsemöjligheter i fogarna** så att inte skadliga spänningar byggs upp. Sådana kan resultera i utspjälkning och i värsta fall nedfallande plattor. **Risken är givetvis störst när rörelsen i betongen samverkar med temperaturrörelser**, t ex då stenfasaden monteras vid kall väderlek och i ett tidigt byggskede.

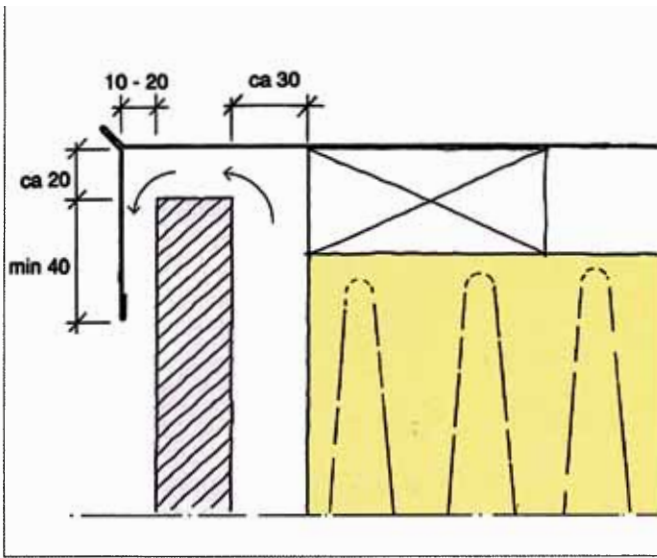
Betongkrympningens storlek är svår att förutse då den beror på många olika faktorer. Den ligger dock ofta i minst samma storleksordning som stenens temperaturrörelser.

Andra stomrörelser, som t ex **svaj** i stålkonstruktioner och **fuktrörelser** i träkonstruktioner, påverkar givetvis fasadens konstruktion men har i allmänhet mindre betydelse.

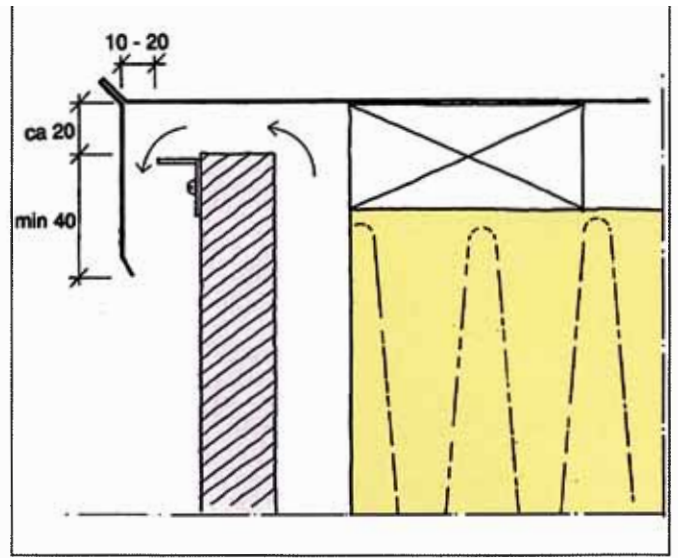
Ventilation och vattenavledning

Luftspalten bakom beklädnaden ventileras genom **ventilationsspringor** i princip anordnade **uptill och nedtill** i beklädnaden samt över och under förekommande fönster. **Spalten** bör beräknas till **30 mm** och **får ej underskrida 10 mm**. Reglerna för kryppgrunders ventilation i Nybyggnadsreglerna kan tjäna som vägledning vid dimensionering av ventilationsöppningarnas area.

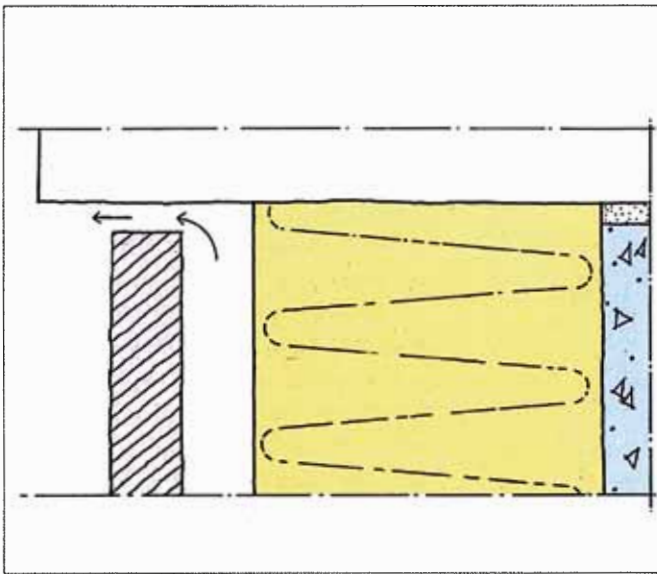
Byggnadens stomme bakom beklädnaden utförs tät enligt kraven i Nybyggnadsreglerna så att inte varm rumsluft tränger ut och orsakar lokal kondensbildning i luftspalten. Detta är särskilt viktigt om hög luftfuktighet och övertryck råder i lokalerna innanför.



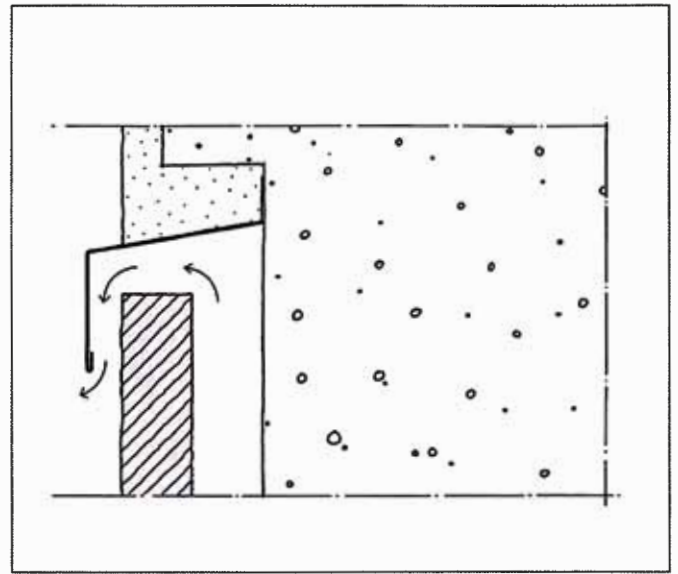
30. Luftutsläpp vid takfot. Dessa mått bör tillämpas för att förhindra vatteninträngning vid slagregn.



31. Luftutsläpp vid takfot i utsatt läge. List på stenen förhindrar vatten att driva över plattkanten.



32. Luftutsläpp mot annat fasadmateriäl, som skyddar mot vatteninträngning. Öppningar kan alternativt göras i stötfogarna.



33. Plåtavtäckning skyddar luftutsläppet i anslutning mot annat fasadmateriäl (puts).

Eventuellt **inträngande regn- och kondensvatten** bakom beklädnaden **avleds** genom luftintagen eller via sockeln till husets dränering. Detta är särskilt viktigt om fasaden utförs med öppna fogar.

Om fogningsarbetet utförs av särskildentreprenör är det viktigt att denne får instruktioner om ventilationspringors läge och storlek, så att dessa inte igensätts vid fogningsarbetet.

Lämpligt är att förlägga luftutsläppen under t ex fönsterbleck, där de skyddas mot inträngande regnvatten. Blecken böjs ned utefter fasaden så att de når 10-20 mm utanför denna. De bör gå 30-40 mm nedanför stens överkant, *se fig 29*.

Uptill vid takfoten anordnas luftut-

släppet lämpligen vid beklädnadens överkant. Om takfoten inte bildar avtäckning skyddas ventilationspringan med en korrosionsbeständig plåt. Denna dras ca 40 mm nedanför stenbeklädnadens kant och så att den kommer 10-20 mm framför beklädnadens utsida. Plåten får inte komma närmare beklädnadens överkant än 20 mm, *se fig 30*.

I lägen som är mycket vindutsatta eller vid höga hus kan vinden pressa regnvatten över beklädnadens kant. Detta kan hindras exempelvis genom utförande som visas i *fig 31*.

Ansluter stenbeklädnaden upptill mot annan icke ventilerad fasadbeklädnad och denna lämnar skydd mot inträngande regnvatten kan mellan-

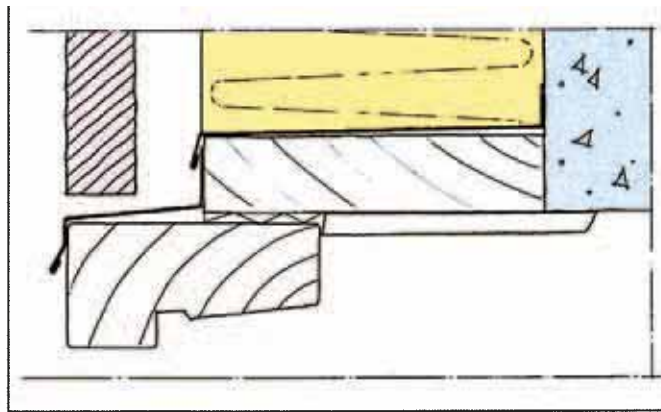
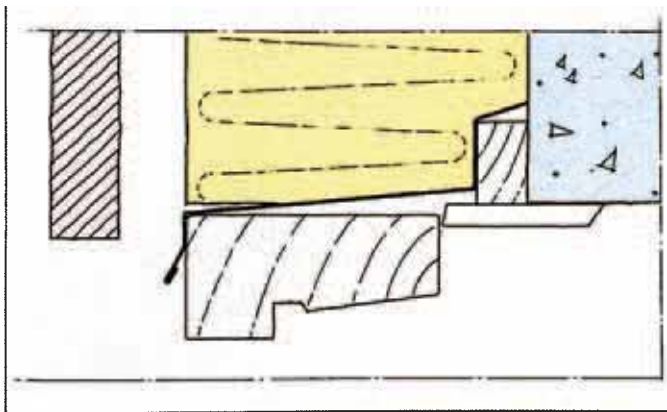
liggande fog lämnas öppen, *se fig 32*.

Om beklädnaden över stenen inte ger regnskydd kan en korrosionsbeständig plåt inläggas som avtäckning. En sådan skyddar också stenen från ev misspydande rinningar från ovanliggande fasadmateriäl, *se fig 33*.

Denna typ av anslutningsfog kan också tätas med elastisk fogmassa och ventilationspringor ordnas i beklädnadens stötfogar (vertikalfogar).

Luftintag ordnas vid överkant på fönster o d. Regn- och kondensvatten bör här hindras att tränga in till stommen och i fogen vid fönsterkarmen genom att en plåt inlägges, *se fig 34 och 35*.

Nedtill i beklädnaden anordnas luftintagen så att vatten som ev kommit



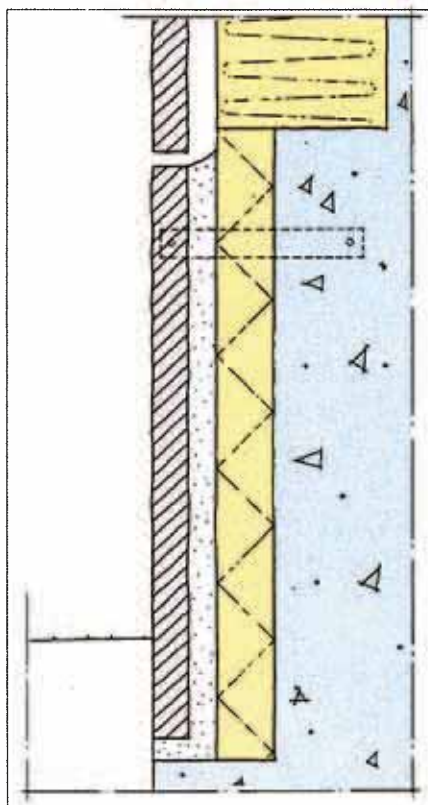
34 + 35. Anslutning i överkant fönster. Plåtavtäckning skyddar fönsterkarmen vid luftintaget.

in bakom beklädnaden kan avledas. Detta kan lämpligen göras genom att sockelplattor under fönsterpelare sätts med bakomvarande dräneringsöppningar under mark. Luftintag kan då anordnas i den horisontella fogen mellan sockelplattan och plattan ovanför. Bakgjuts sockelskiftet med icke dränerande bruk, t ex vanligt cementbruk, tjänstgör luftintaget också som vattenutlopp. Bakgjutningen dras då upp i käl mot bakmuren (isoleringen) och isoleras mot vatteninträning.

Se fig 36

En dränerande bakgjutning kan utföras med t ex cementbunden lättklinker eller cementbruk med ensgraderad ballast.

Luftintag kan också anordnas i det nedersta skiftets stötfogar (vertikalfogar), om detta sätts utan bakgjutning.



36. Bakgjuten sockel.

Fogarna kan också utföras stumma, fyllda med bruk, i förening med rörelsefogar.

Som tidigare nämnts används system med öppna fogar i vissa länder, exempelvis Norge och Tyskland, och erfarenheterna rapporteras vara goda. Vi saknar erfarenhet av detta system i Sverige.

För fogar gäller i allmänhet att det bör finnas en **rörelsemån på minst 3 mm**. Detta innebär att fogbredden ska vara minst 3 mm större än kramlans tjocklek. Härigenom undviks också att kramlor i liggfog under last kommer att ligga an mot undervarande platta. Grova kramlor fälls in i plattkanterna så att ovanstående krav uppfylls.

Den **nominella fogbredden** bör

vanligen ligga **mellan 10 och 12 mm** med **toleransen +/- 2 mm** för platsmonterade fasader. Vid prefabricerade betongelement, där plattorna fästs med dubbar i baksidan, kan fogbredden vara något mindre.

Kramlor i rörelsefogar som anordnas i förening med stumma fogar ska helt fällas in. Vid liggfogar (underkramling) fälls kramlan helt in i den burna plattan. Vid stötfogar (sidokramling) görs motsvarande urtag jämnt fördelat på plattorna på ömse sidor om kramlan.

I beklädnad som är utförd med stumma fogar ska rörelsefogar inläggas med ett största avstånd av 3-4 m i såväl horisontal- som vertikallid samt vid förekommande brytpunkter i fasaden. Dessutom ska sådana inläggas vid anslutning till annat fasadmaterial och till byggnadsdetaljer som dörrar, fönster, skyltar etc.

Rörelsefogar i beklädnaden ska **alltid inläggas i anslutning till rörelsefogar och dilatationsfogar i byggnadsstommen** och dimensioneras för att uppta även rörelserna i byggnadsstrukturen.

Vid fullt bakgjuten sockel genomförs rörelsefogarna även i bakgjutningsbruket.

Avlastning

I vissa fall kan man frånga regeln att varje platta bärs för sig och i stället ordna lastöverföring till stommen på annat sätt. Detta är vanligt vid beklädnader upp till ca en vånings höjd, som avlastas på en klack e d. Även högre upp på fasaden kan avlastning ordnas våningsvis med kraftiga bärfjädrar.

I sådana fall sker lastöverföringen mellan plattorna med blymellanlägg eller cementbruk och plattorna hålls

Luftintag:

- * Vid sockeln
- * Över fönster

Luftutsläpp:

- * Under fönster
- * Vid takfot
- * Mot annat material

Fogar

Fogarna mellan plattorna utförs vanligen som rörelsefogar med mjuk fogmassa. Om man, ur estetisk synpunkt vill undvika det "plastiga" intryck som de mjuka fogarna ger så kan de sandas. Detta innebär att fin-kornig sand i utvald kulör appliceras på massan innan den härdar. Därmed liknar fogarna bruksfogar.

inne med narankramlor. Mellanlaggen dimensioneras för att uppta aktuell last utan för stor deformation.

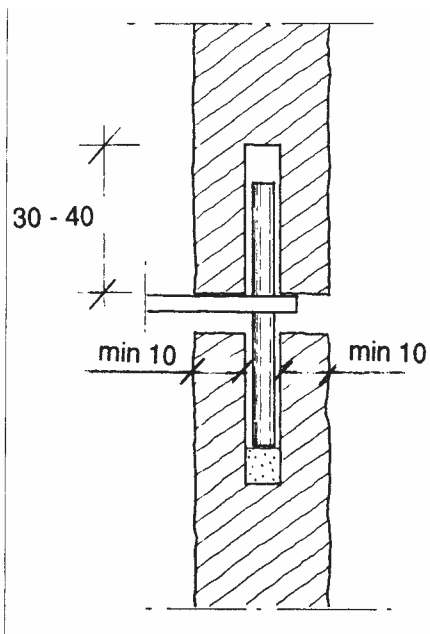
Anslutning till andra byggnadsdetaljer

Stenbeklädnadens anslutning till andra byggnadsdetaljer utformas och utförs **så att beklädnaden inte blir belastad eller utsatt för tryck** i samband med temperaturrörelser eller deformationer i byggnadskroppen.

Kramla i stenplatta

Traditionen med sten som ett murat, massivt byggnadsmaterial lever fortfarande vidare som estetiskt uttryck i de flesta moderna fasader. Steninfästningen döljs i fogarna så att endast stenytan syns och ger intryck av att byggnaden består av massiva block. Alternativet med synliga infästningar ger i allmänhet enklare tekniska lösningar och visar att stenen endast är en beklädnad. Sådana infästningsmetoder bör därför övervägas.

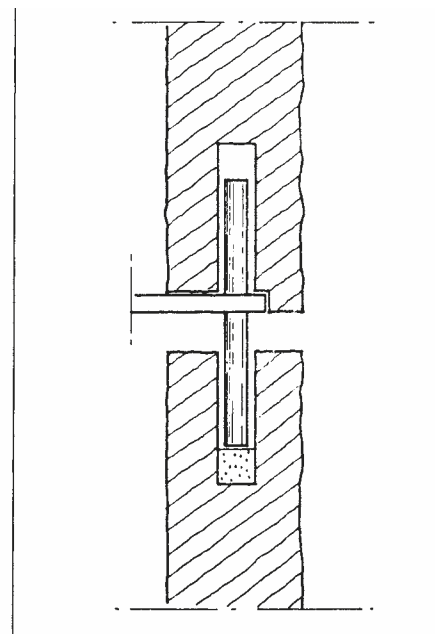
Vid den förhärskande metoden för dold infästning fästs stenplattan vid kramlan med i plattkanten infästade dubbar, med en diameter av 5 - 6 mm i ca 8 - 10 mm hål. Hålen placeras i regel i femtedelspunkterna i plattans bredd- och höjddled. **Dubbhålen bör ha ett djup av ca 30 - 40 mm. De placeras så att minst 10 mm av**



37. Krammeldubben ingjutes i ca 30-40 mm djupa hål i plattkanterna. Minst 10 mm godstjocklek ska återstå åt båda sidor

plattans tjocklek återstår åt båda sidor och ej närmare plattans hörn än 60 mm. Se fig 37.

För att rörelser mellan plattorna ska kunna upptas **får dubben inte bottna i båda hålen**. Vanligen fixeras dubben i plattan med hjälp av cementpasta eller -bruk i hålen. Genom att lägga ett eftergivligt underlägg i åtminstone det ena dubbhålets botten och genom att behandla dubben med trioleinlösning som upphäver vidhäft-



38. Då stora rörelser ska upptas i fogen fälls kramlan in i plattan. Vid underkramling görs infällningen i den burna plattan.

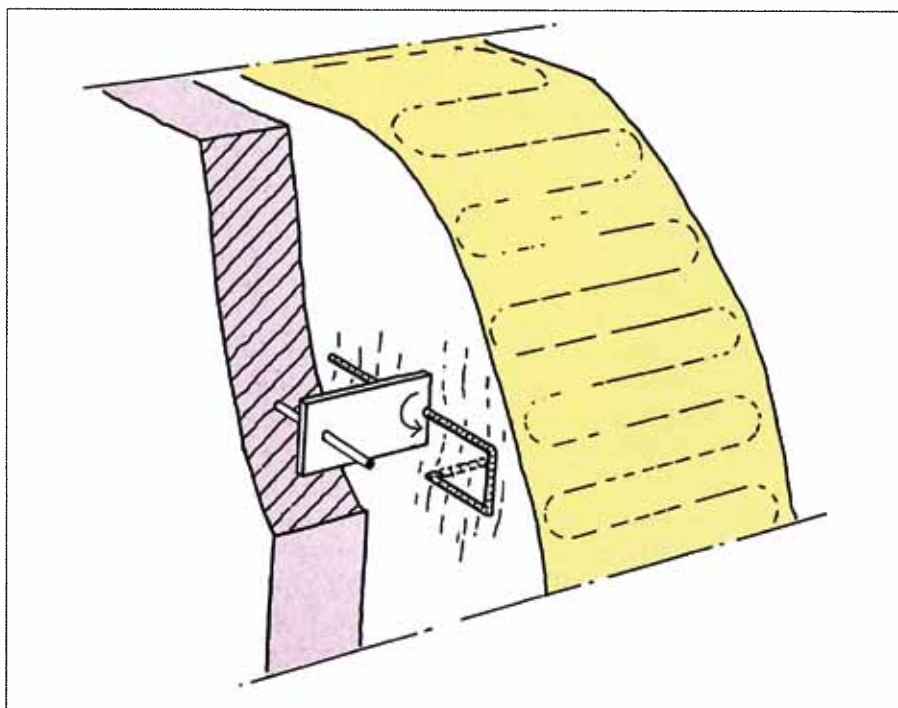
ningen mot cementet så kan rörelser i viss mån upptas. En annan lösning av detta problem är att fixera dubbarna med smältlim, som bildar en eftergivlig gummimassa vid hårdhandet.

Dold infästning:

- * Dubbar i hål i plattkanten.
- * Dubbar i spår i plattkanten
- * Plattstål eller brickor i spår.

Synlig infästning:

- * Genomgående bult med synlig skalle/mutter på plattans framsida.
- * Synlig skena/ram.



39. Kramlan kan förses med anordning för inhållning av isolering, här i form av en bygel som träs genom ett hål i kramlan.

Inhållning av isolering

Många gånger kan det vara lämpligt att kombinera stenens infästning med inhållning av värmeisolering. De vanliga standardkramlorna kan förses med clips eller liknande för detta ändamål. Se fig 39. Man måste då dimensionera kramlorna för den extra belastning som isoleringen kan utgöra samt ta hänsyn till att hål o d i kramlan utgör en försvagning. Dimensioneringstabellerna på sid 24 och 25 tar ej hänsyn till detta.

Val av infästningsmetod

Val av metod för infästning måste göras efter en teknisk och ekonomisk totalbedömning av hela väggkonstruktionen. Redan vid konstruktionen av byggnadens stomme bör stenfasadens infästningssystem studeras. Genom att anpassa stommen till stenmonteringssystemet kan totalkostnaden hållas nere. För hjälp att

lösa dessa frågor kan särskilt sakkunnig anlitas.

Naturstenen är ett material med stora anpassningsmöjligheter. Plattorna måttillverkas för varje objekt. Detta innebär stora möjligheter till individuell gestaltning men kräver också ett för varje objekt anpassat monteringssystem. Systemet byggs

upp efter varje byggnads egna förutsättningar. Projektören bör därför noggrant sätta sig in i de principer som gäller för en stenfasads uppförande.

Nedan visas några vanliga kombinationer av bygg- och monteringssystem. I vissa fall används även flera system i kombination med varandra.

Byggsystem Monteringssystem	Platsgjuten betong	Stålstomme	Pelare/balk betong	Utfackning trä/stål	Prefab betong	Sid
Traditionell montering	**				*	22
Expanderbultinfästning	**				**	26
Skensystem		**	**	*		27
Prefab element					**	30

** Lämplig kombination * Användbar kombination

Traditionell montering

Det system som vi här beskriver som traditionell montering förutsätter en **massiv stomme av betong, lättbetong, tegel** i vilken kramlor för bärning och hållning av plattorna infästas. Betongstomme kan antingen vara platsgjuten eller prefabricerad.

I princip ska **varje platta bäras av två bärkramlor och hållas inne i ytterligare två punkter**. Undantag från denna regel kan göras då plattorna har upplag eller då små eller smala plattor används.

Fastsättning i bakmur

Stenplattorna fästs med hjälp av kramlor, som gjuts fast i ursparade eller uppborrade hål i den bärande bakmuren. I speciella fall kan det vara lämpligt att fästa kramlan i den bärande stommen i samband med dennas uppförande.

I den bärande bakmuren ska kramlan, utom vid lättbetongvägg, vara helt kringgjuten med bruk. Hålet i bakmuren bör ha en diameter som är

ca 10 mm större än kramlans största tvärmått. I betong- och tegelmur ska kramlans ingjutningslängd i regel vara minst 80 mm för kramlor typ Bh och Bv och 100 mm för kramlor typ Bf. I lättbetongmur ingjuts kramlan minst 100 mm i ett extra stort hål, diameter 45 mm, så att lasten från kramlan via ingjutningsbruket förs över på en relativt stor yta i bakmuren. Hålets yttre ände ska då lämnas fri från bruk till ett djup av ca 20 mm.

Då håltagning måste göras med tryckluftverktyg, t ex i betongmur, bör muren ha sådan tjocklek att håltagning kan utföras utan risk för utspjälkning på insidan. Håltagning för kramlor bör normalt inte utföras närmare hörn än 70 mm.

Vid konstruktionen av betongstommen bör hänsyn till steninfästningarna tas så att det finns armeringsfria zoner där hål för kramlor kan borras utan att skada armeringen. Detta är särskilt viktigt vid statiskt hårt belastade delar, exempelvis pe-

lare.

Vid dimensionering av kramlor bör ingjutningens hållfasthet beräknas, förutom kramlans. Som riktvärden kan anges att kramlor typ Bh och Bv, med en anliggningsbredd mot ingjutningsbruket av 4-5 mm och en hävarm på maximalt 200 mm, med hänsyn till påkänningen i ingjutningsstället, högst får belastas med:

80 kg vid betongmur

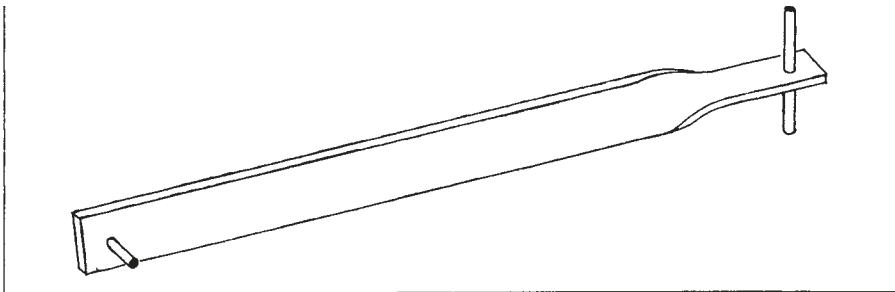
50 kg vid tegelmur

40 kg vid lättbetongmur vid max 100 mm hävarm.

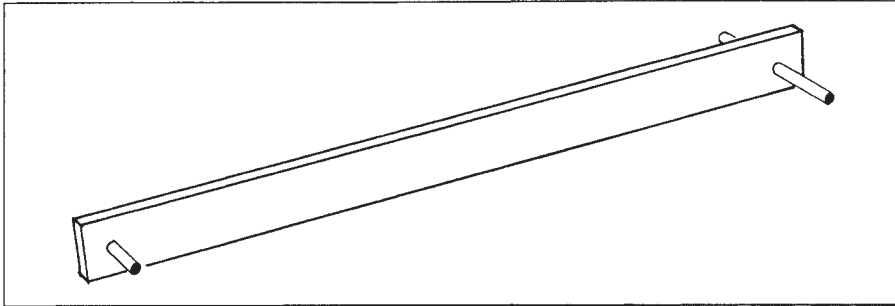
Kramla typ Bf med en tryckfördelande platta kan ta upp större belastningar än ovan angivna. Plattan får vanligen också fortsätta utanför vägglivet för att tjänstgöra som förstärkning. På så vis kan tyngre plattor bäras och en sidoförstyvning erhålls även. Observera att denna krammeltyp kräver stora hål i betongstommen, varför de endast bör användas i speciella fall. De bör helst gjutas in i ursparade hål.

Krammetyper

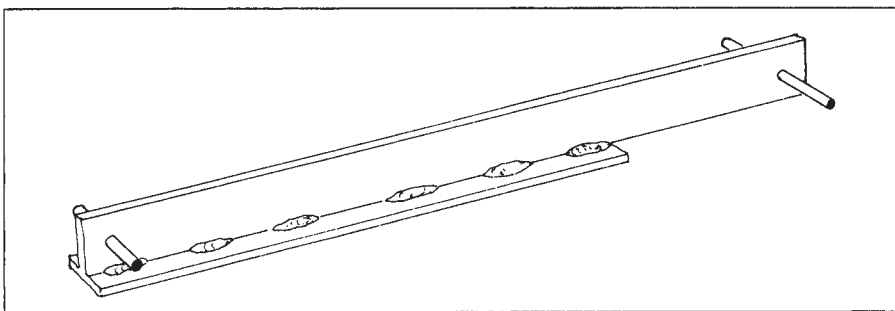
Kramlor definieras med beteckning, tvärsnitt och längd. Ex: Bh 25x5x280.



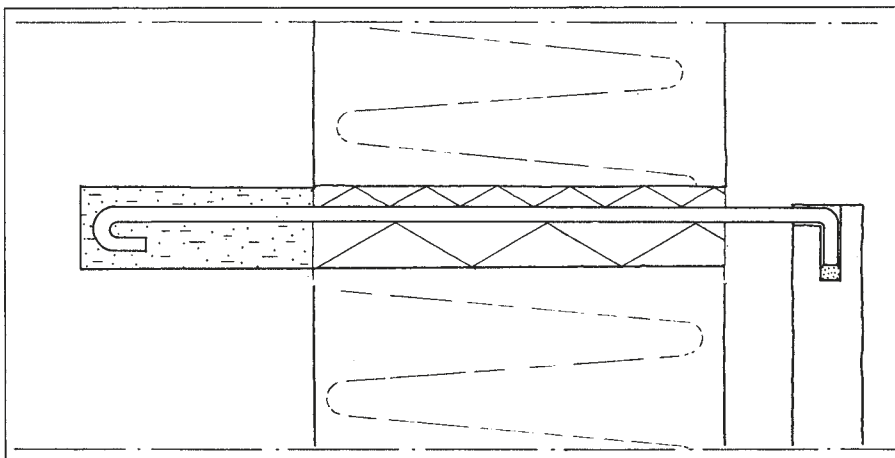
40 Kramla Bh



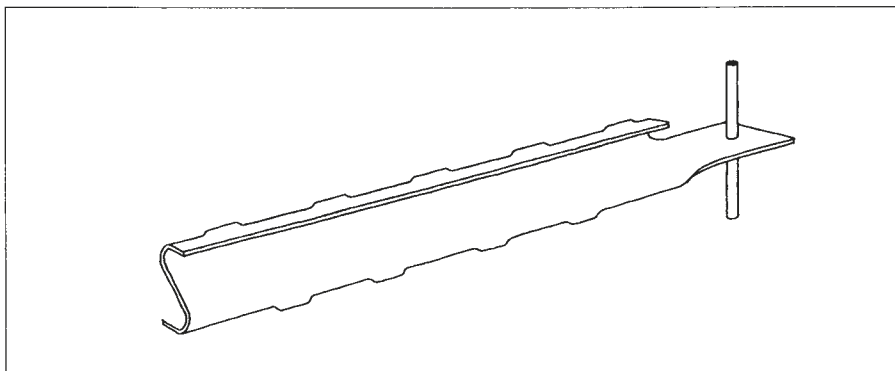
41. Kramla Bv eller Hp



42. Kramla Bfv



43. Kramla Ht



44. Specialkramla med S-profil, tillverkad av plåt

Bärkramlor

Typ Bh

Typ Bh är en bärkramla av plattstång, som omvridits 90 grader i den fria änden. Den anbringas i beklädnadens horisontalfogar (liggfogar). Den fungerar vanligen även som hållarkramla för undervarande platta.

Typ Bv

Typ Bv är en bärkramla av rak plattstång. Som kombinerad bär- och hållarkramla anbringas den i beklädnadens vertikalfogar (stötfogar).

Typ Bf

Typ Bf är en förstärkt bärkramla, som består av ett vertikalt och ett horisontellt plattstål. Som regel bärs plattan av det vertikala stålet. (Bfv-kramla), som anbringas i stötfogen. I vissa fall kan i stället det horisontella stålet dras ut för bäring horisontalfogen (Bfh-kramla).

Hållarkramlor

Typ Hp

Typ Hp är en hållarkramla av rak plattstång, som används i antingen vertikal- eller horisontalfog. Förutom de dimensioner som anges för bärkramla Bv tillverkas den i dimensionerna: 16,5x3, 15x4 och 20x3 mm.

Typ Ht

Typ Ht är en trådkramla med ca 5 mm diameter. Den anbringas som regel i den fria överkanten på den stenplatta som avslutar beklädnaden uppåt.

Specialkramlor

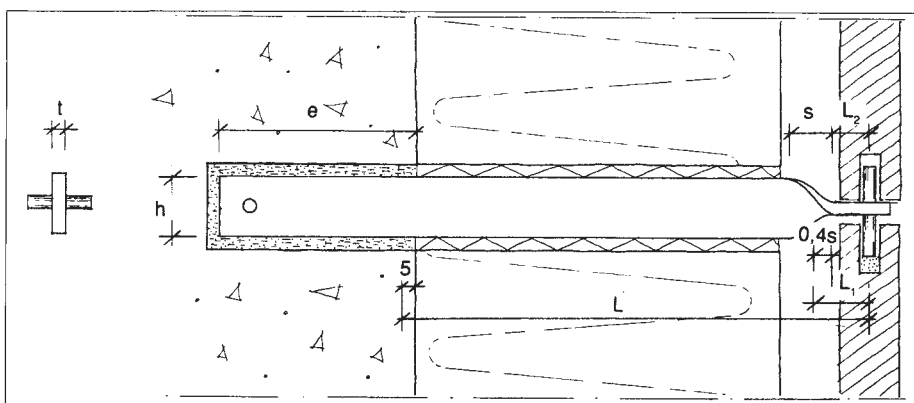
För speciella ändamål kan det vara nödvändigt att konstruera andra typer av kramlor. De rekommenderade stålqualiteterna SS 14 23 24 och SS 14 23 43 bör användas i så stor utsträckning som möjligt.

För upprättande av monterings-system och dimensionering av specialkramlor bör särskilt sakkunning anlitas.

Dimensionering av bärkramlor

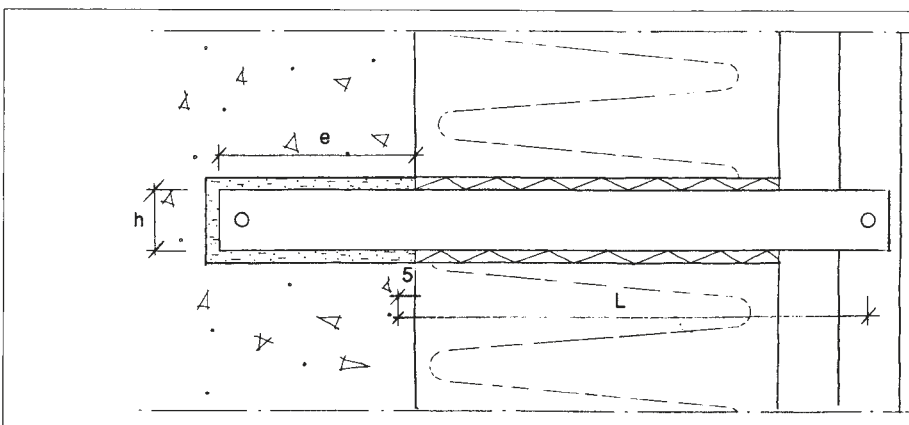
Nedanstående tabeller förutsätter stålqualität SS 14 23 24 med en lägsta sträckgräns (0,2-gräns) av 420 MPa

Högsta tillåtna last i KN för kramla Bh vid olika hävarmar.											
Tvärmått h x t	Hävarm L ¹	Last i KN									
		Hävarm L i mm									
i mm	i mm	50	90	100	125	150	170	200	210	230	250
20 x 4	28	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,45	0,35	-	-	-
20 x 5	28	0,80	0,80	0,80	0,75	0,60	0,55	0,42	0,40	0,30	0,20
25 x 5	30	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40



45. Dimensionerande mått i mm för kramla Bh. L = hävarmen, $h = s$ = kramlans största tvärmått. $L1 = L2 + 0,4s$, e = ingjutningslängd (vanligen min 80), t = kramlans tj.

Högsta tillåtna last i KN för kramla Bv vid olika hävarmar.											
Tvärmått h x t	Last i KN										
	Hävarm L i mm										
i mm	50	90	100	125	150	170	200	210	230	250	
20 x 4	0,80	0,80	0,75	0,60	0,50	0,45	0,35	-	-	-	
20 x 5	0,80	0,80	0,80	0,75	0,60	0,55	0,45	0,40	0,30	0,20	
25 x 5	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	



46. Dimensionerande mått i mm för kramla Bv. L = hävarmen, h = kramlans största tvärmått, e = ingjutningslängd (vanligen min 80)

Dimensionering av kramlor utförs enligt gällande bestämmelser i Nybyggnadsreglerna. Hänsyn tas härvid till plattornas vikt, hävarmens längd, ev belastning från andra byggnadsdetaljer, vindlast, etc.

Bärkramlor ska för vanligt belastningsfall (beklådnadens egen vikt samt aktuell vindlast) dimensioneras med säkerhetsfaktorer enligt Nybyggnadsreglerna. Dessa beräknas på stålets lägsta sträckgräns (0,2-gräns). Kramlor av stål med olika sträckgräns, vilka används på samma bygge, ska särskiljas.

Vid dimensioneringen räknas **endast två kramlor per platta som bärande**. Detta innebär vid kramling i stötfogarna, sidokramling, att varje bärkramla belastas med halva tyngden av varje av de båda plattorna på ömse sidor om fogen. Om plattorna väger lika mycket bär varje kramla tyngden av en platta. De andra två kramlorna i plattans övre del fungerar som hållarkramlor och kan vara klenare.

Kramlans nedböjning är en viktig faktor som måste beaktas vid dimensioneringen. Vid långa hävarmar är det ofta denna som är den avgörande faktorn. **Större nedböjning än 2 mm bör ej tillåtas**. Detta för att risk inte ska föreligga att plattan, eventuellt via kramlan, belastar undervarande platta.

Standardkramlor

Vid kramling i liggfogar, underkramling, är det två kramlor som bär varje platta och som samtidigt tjänstgör som hållarkramla för undervarande platta. Varje kramla belastas alltså med halva plattans tyngd.

Vanligen tillåter sidokramling snabbare monteringstakt, men plattorna får, vid användning av de vanliga Bh- och Bv-kramlorna inte väga över 80 kg. Vid underkramling kan tyngre plattor (160 kg) monteras med dessa kramlor. Ofta är det andra faktorer som styr valet av krammeltyp, som hanterbarhet, fönsterplacering o d.

Hävarmen räknas från plattans

i bak-muren då denna är av betong och 20 mm in vid lättklinkerbetong.

Skisserna 45-47 visar de dimensionerande måtten på kramlorna.

Tabellerna 1, 2 och 3, liksom nedanstående diagram, kan vara till hjälp vid dimensionering av bärkramlor.

Specialkramlor

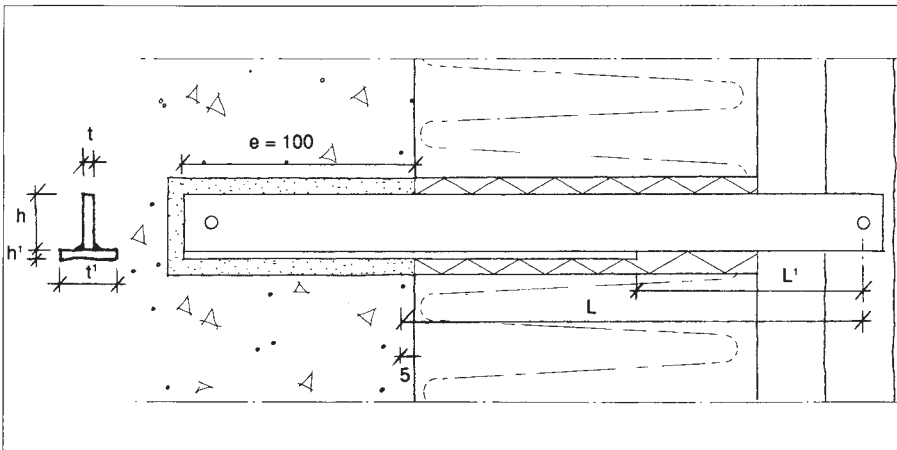
Utöver ovanstående standardkramlor finns andra typer av olika tillverkning. En del tillverkas av plåt, som pressas till rör- eller S-profil medan andra är utförda av plattstål. Leverantörerna av dess kramlor tillhandahåller vanligen tabeller som kan ligga till grund för dimensioneringen. Man bör kräva att sådana kramlor ska vara utförda av syrafast, rostfritt stål, vilket de vanligen är. Kramlor från utländska tillverkare är dock ofta gjorda av stål med lägre hållfasthet, vilket medför att dimensionerna blir grövre.

Vid konstruktion av egna kramlor bör man tänka på att stålet SS 14 23 24 endast finns i ett begränsat antal dimensioner. Andra syrafasta, rostfria stålqualiteter finns med t ex L-profil, men de har vanligen lägre böjdraghållfasthet.

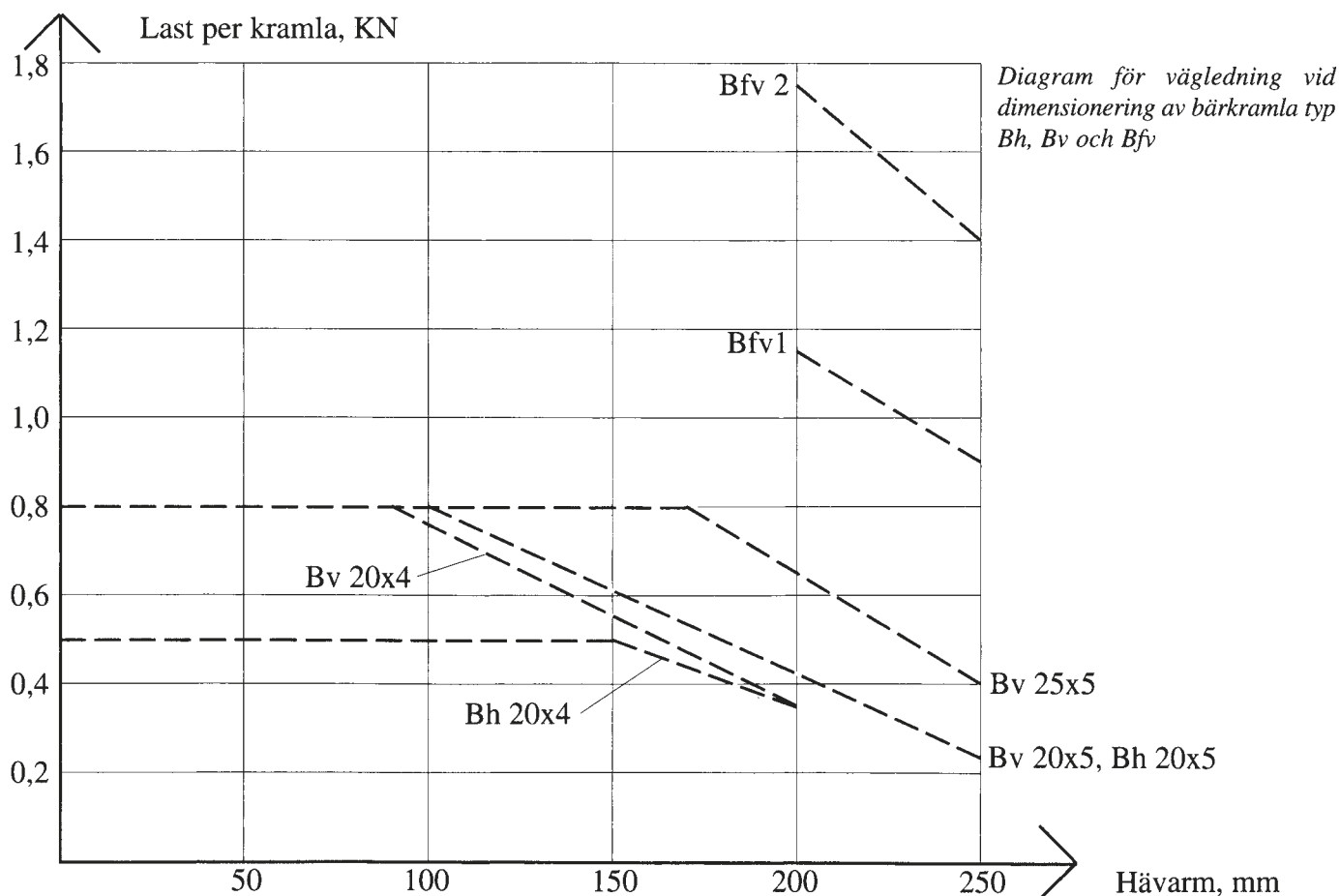
Högsta tillåtna last i KN för kramla Bfv vid olika hävarmar.

Typ	Mått i mm					Last i KN Hävarm L i mm		
	t	t'	h	h'	L'	200	220	250
Bfv 1	5	15	25	3	100	1,15	1,05	0,90
Bfv 2	5	25	25	5	60	1,75	1,60	1,40

Tabell 3



47. Dimensionerande mått för kramla Bfv. Kramla typ Bfv används vanligen vid montering av tunga plattor med lång hävarm. Tabell 3 avser sidokramling med den vertikala skänkeln utdragen i beklädnadens stöfogar (Bfv). Kramla Bf kan också varieras så att den liggande, horisontella skänkeln dras ut i liggfoggen (Bfh). I sådant fall måste särskild beräkning av denna skänkels hållfasthet göras, beroende av hur långt ut den dras. Denna variant kräver noggrann sammansvetsning av de båda delarna. Se Byggsvetsnorm.



Expanderbult och kemisk förankring

Expanderbultar

Expanderbultar används för infästning av konsoler som antingen bär plattorna direkt eller som bär sekundära bärverk i form av skenor, *se sid 27*. Dessutom används de för direkt infästning av naturstensfasader med vinklar mot betong, huvudsakligen då hävarmen från bakmuren till stenen är kort. Bakmuren förutsätts då ha endast små avvikelser från fasadlivet. Exempel på sådant underlag är prefabricerade sandwichelement samt äldre fasader som förses med ny stenfasad. Justeringen ut och in från fasadliv ordnas vid sådan montering i allmänhet med mellanläggsbrickor. För att man inte ska riskera att bulten i expandern gängas ut för långt bör den utformas som en pinnbult och monteringsdetaljen fästas vid denna med mutter.

Plattor som hänger i tak monteras också ofta med expanderbultar, *se sid 39*.

Jämfört med montering med tradi-

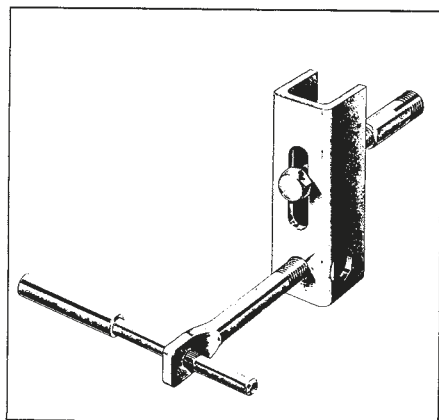
tionella kramlor kräver expandrarna mindre borrhål. Detta medför snabbare montering och mindre påfrestning för montören. Dessutom är man inte lika beroende av armeringens läge i betongen.

Expandrarna kan ta upp både dragkrafter (utdragskrafter) och tvärkrafter (här vertikalkrafter). Den kraftupptagande förmågan varierar mellan de olika typerna. Typgodkännade från Boverket finns för de flesta expandrarna och leverantörerna tillhandahåller monteringsanvisningar som i tabeller anger vilka krafter de får belastas med, hur nära betongkanter de får monteras, etc. Expanderns pinnbult kan oftast inte uppta de moment som krävs för bäring av sten. De används därför vanligen för montering av konsoler o d mot betongen. Dessa tar upp vertikalkrafterna från beklädnaden och överför dem till stommen via expanderbultarna.

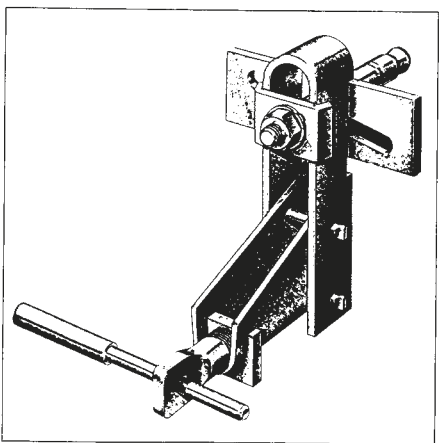
Expandrarnas båda delar, hylsa och bult, ska vara tillverkade av rostfritt, syrafast stål.

För montering i lättklinkerbetong och liknande material finns speciella nylonexpandrar med rostfri bult.

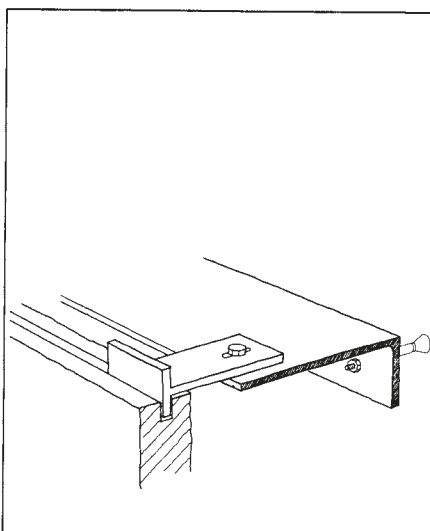
Expandrar som monteras i natursten tål i regel ej lika stor belastning som när de monteras i betong, varför tillåtna belastningsvärden i tabellerna vid sådan montering måste reduceras.



48. Hållarkramla



49. Bärkramla



50. Vinkelskena monterad med expanderbultar i bakmuren. Stenen fixerad med profiler i sågspår.

För dimensionering av förband med expandrar hänvisas till tillverkarens rekommendationer.

Momentnyckel används för åtdragning enligt leverantörens anvisningar.

Kemisk förankring

Infästning med kemisk förankring liknar till sitt verkningssätt epanderinfästning.

Två typer av kemisk förankring används. I det ena fallet ligger plast, härdare och ballast separerade från varandra i en glasampull. Denna förs in i ett uppborrat hål varefter en pinnbult, med hjälp av en slagborrmaskin, drivs in i hålet. Ampullen krossas och ingredienserna blandas härvid. Bulten lämnas sedan och får härda fast. (**Kemiskt ankare**). De flesta kemankare är typgodkända av Boverket.

Vid den andra typen av kemisk förankring sprutas plastmassan in i det uppborrade hålet. För detta ändamål används en specialspruta där ingredienserna blandas. (**Injekteringsankare**). Innan massan härdar kan sedan olika former av infästningar, som bultar, kramlor o d tryckas in. De får dock ej vara släta eller feta då detta medför dålig vidhäftning. Injekteringsankare kan även användas i lättklinkerbetong o d. Vid användande av denna metod för infästning i material med hålrum, som håltegel eller betonghålsten används en speciell näthylsa i hålet.

För båda dessa metoder gäller att hålet ska vara väl rengjort bormjöl. Först rengöres med borste varefter hålet renblåses. Kemankare tål fukt och kan t o m monteras under vatten, medan injekteringsankare inte får monteras i hål med fritt vatten.

Även kemiska förankringar ska dras med momentnyckel enligt leverantörens anvisningar.

Vid användning av kemisk förankring bör man även tänka på att brandkrav kan öka de monteringsdjup som anges av leverantören.

Skisserna på denna sida visar några exempel på montering av stenfasad med expanderbult. Kemisk förankring används på motsvarande sätt.

Sekundära bärverk

Sekundära bärverk för infästning av naturstensfasader kan antingen vara typsystem, "byggsatser" med färdiga monteringsdetaljer, eller objektanpassade system. Vanligen utförs de ytterst liggande detaljerna av rostfritt, syrafast stål, kvalitet SS 14 23 24 eller SS 14 23 43, medan de delar som ligger längre in i konstruktionen utförs av rostfritt stål med lägre kvalitet eller av galvaniserat stål.

System med skenor av aluminiumprofiler förekommer även.

Montering med skensystem används vanligen då det är svårt att finna lämpliga infästningspunkter i byggnadens stomme. Detta kan bero på en tjock, utvändig värmeisolering, kanske med en utvändig vindskyddsskiva eller på att stommen består av pelare och balkar med mellanliggande utfackningsväggar som inte är av sådan konstruktion att de lämpar sig för stenmontering. Sådana konstruktioner blir allt vanligare i takt med ökade krav på värmeisolering.

Byggnadens bärande stomme är i dessa fall vanligen av betong eller stål. Skensystemen utgör ett sekundärbärverk, vars uppgift är att överföra lasterna från naturstensbeklädnaden till stommen.

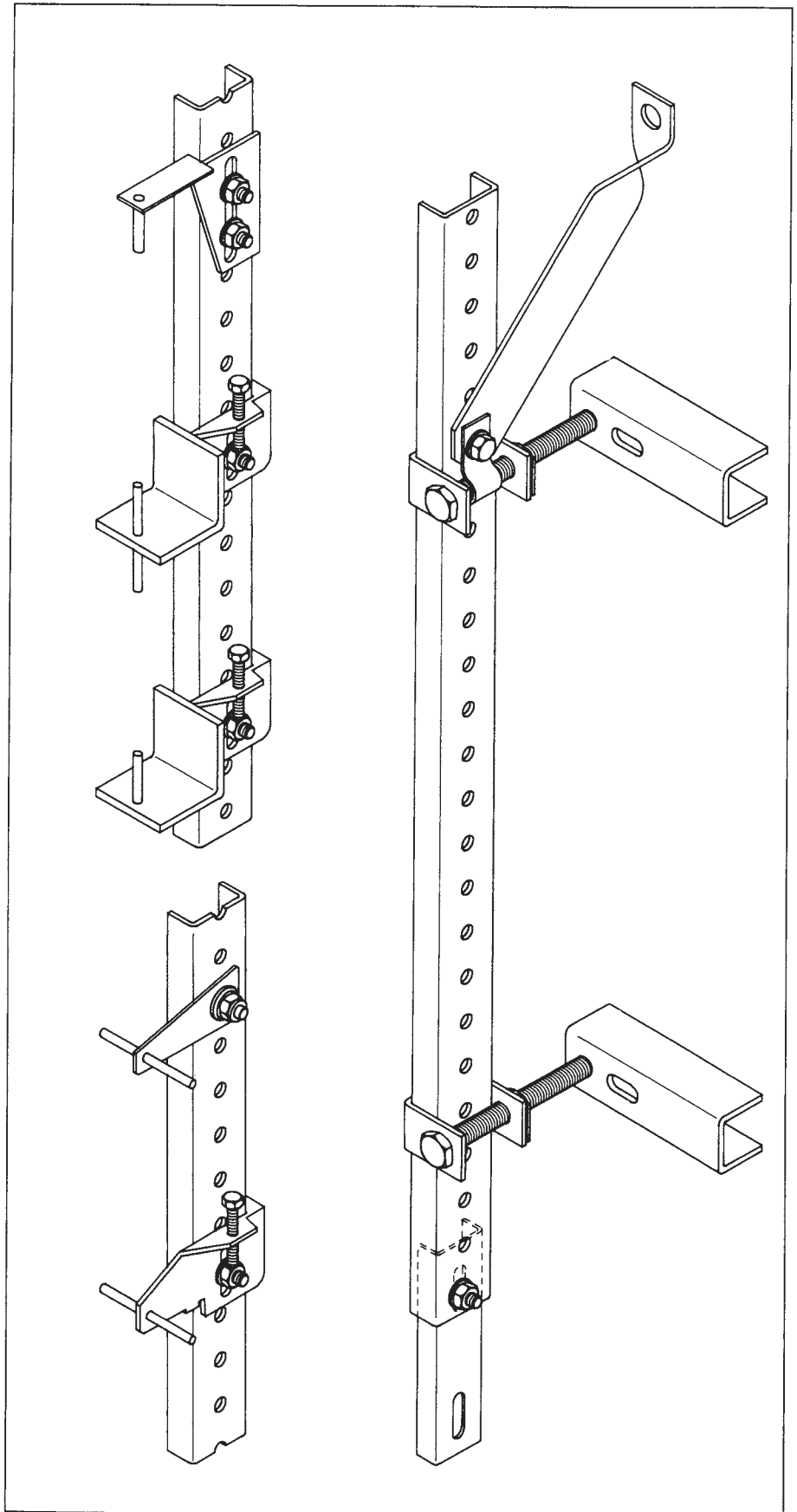
Typsystem

Typsystemen består i allmänhet av konsoler, avsedda att fästa i betong, antingen med expandrar eller i ingjutna ankarskenor. Konsolerna bär ett system med skenor, som oftast löper vertikalt utefter fasaden. På skenorna skruvas korta kramlor som förankrar stenen med tvärgående dubbar i plattkanterna. Justeringsmöjlighet ordnas med hjälp av skruvförband och avlånga hål i monteringsdetaljerna eller genom olika gängade detaljer.

Fördelen med dessa system är att det finns en färdig "byggsats" som täcker de flesta situationer och där dimensioneringen kan avläsas direkt i tabeller. Leverantören kan också ofta ställa upp med tekniska råd när det gäller detaljutformningen.

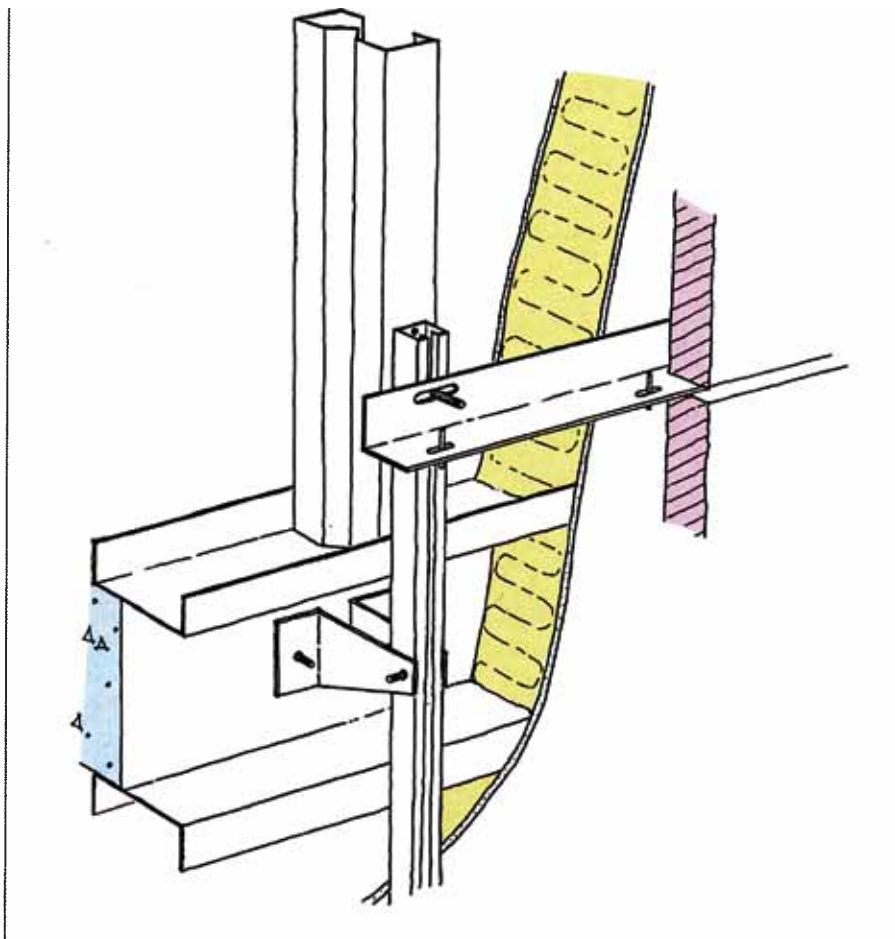
Den största nackdelen är priset, som blir relativt högt på grund av

Skensystem

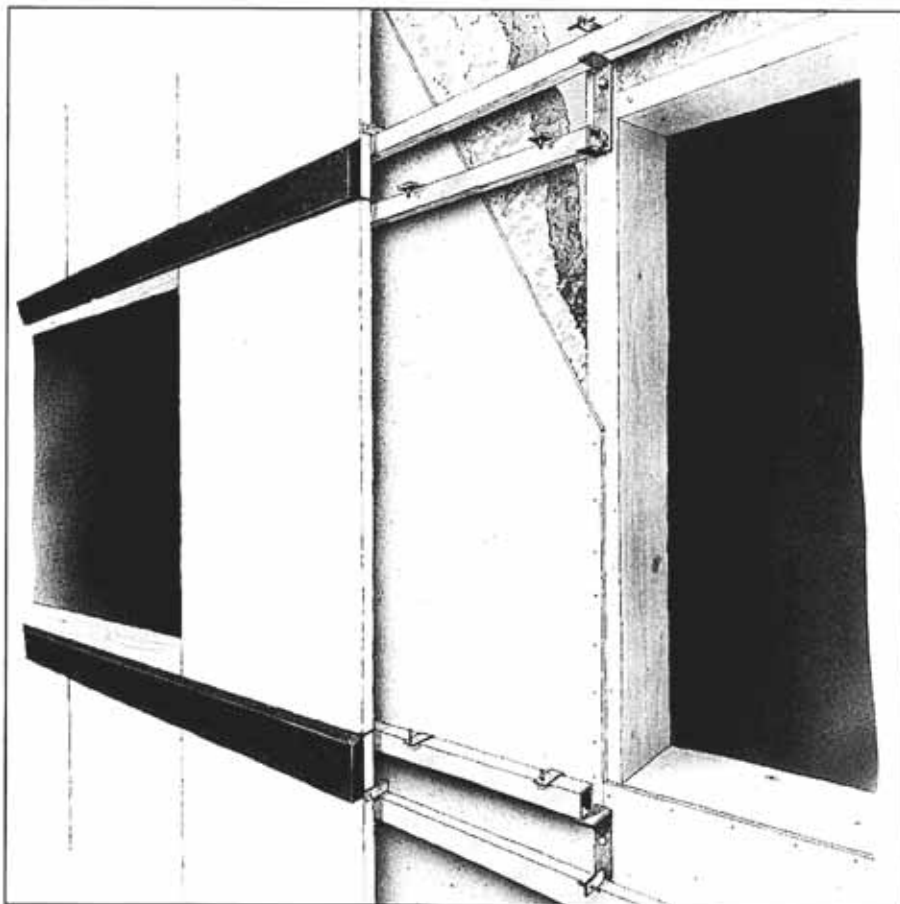


51. Infästning av stenplatta

Infästning av skena i bakmur



52. Exempel på uppbyggnad av objektpassat skensystem med ankarskenor infästade i plåtreglar och bjälklagskant. Stenen monteras på vinkeljärn med dubbar.



53. Horisontella fyrkantprofiler monteras med konsoler och fransk träskruv i trästomme. Stenen monteras på kramlor som svetsas mot fyrkantprofilen.

många komplicerade detaljer. Systemen innebär dock en förhållandevis snabb montering, åtminstone när montörerna fått in vanan, vilket kan spara in den höga materialkostnaden.

Objektpassade system

Sekundära bärverk, skensystem, som anpassas till det aktuella objektet blir allt vanligare. Konsoler monteras antingen direkt i byggnadens bärande stomme eller i en utfackningsvägg. På konsolerna monteras sedan skenor, vanligen med bultförband. Korta kramlor, som bär stenen, fästs vid skenor, antingen med bultförband eller genom svetsning.

Plattorna kan även monteras direkt på skenor och låsas med en utanpåliggande list eller förankras i slitsar i plattkanterna.

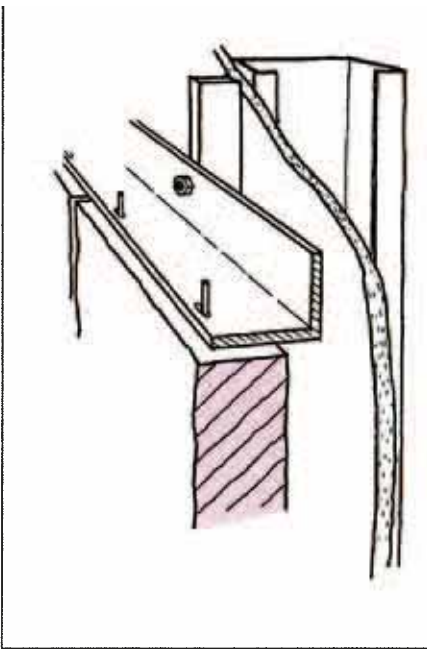
Observera att **skenor i fasadsystem ej får vara för långa**. De kan då krökas vid de höga temperaturer som uppstår när solen värmer fasaden. Skarvar mellan skenor kan konstrueras så att de upptar sådana rörelser.

De **yttre delarna** av bärsystemet, ofta kramlor och skenor, tillverkas av **rostfritt, syrafast stål** medan de inre delarna kan utföras med enklare rostskydd beroende på miljöklass och myndigheternas krav. Man måste därvid vara observant på risken för galvanisk korrosion mellan olika metaller. Förband mellan olika metaller bör förläggas i så torr miljö som möjligt. Bultar o d tillverkas av den ädlare metallen, (rostfritt stål) och direkt kontakt mellan metallerna undviks genom mellanlägg. **Olika metaller får aldrig svetsas samman.**

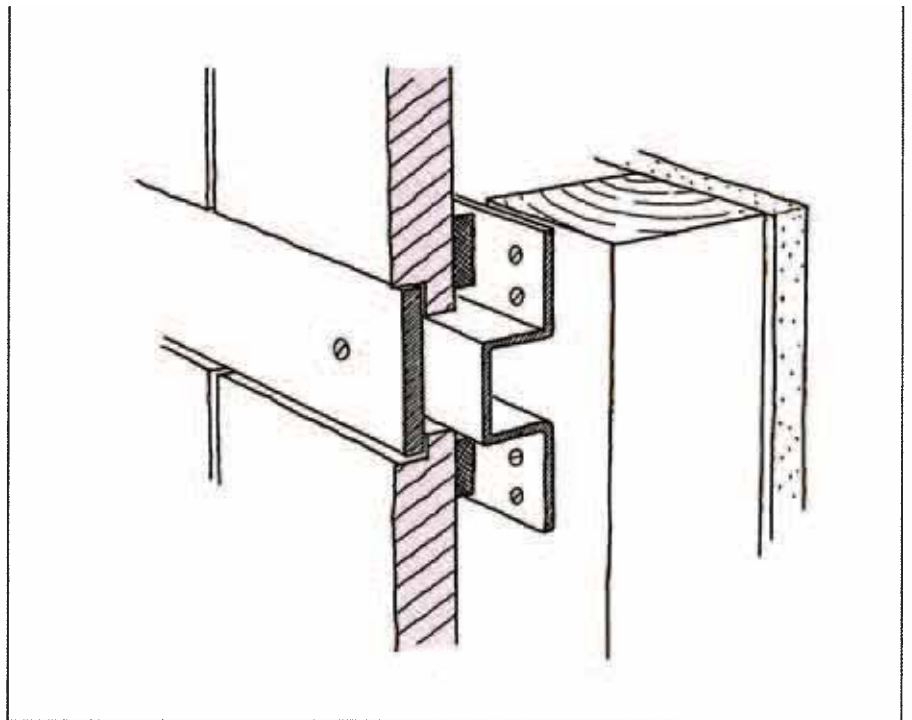
Svetsning av den yttersta kramlan till en skena eller annat bärverk ger en steglös justering av kramlans läge samtidigt som den sitter fixerad och kan belastas direkt efter monteringen. Det ställs dock stora krav på svetsfogens hållfasthet. Den bör dimensioneras av konstruktör, som därmed också anger svetsens längd. Onödigt långa svetsfogar fördröjar konstruktionen och kan ge upphov till deformationer.

Svetsning av rostfritt stål kräver särskild utbildning

Beträffande infästning av skensystem i trä, *se sid 34.*



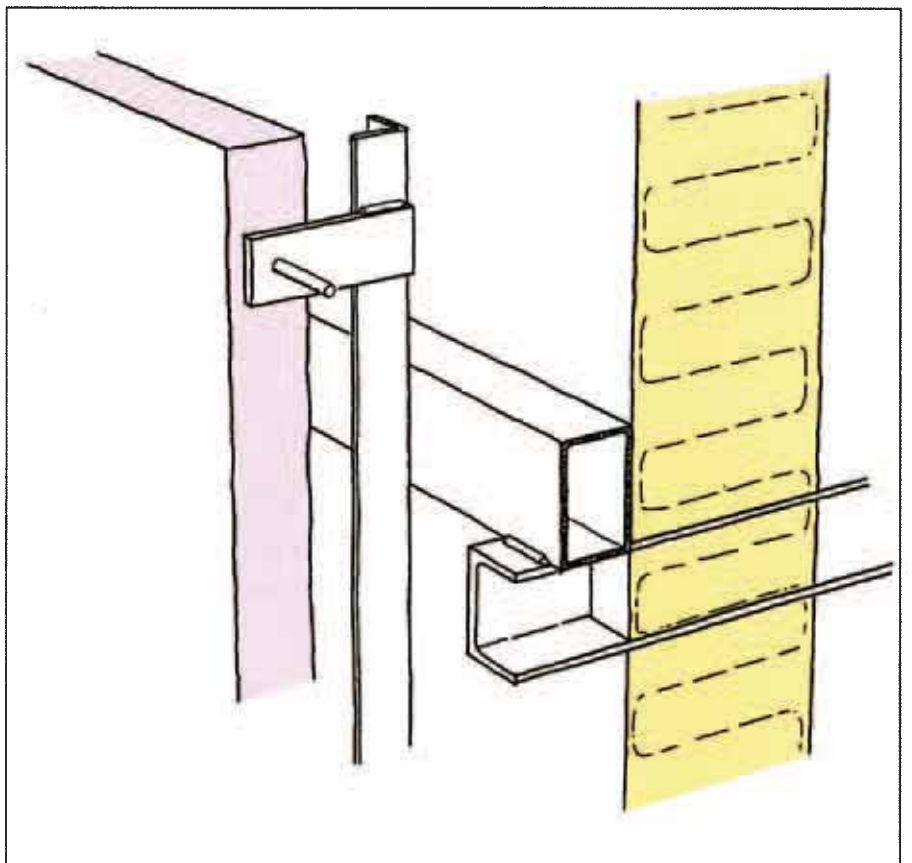
54. Infästning i plåtreklar i utfackningsvägg. Vertikala ankarskenor skruvas genom vindskyddsskivan fast i plåtreklarna med rostfri plåtskruv. Rostfria vinkeljärn fästs i ankarskenorna med ankarbult. Stenplattorna fästs i vinkeljärnen med dubbar i avlånga hål. Skenorna justeras mycket noggrant i läge före sten-monteringen.



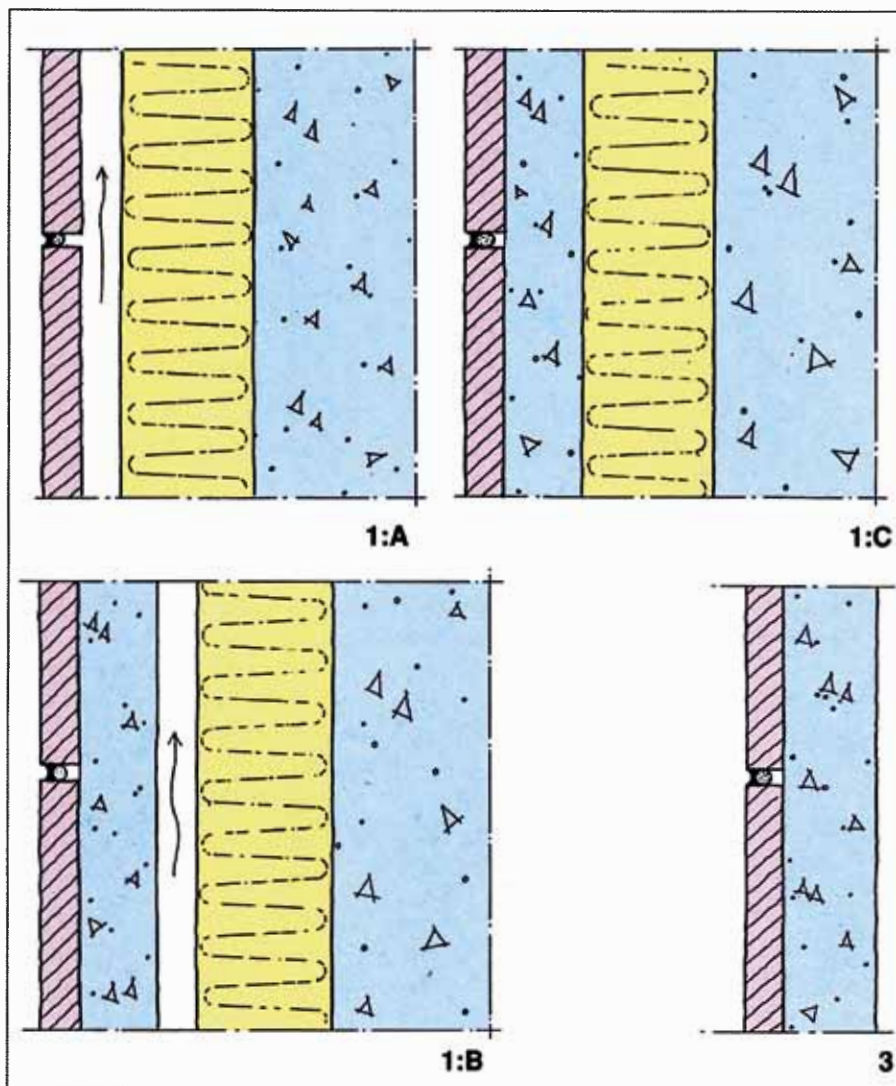
55. Horisontella skenor i form av hattprofil bär stenen. Skenorna monteras i detta fall med skruv i träregelstomme, men kan också monteras i andra stommaterial. Plattorna hålls i läge av utanpåliggande, rostfria plattstål som skruvas i profilen. Plattstålet är här försänkt i plattkanten men kan också läggas utanpå stenen om den är jämntjock. Tjockleksvariationer tas upp av cellgummilist mot skenan.



56. U-balk från byggnadens stomme utgör upplag för fyrkantrör, som svetsas fast. I detta fästs vertikalt L-stål med självborrande skruv. Stenen monteras med kramlor som svetsas mot L-stålet.



Element av betong



57. Olika typer av betongelement med natursten.

Detta häfte beskriver huvudsakligen naturstensfasader som ventilerade beklädnader. Fasadelement av betong kan också förse med natursten som fasadmateriäl, oavsett om elementen är bärande eller enbart beklädnadselement.

Elementen kan indelas i följande typer:

1 Stomelement

Dessa utgör en integrerad del i byggnadens konstruktiva uppbyggnad.

1:A Element uppbyggda med ventilerad luftspalt direkt bakom naturstensbeklädnaden.

1:B Sandwichkonstruktion med luftspalt bakom den yttre betongskivan.

1:C Sandwichkonstruktion utan yttre luftspalt.

2 Utfackningselement

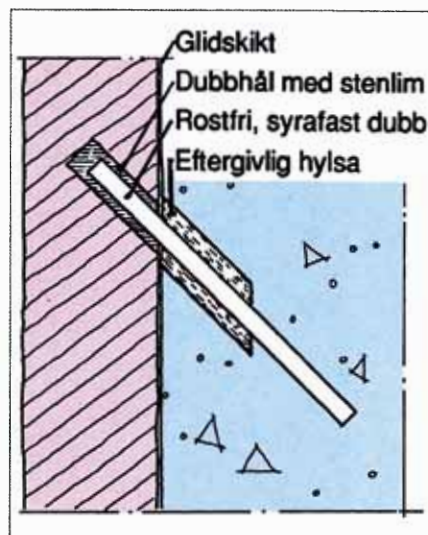
Dessa utgör en klimatbarriär som inte är någon del i byggnadens konstruktiva uppbyggnad.

3 Beklädnadselement

Dessa fungerar endast som ytterfasad och "regnkappa".

Vid beklädnad på element måste hänsyn tas till materialens olika tekniska egenskaper. För att undvika problem orsakade av rörelser på grund av temperaturvariationer, betongkrympning o d strävar man efter att montera fasadplattorna så oberoende av betongen som möjligt.

Naturstenen som ytskikt på fasadelementet kan antingen vara motgjuten eller försedd med luftspalt.



58. Dubbinfästning av platta i betongelement. Eftergivlig hylsa på dubben och folie mot betongen medger rörelser.

Motgjuten beklädnad

När det gäller sten på betongelement har de flesta fasaderna i Sverige utförts motgjutna. Erfarenheterna från detta system är goda. Endast när det gäller montering av viss stensorter, som kan vara känsliga för salter, kan problem uppstå, se nedan.

Motgjutna beklädnader utförs så att vidhäftning mellan sten och betong ej uppstår. De två materialskikten har olika rörelser på grund av temperatur, fukt, betongkrympning och andra yttre laster. Vidhäftningen kan exempelvis upphävas genom bestrykning av plattornas baksidor eller genom att plastfolie inläggs som skiljeskikt.

Betongmassan bör även hindras att tränga in i fogarna mellan plattorna vid gjutningen. Detta kan ordnas genom inläggning av skumplastlist i fogen eller genom att den täcks med bred tejp på plattornas baksidor. Plastfolie inlagd för att upphäva vidhäftningen skyddar även fogarna.

Vissa stensorter, t ex en del kalkstenar och sandstenar kan skadas av salter från betongen och vissa kan kröka sig vid ensidig anfuktning. Skiljeskiktet mellan sten och betong bör vid sådana stensorter utföras så att det förhindrar vattengenomträngning.

Plattformaten kan med fördel göras något mindre än vid ventilerad



59. Montering av bärande betongelement typ 1:C, med fasadbeklädnad av kvartsit. Färdig byggnad, se sid 10.

beklädnad, va 0,2 - 0,8 kvm. Små plattor av marmor, kalksten och skiffer kan vara ekonomiskt fördelaktiga.

Varje platta måste **förankras mekaniskt** i betongskivan på ett sådant sätt att **fri rörelse** tillåts. Den vanligaste metoden att infästa plattorna är med rostfria, snedställda dubbar som insätts i plattans baksida, *se fig 58*

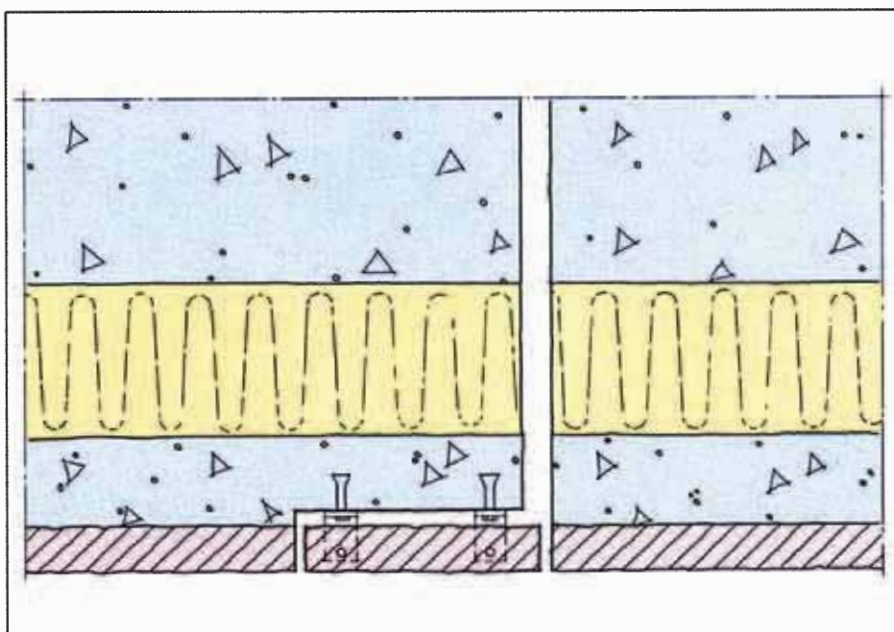
Dubben förses med en hylsa av eftergivligt material närmast stenplattan för att tillåta smärre rörelser. Den fästes i stenen med stenlim (härplast). Dubbarna dimensioneras från fall till fall. Vid normala plattstorlekar (0,2 - 0,8 kvm) brukar 4 dubbar per platta med diameter ca 5 mm vara tillräckligt.

Beklädnad med luftspalt

Att åstadkomma en fasadbeklädnad med luftspalt på ett betongelement medför två tekniska problem. Det ena är att förbinda de båda skikten så att bäring av stenplattorna erhålls. Det andra är att åstadkomma en luftspalt i en liggande gjutform.

För förankring av stenplattorna används kramlor, som dimensioneras från fall till fall. Specialkramlor måste ofta användas vid elementens kanter.

Som luftspaltbildare kan torr, jämnkornig sand användas under tillverkningen. Sanden rinner ut när elemen-



60. I skarven mellan element kan ursparing göras för platsmontering av passplatta, varigenom fogen i stenbeklädnaden kan göras något mindre än elementfogen.

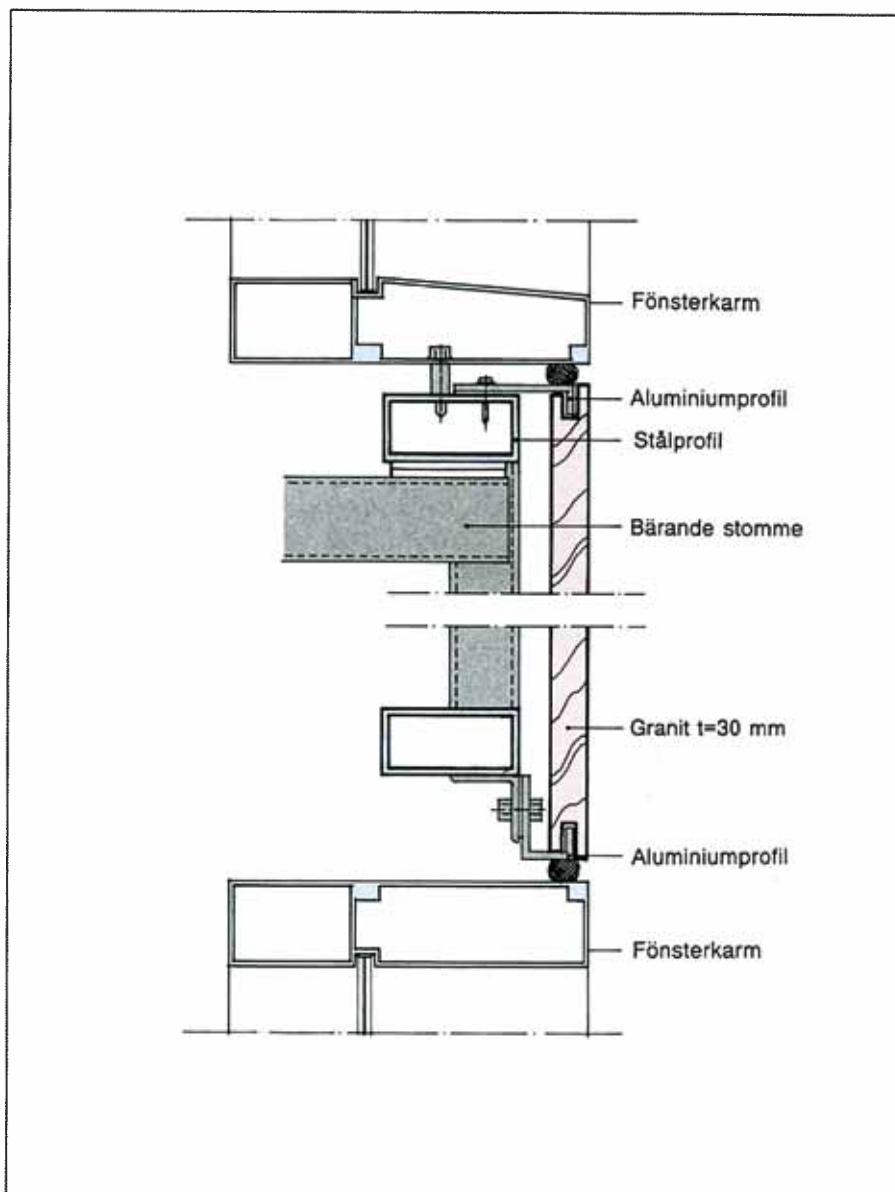
tet reses ur sin gjutform och kan återanvändas. Eventuellt kan sandskiktet täckas med plastfolie före gjutningen så att betongvatten ej riskerar att binda ihop sanden och för att hindra fuktning av stenens baksida.

Fasadelement med ventilerad beklädnad är utsatta för en större risk för skador under transport än andra typer. Den frihängande naturstensplattan har ringa förmåga att motstå slag och stötar.

Det kan vara svårt att tillverka och montera betongelement med sådan

precision så att fogen mellan dessa kan hållas lika smal som mellan stenplattorna, normalt 8 - 12 mm. Ur estetisk synpunkt vill man vanligen inte att elementen ska markeras med extra breda fogar. För att lösa detta problem kan passbitar monteras i elementskarvarna när elementen sitter på plats. Ursparing görs i den yttre betongskivan så att kramlan, t ex vinkel monterad med expander, får plats. Passbitarna fästs enbart i det ena elementet så att rörelser kan tas upp i fogen. *Se fig 60.*

Element av metall



61. Exempel på infästning av stenplattor i metallelement.

De ständigt ökande kraven på kortare byggtider har stimulerat utvecklingen av metoder utan tidsödande monteringsarbete på byggnadsplatsen. Olika typer av metallelement för naturstensfasader medför kort monterings tid på bygget. Sådana system har utvecklats i USA och är vanliga där men har, när detta skrivs, inte använts i Sverige. Elementen är oftast av typ beklädnadselement och erfarenheterna är positiva. Risken för transportskador är, som vid alla former av prefabelement, stor.

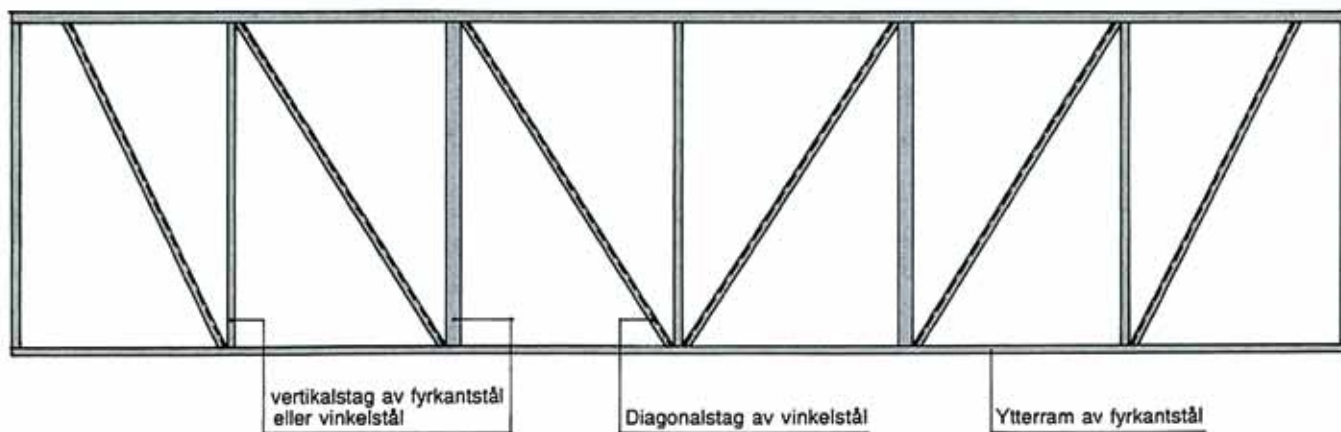
Uppbyggnad

Elementen byggs upp som ramar, oftast av stål, men även andra metaller som exempelvis aluminium kan användas. Stenplattorna fästs med kramlor på vanligt sätt eller med monteringskenor av rostfritt stål eller aluminiumprofiler. Även infästning i plattornas baksidor kan utföras på ett rationellt sätt liksom montering med skenor eller ramar som griper om plattkanten och blir synliga på framsidan.

Värmeisoleringen kan vid behov fastsättas i elementet vid tillverkningen. Glaspartier kan antingen byggas in i elementet eller i den bakomliggande utfackningsväggen.

Stålrामselement kan, tack vare sin styvhet tillverkas med långa spännvidder. De monteras vid sina ändar på konsoler i byggnadens stomme. Bärningen kompletteras vid behov med vindförband, som i fält mellan fasadpelare fastsätts mot mellanbjälklaget.

I USA används ofta mycket stora stenplattor i denna typ av element.



62. Exempel på utformning av ramfackverk för naturstensbeklädning.

Detta är en fördel då antalet sekundärbalkar då kan hållas nere.

Påkänningar

Böjning på grund av egenvikt eller vindlast blir i allmänhet dimensionerande för elementets stomme. I vertikal riktning kan tillåtas en böjning som är det minsta av värdena $L/500$ eller 3 mm. Böjningar på grund av vindlast bör begränsas till det minsta av värdena $L/300$ eller 5 mm.

Korrosionstekniska frågor måste ägnas stor uppmärksamhet vid konstruktion av denna sorts element. Olika

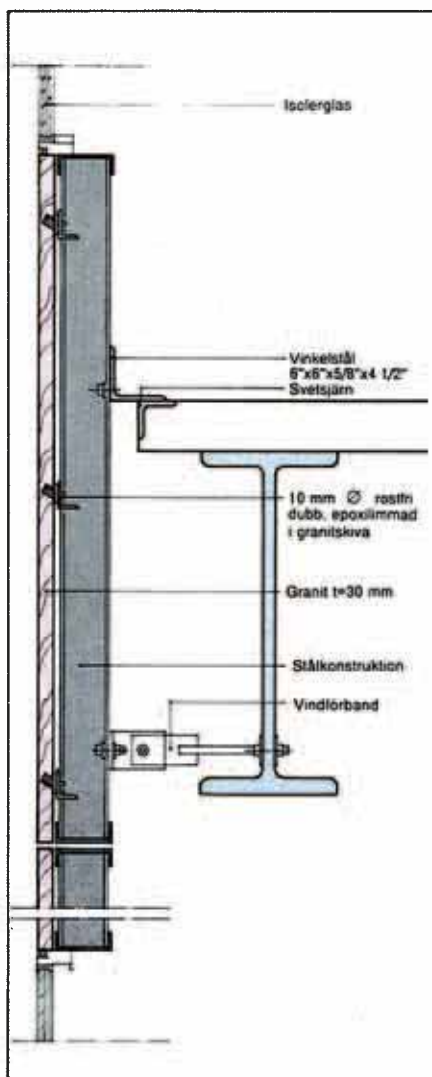
delar av elementen kan vara olika utsatta för korrosion beroende skilda fukt- och temperaturförhållanden. Som alltid ska direkt kontakt mellan olika metaller undvikas, på grund av risken för galvanisk korrosion. Vid sammanfogningar skiljs olika metaller från varandra med mellanlägg av gummi eller plast.

Montering av element

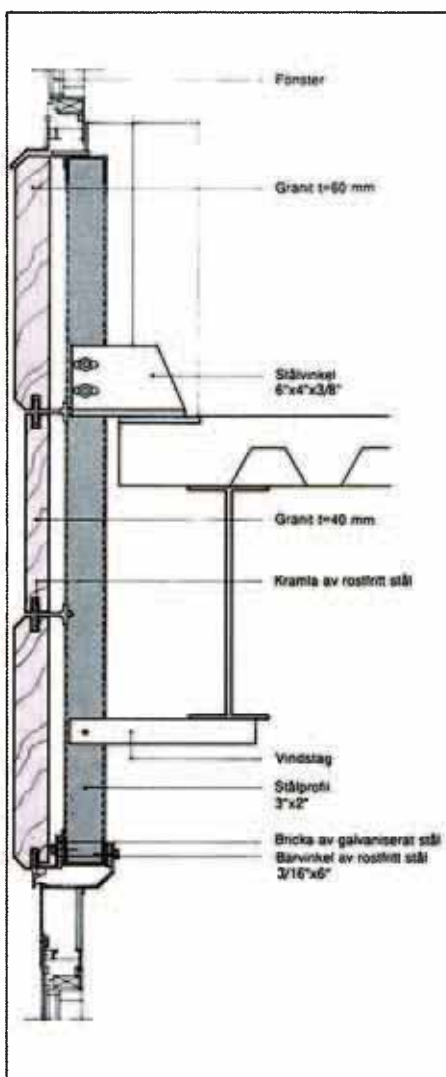
I USA monteras stålramelementen innan någon hindrande ytterväggskonstruktion finns på plats. Monteringens kan därför ske från bjälklaget. Efter-

som elementen är lätta (150 -200 kg/m) kan flyttbara vinschar användas vid monteringen, en teknik som går snabbt och lätt. Monteringshastigheten är 10 - 15 element per dag för en arbetsgrupp på 6 personer.

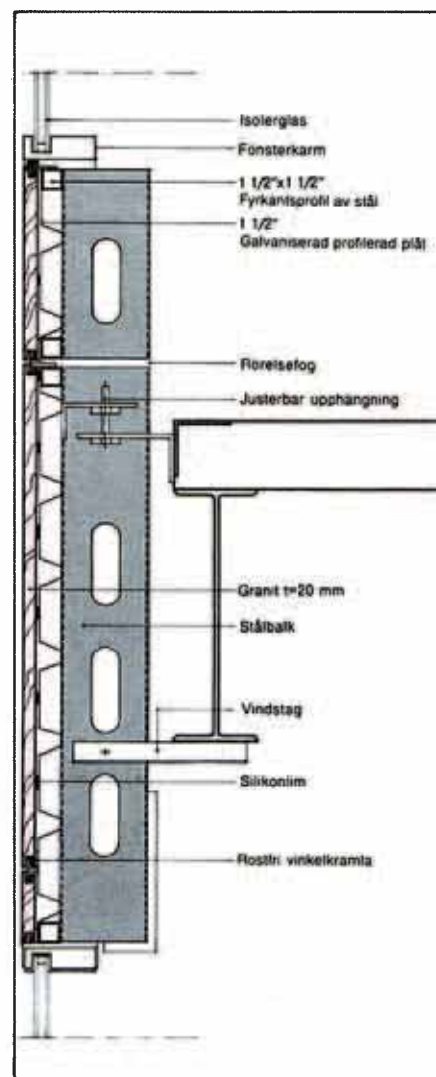
Denna teknik för uppbyggnad av stenfasader har alltså, enligt vår kännedom, inte använts i Sverige. Exemplet på dessa sidor är hämtade från USA. Under inspiration av dessa idéer torde man kunna finna bra, rationella och ekonomiska lösningar anpassade till svensk arkitektur och byggnadsteknik.



63. 30 mm tjock granit monterad på en ramkonstruktion av profiler, konsoler och vinklar av stål, sammansvetsade till en panel. Fyra plattor har fästs vid varje element med gängad dubb av rostfritt stål i epoxi mot stål vinklar i konstruktionen. Varje element bärs av 3 konsoler och hålls med ytterligare 5 fästen för att motverka vindlaster.

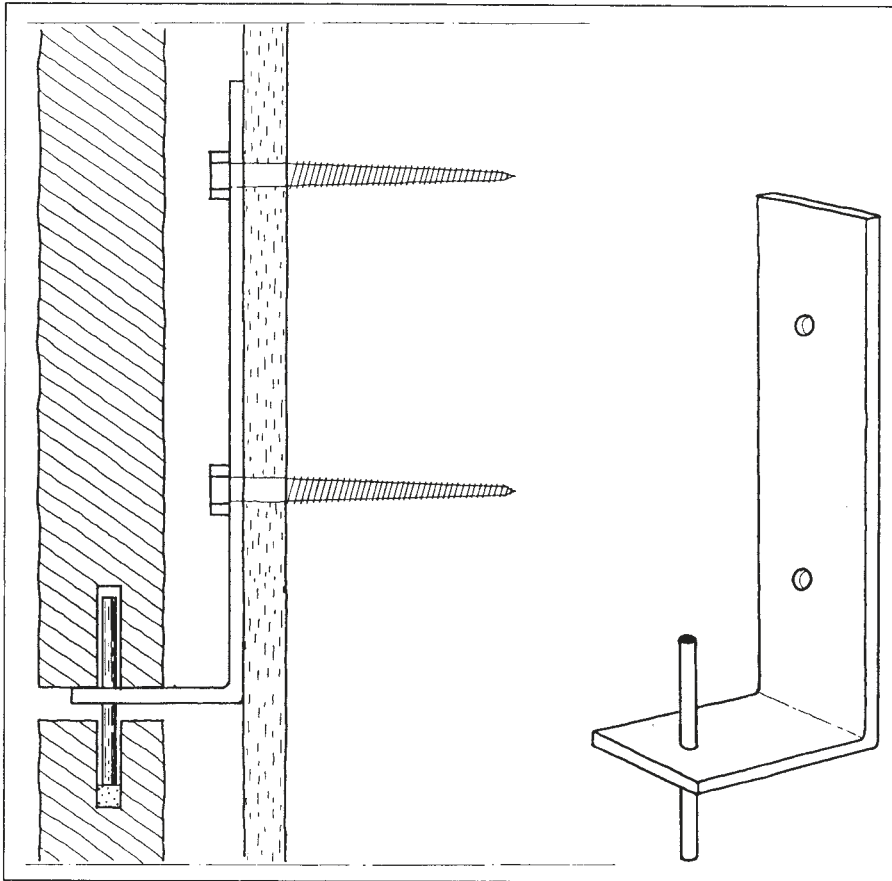


64. 40 resp 60 mm tjock granit monterad mot stålramverk av tunnplåtprofiler. Ramfackverken, som är ca $7 \times 1,5$ m, monteras mot byggnaden med speciella bärkonsoler i våningsplanen, kompletterade med stag för att motverka vindlaster. Fasaden består av bröstnings- och pelarelement.

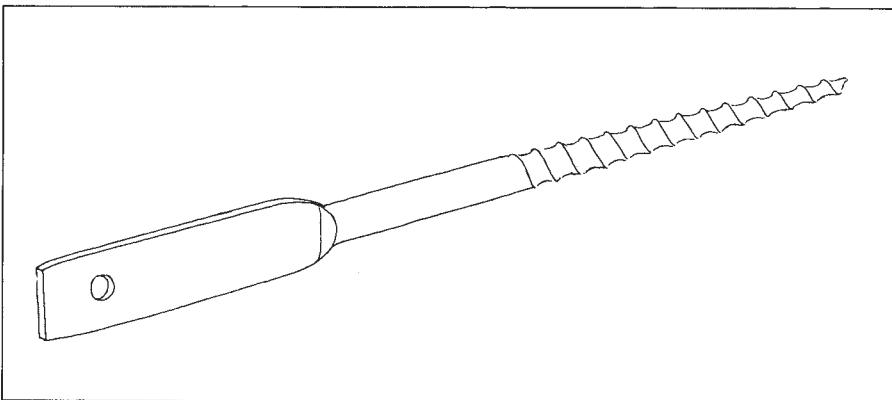


65. Lättvikts-element klädda med endast ca 20 mm ($3/4$ ") tjock granit. Ramverket är uppbyggt av balkar av galvaniserat stål. På utsidan har monterats en trapetsprofilerad plåt och ytterst granitplattorna. Naturstenen bärs av en kombination av kramlor av rostfritt stål och silikonlim. Denna metod innebär större möjligheter för elementet att ta upp rörelser, bl a som följd av vindlast.

Infästning i träunderlag



66. Infästning i träreglar med vinkelbockad kramla av rostfritt stål.



67. Hållarkramla i form av bladskruv.

Att fästa in ett så tungt fasadmateri- al som natursten i en träkonstruktion känns främmande för många. Det innebär också flera problem att kombinera den stumma, tunga stenen med det rörliga, lätta träet. Det finns dock exempel där sten har monterats som fasadmateri- al mot en träkonstruktion med gott resultat.

Vid val av infästning i träkonstruktion bör man dock **kontakta byggnadsnämnden** i aktuell kommun. Denna kan ställa **extra krav på ma-**

terial och infästningar beroende på miljökrav.

Oftast är det utfackningsväggar med träreglar som bekläs med sten, men det kan också röra sig om t ex limträkonstruktioner.

Ett självklart krav är att träkonstruktionen och dess infästning dimensioneras för att ta stenfasadens laster. Det är då inte enbart den vertikala lasten orsakad av stenens tyngd som ska upptas, utan även horisontella krafter orsakade av exempelvis vind.

Eftersom träkonstruktionen ska bära ett mycket beständigt fasadmateri- al bör **mycket höga krav** även ställas **på träet**. Virket bör ha lika lång livslängd som stenen. Tryckimpregnerat virke av god kvalitet bör användas. Det bör också vara väl uttorkat så att inga större rörelser uppträder när det kommit på plats. Konstruktionen måste också utformas så att träet inte riskerar att bli fuktigt och därmed orsakar rörelser. **Dynamiska belastningar** på vindskyddsskivan, orsakade av till exempel vind, måste också beaktas.

Även aktuella **brandskydds krav** bör studeras noggrant.

Förbanden mellan de olika trädelarna kan lämpligen utföras med skruv och sammanfogningsplåtar.

Vid infästning i **tryckimpregnerat virke** ska rostfria, **syrafasta infästningsdetaljer** användas.

Steninfästning med **skruv i trä** dimensioneras enligt **Nybyggnadsreglernas** regler för skruvförband i trä.

Ofta är det svårt att utföra infästningarna i trä så att stora justeringsmöjligheter finns. Det är därför viktigt att **träkonstruktionen monteras med mycket snäva måttoleranser**. Detta gäller både i sidled, där skruvar annars riskerar att hamna utanför reglarnas kärna, och ut och in från fasad-liv där vanligen endast mellanläggsbrickor kan användas för justeringen. Ibland kan det vara fördelaktigt att välja reglar med grövre dimension än vad konstruktiva skäll kräver bara för att det då är lättare att innehålla måttoleranserna. Reglarnas exakta läge bör markeras på vindskyddsskivans utsida.

Ofta är den tillåtna tryckpåkänningen på utanpåliggande vindskyddsskiva avgörande. Kramlan måste därför utformas med stor anliggningsyta mot skivan. Alternativt kan hål tas i skivan vid infästningen och lasten påföras regeln direkt.

Bärkramlor utformas vanligen som vinklar vilka skruvas fast i träreglar med fransk träskruv. *Se fig 66.*

Hållarkramlor kan också göras i form av bladskruvar med hål för dubb. *Se fig 67.*

Specialmontering

Det är inte alltid som de i detta häfte beskrivna standardmetoderna för infästning av naturstensfasad räcker till. I allmänhet går det ändå att finna en lösning på monteringsproblemen, även om fasaden är mycket komplicerad.

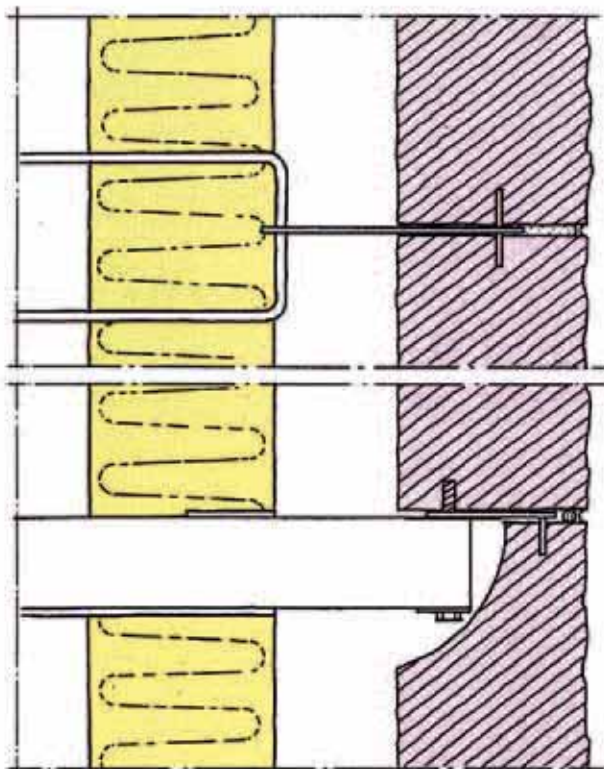
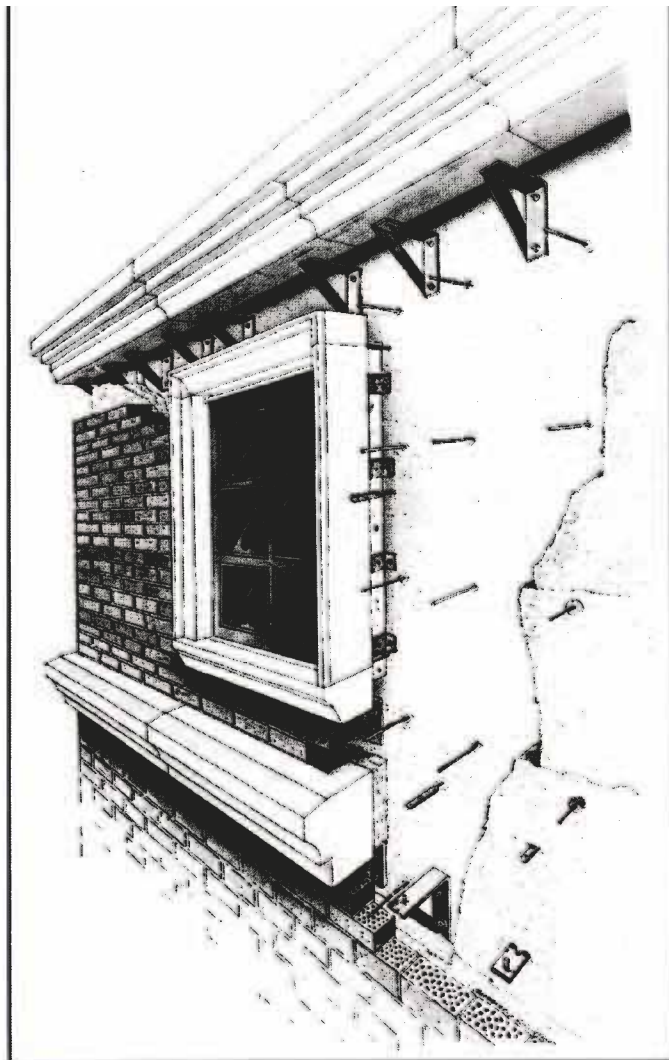
Det är alltid en fördel om infästningen av stenen studeras innan byggnadens konstruktion är helt fastställd. Små förändringar i byggnadskonstruktionen kan ibland underlätta stenmonteringen avsevärt. Kontakta därför gärna en sakkunnig på stenmontering på ett tidigt stadium.

På denna sida visas några exempel på hur komplicerade fasadmonteringsproblem lösts. Dessa system kan troligen inte användas direkt i något annat sammanhang, men de kanske kan ge idéer.

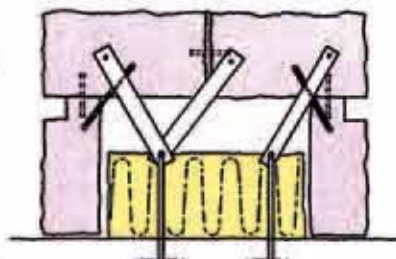
68. Hotell Residens i Malmö har en modern fasad med gammalt formspråk. Listverk och fönsteromfattningar i sandsten bildar, tillsammans med tegel, ett murverk.

Kraftiga konsoler bär listerna och fönsteromfattningarna, hållarkramlor håller beklädnaden på plats. Materialet i infästningarna är rostfritt stål och infästningen i betongstommen är utförd med kemiskt ankare. Figur till höger.

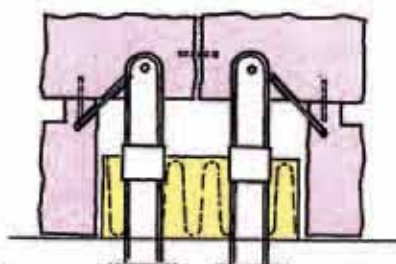
69. Riksbanken i Stockholm. Grova, kilade (klippta) diabasblock utgör fasadmateriäl. Den nominella tjockleken är 150 mm, med stora variationer. Smygbitar med 100 mm tjocklek och 250 mm djup är fästade till fasadblocken med lim, dubbar och trådkramlor över hörm. De två fasadblocken i varje skift i fönsterpelarna är sammanfogade till en enhet. Pelarna bärs våningsvis på kraftiga, ingjutna kramlor av plattstål, bockade i U-form. Den lösa delen i ytterändan medger justering. Inhållning ordnas med plattstångskramlor fästade på ingjutna trådbyglar. Nedan.



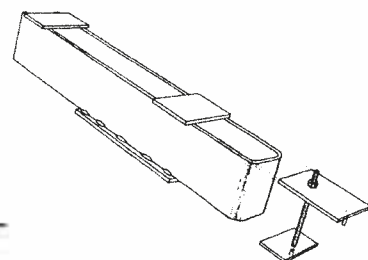
Vertikalsnitt



Horizontalsnitt, inhållning



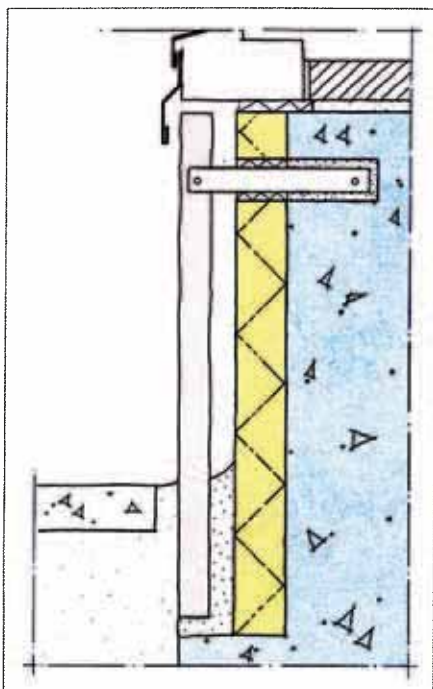
Horizontalsnitt, bäring



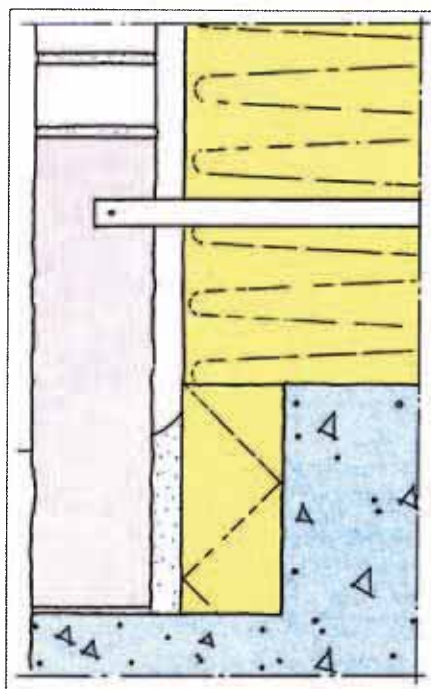
Bärkramla

Detaljlösningar

På denna och följande sidor visas några exempel på detaljlösningar vid naturstensfasader. De är allmängiltiga och kan ofta tillämpas oavsett vilket monteringsssystem som används.



70. För att minska risken för intryckning bör ej gångbaneläggningen läggas direkt mot sockeln.



71. Sockel av tjock sten är tålig mot mekanisk åverkan. Den kan även dimensioneras för att bära ovanliggande fasadmateriäl, t ex tegel.



72. Pollare som integreras i sockeln utgör extra påkörningsskydd vid exempelvis garageinfarter.

Socklar

Fasadens avslutning nedåt är det parti av byggnaden som man lägger märke till först. Samtidigt är det fasadens mest utsatta del, både vad det gäller nedsmutsning och mekanisk åverkan. Stor omsorg bör därför ägnas dessa detaljer.

Sockelplattorna bör ges upplag på grunden eller på tillräckligt fast isoleringsmaterial, som lättklinkerbetong, foamglas eller liknande. Plattans liv får inte ligga utanför undervarande byggnadsdels liv om inte uppträck mot sockeln (orsakad av tjäle) förebyggs med särskilda försiktighetsåtgärder.

Om risk för tryck från gångbaneläggning eller dylikt kan befaras bör

plattorna monteras mot fast isolering och förses med bakgjutning upp till marknivå. **Risken för intryckning av sockelplattorna minskas om gångbaneläggningen läggs med minst 20 mm bred, sandfylld fog** eller annan eftergivlig fog mot beklädnaden. Bakgjutning med vanligt cementbruk över marknivå kan ge upphov till misspyrdande fuktfläckar på plattornas framsidor.

Bakgjutning över marknivå kan i utsatta partier utgöra ett visst skydd mot intryckning av plattor. För att undvika fuktfläckar kan sådan **bakfyllning** utföras med **vattengenomsläppligt cementbruk eller cementbunden lättklinker**. Se sid 17, *Bruk*.

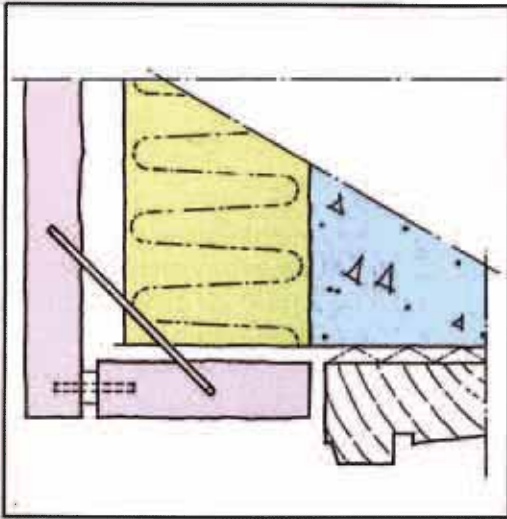
Isoleringsmaterialet bakom bakgjutningen får inte innehålla ämnen som **kan missfärga stenen**. I exem-

pelvis mineralull finns alltid ohärdade rester av bindemedlet, fenolhartser, som löses ut vid kontakt med alkalisk fukt från t ex bakgjutningsbruket. Denna lösning vandrar sedan genom bruket ut till stenytan och ger upphov till brun-violetta missfärgningar. På ljusa stensorter syns dessa särskilt väl.

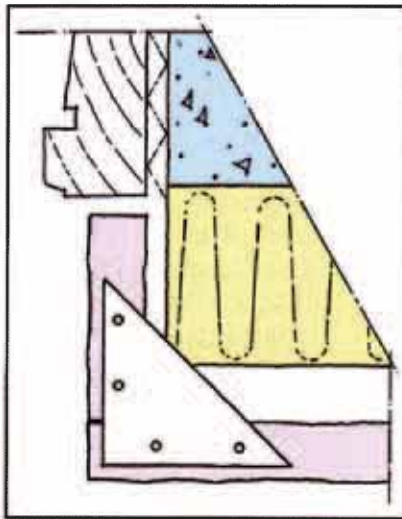
Ett annat sätt att göra sockeln **motståndskraftigare** mot mekanisk åverkan är att välja **tjockare sten**. Sådan sockel kan dimensioneras för att bära ovanförliggande fasadmateriäl, t ex tegel. Se fig 71.

Vid garageinfarter och andra partier med fordonstrafik kan det vara lämpligt att förse beklädnaden med särskilt **påkörningsskydd** i form av pollare. Dessa kan vara fristående eller integrerade i fasaden. Se fig 72.

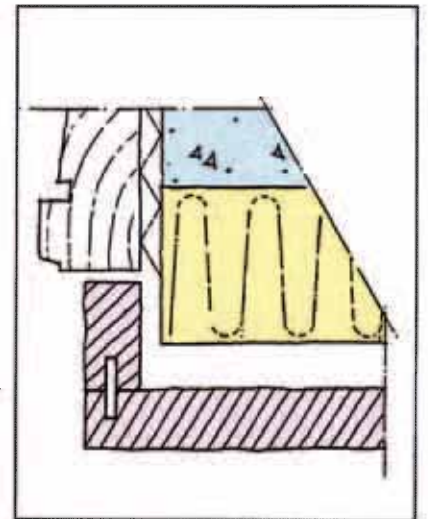
Sammanfogning av stendetaljer



73. Smygbit över fönster, fäst vid fasadplatta med dubbar och hårdplastfylld hysla. Se sid 15.



74. Horisontalsnitt vid smygplatta, fäst med rostfri plåt och skruv.



75. Liten smygplatta, fäst med hårdplastlim och dubb

I många fall kan det vara lämpligt att fästa detaljer av sten i fasadplattan eller sammanfoga små detaljer till en större enhet. Det kan exempelvis gälla smala plattor i fönstersmygar eller smala lister för att skapa reliefverkan. Sådana sammanfogningar utförs **både kemiskt och mekaniskt**, d v s med hårdplastlim och dubbar, skruvar e d. **Enbart limning är ej tillfredsställande.**

Vanligen används epoxi- eller polyesterlim. Epoxi anses ha bättre beständighet och dess härdtid kan

också varieras. Den är dock allergiframkallande för känsliga personer.

Limningsarbetet utförs under **kontrollerade temperaturförhållanden** enligt leverantörens anvisningar.

Lister med en bredd upp till ca 100 mm fästs vanligen med lim och dubbar. Bredare plattor kräver en stadigare mekanisk förankring med hörntrådkramlor, förstärkningsplåtar eller -vinklar. Dessa förstärkningar skruvas fast i stenen med rostfria plåtskruvar som insätts i hårdplastfyllda hål. Om hålen borras med något min-

dre diameter än skruvens så "drar" den i stenen.

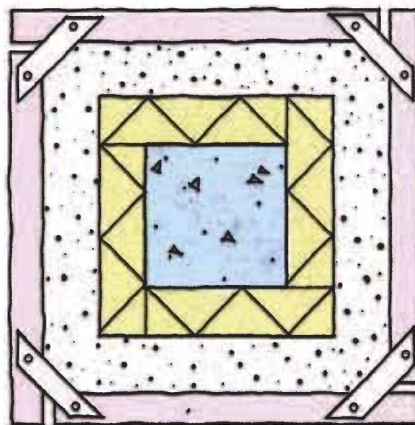
Smygplattor

Då smygplattor fastsätts enligt ovan vid t ex fönsters överkant måste man tillse att ventilationen inte hindras och att bakom beklädnaden eventuellt inträngande vatten avleds. Detta kan ske genom att hål eller längsgående spår upptas i smygplattan eller genom att fogen mellan fasad och smygplatta lämnas öppen.

Fristående pelare

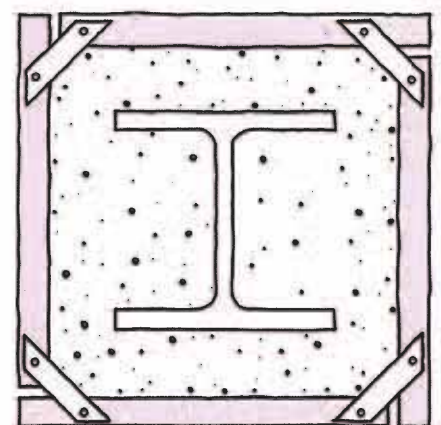
Vid fristående hårt belastade pelare av betong där hålslagning inte är önskvärd kan plattorna monteras med enbart "överhörnkramlor". Bakstöd ordnas med brukbanor, -klattar eller bakgjutning på samma sätt som vid socklar. Vid detta arrangemang förutsätts att plattorna har upplag.

Även stålpelare kan beklä på detta sätt. En fullständig bakgjutning med trådnät kan då tjäna som brandskydd av stålet. Man bör då tänka på att all



76.

överskottsfukt från bakgjutningsbruket ska vandra ut genom stensbeklädnad och fogar. Denna fuktvandring ger upphov till saltutslag som kan skada känsliga stensorter. Även stensorter som inte skadas av salterna kan

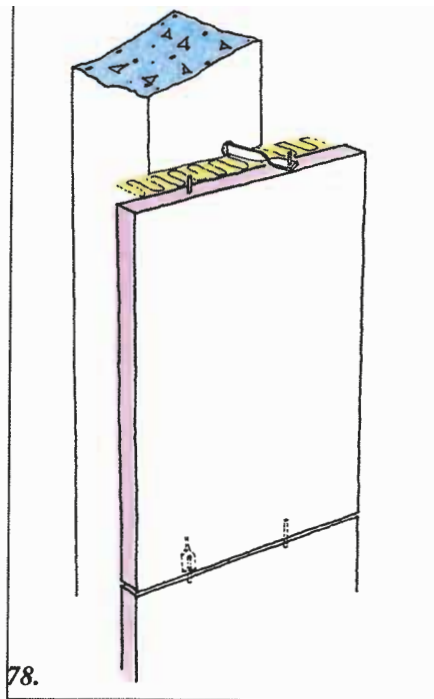


77.

få misspyrdande fuktfläckar och det kan uppstå vita saltutslag i fogarna under en lång uttorkningsperiod.

Det är viktigt att pelarbeklädnad inte blir belastad av ovanliggande konstruktionsdel.

Smala plattor vid fönsterpelare etc



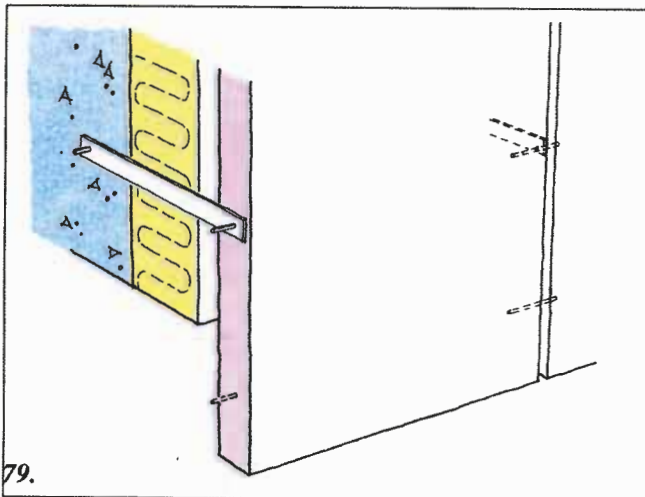
78.

Smala betongpelare är ofta hårt belastade så att håltagning måste begränsas. Då bakmuren ej medger infästning av två kramlor i bredd, kan smala plattor fästas med endast två kramlor, en i under- och en i överkant. För att styra plattorna erfordras härvid en dubb vid sidan av kramlan.

För plattor som är så tunga att en specialkramla eller två standardkramlor erfordras kan ursparingar göras

vid tillverkning av pelaren. Ursparingen bör ha ett djup av minst 80 mm och en utsträckning av minst 25 mm på ömse sidor om fogen i beklädnaden. Bredden på ursparingen ska medge säker ingjutning av avsedd krammeltyp.

Även då infästning av kramlorna görs i andra konstruktioner kan denna princip för kramling av smala pelarbelädnader tillämpas.



79.

Frihängande plattor

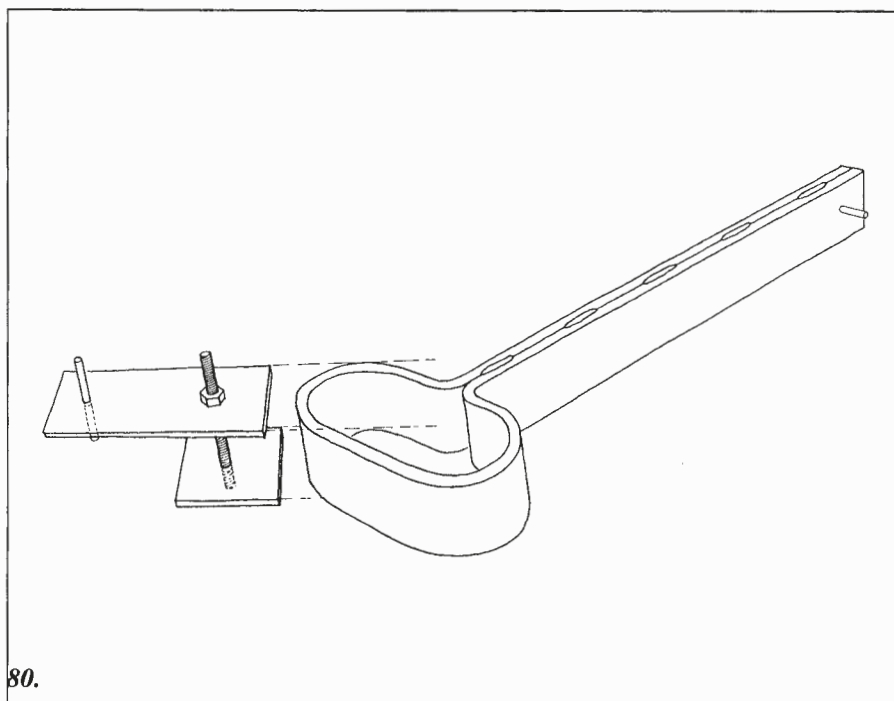
Om fasadplattan med sin underkant kommer väsentligt nedanför bärkramlans infästning så att stort frihäng uppkommer, kan en dubb i stötfogen vara att rekommendera. Om nederdelen av en platta, p g a slag e d, går av så säkras den då i plattorna vid sidan om.

Hörnplattor

I välisolerade byggnaders hörn kan det vara svårt att finna infästningspunkter för fasadplattorna.

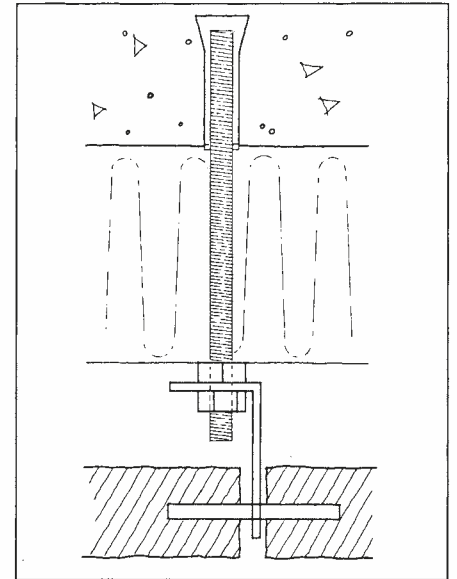
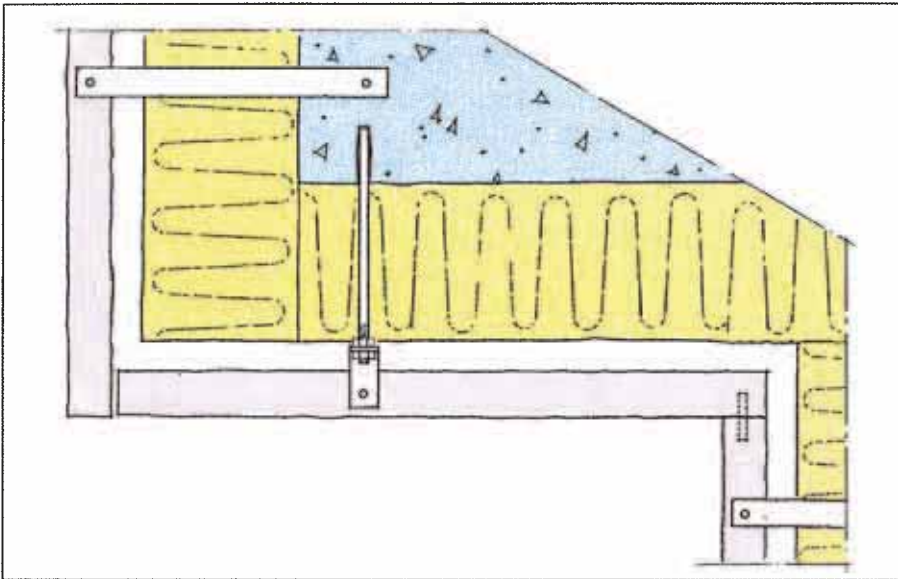
Skenor, som fästs in i bjälklagskanterna är en lösning på problemet. En annan är att fästa klossar med dubbar och lim på plattans baksida. Kramlor typ Bh kan då bära plattan under klossen.

Kraftiga konsoler, fästade i bjälklaget och dimensionerade för att bära hela våningshöjden, är ytterligare en lösning. Konsolens yttre del kan utformas som en öppen bygel där två kramlor kan infästas. Hållarkramlor får sedan hålla inne beklädnaden mellan bjälklagen.



80.

Plattor upphängda i tak



81. Undertaksplattor kan ges upplag på väggbeklädnad i ena änden och hängas med kramlor i den andra.

Undertak i arkader, dörrsmygar etc bör av säkerhetsskäl utföras med relativt små plattor. De kan monteras liggande på upplag, t ex väggbeklädnad, utefter ena sidan och hängas i kramlor i den andra. De kan också monteras hängande i kramlor eller skenor av olika slag. Kramlorna fästs vanligen i betongtak med expanderbult. Infästningen i plattan ordnas med tvärgående dubb, brickor i sågspår, genomgående bult, synliga skenor i fogen e d.

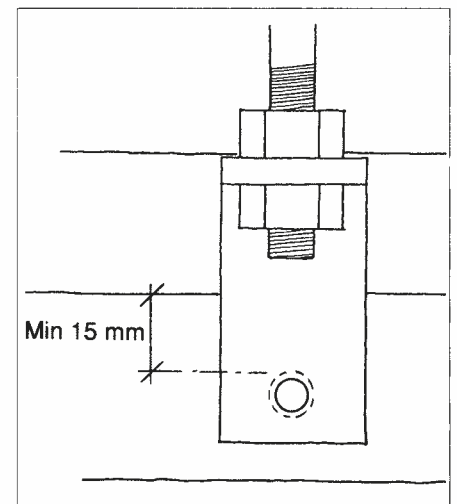
Stora plattor bör bäras i underkant med synlig infästning i form av ge-

nomgående bultar, synliga skenor e d.

Vid dubbinfästning måste **stenens godstjocklek ovanför dubbhålet vara minst 15 mm**, vilket medför att plattan bör vara minst 40 mm tjock. Stenens hållfasthet mot utspjälkning måste vara känd och dimensionering sker med säkerhetsfaktor 10. Varje platta upphängs i fyra punkter, varav två räknas som bärande.

Fogar mellan takplattor fogas med mjuk fogmassa eller lämnas öppna.

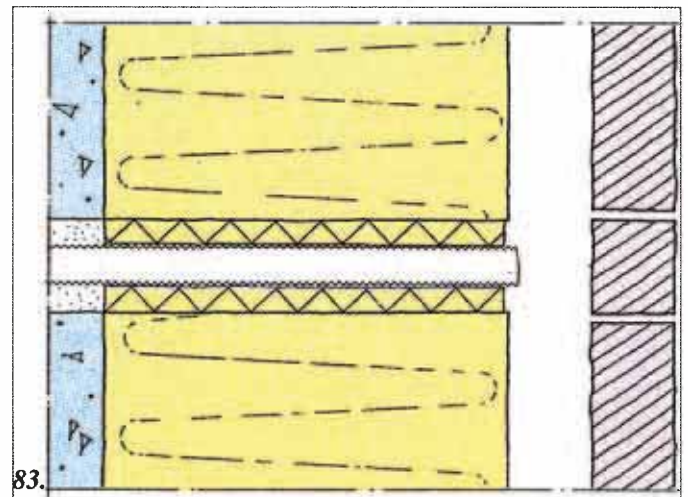
82. Plattans godstjocklek över dubbhålet ska vara minst 15 mm.



Infästning av skyltar och dylikt

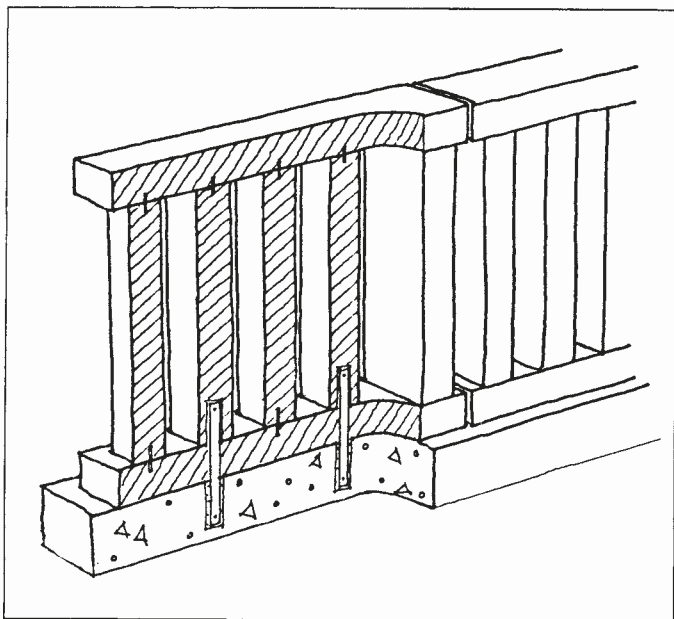
Skyltar bör placeras på något avstånd från fasaden och med så få fästjärn som möjligt. **Fästjärnen** ska monteras i den bärande bakmuren och får **inte belasta stenbeklädnaden**. De bör utföras av rostfritt stål för att undvika misspyrdande rostränder på fasaden.

Placering av skyltar planeras före beklädnadens uppsättande så att erforderlig håltagning kan göras i stenplattorna. Sådan håltagning är svår att utföra när plattorna sitter på plats. Hålen kan igensättas med t ex borrhärnar tills skylten uppsätts. Fästen kan också anordnas genom att bärkramlor utdras genom stötfogarna i beklädnaden. De ska omges av elastisk fogmassa och får inte hindra fasadbeklädnadens rörelser. Montering kan göras i samband med stenmontering.



83.

Infästning av balustrader, pollare o d



84. Infästning av balustrad med plattstångskramlor.

Balustrader och pollare ska kunna uppta horisontalkrafter och måste vara monterade på ett betryggande sätt. Infästningen utförs lämpligen med plattstångskramlor av syrafast stål, utformade med fasta dubbar i ändarna. Dubbarna är lika långa som kramlans bredd och har en diameter av 5-6 mm. Kramlorna gjuts in i stenen till ca 100 mm djup med hårdplast eller cementbruk. I betongunderlag gjuts de in med cementbruk i ursparade eller borrarade hål till ca 100 mm djup. Vanligen räcker det med 16,5x3 mm stål till kramlorna. Balustraden eller pollaren monteras med en avjämning av cementbruk mot underlaget.

Då balustraden eller pollaren utsätts för horisontalkrafter blir kramlan till en början utsatt för dragkraft. De tvärgående dubbarna förhindrar då att kramlan dras ut. Provingar har visat att denna typ av kramlor kan uppta större krafter än runda dubbar av betydligt grövre dimensioner, även om de är räfflade, t ex genom gängning.

Balustraddelarna kan sammanfogas till element med klena, runda dubbar och sedan infästas med kramlor, som vidstående skiss visar.

Monteringsanvisningar

Allmänt

Temperatur

Vid arbete med bruk uppvärms stenmaterial, stomme och arbetsställe om lufttemperaturen understiger +5 grader C. Arbetsstället hålls uppvärmt t o m de tre första dyggen efter arbetets färdigställande.

Strålningsvärmare, antingen el- eller gasoltdrivna är utmärkta för lokal uppvärmning av arbetsstället. De är dock inte lämpade för att värma upp materialet. För detta ändamål bör i stället varmluftsaggregat, t ex byggtorkar, användas

Montering av plattor

Under monteringskedet skyddas luftspalten från nedfallande bruk och annat material som kan täppa igen denna. Dessutom skyddas den från nederbörd.

Utvändig isolering som skadats,

exempelvis vid håltagning, lagas. Hål i utvändig vindisoleringskiva runt kramlor o d tätas med gummibricka, fogmassa e d.

Skruvförband åtdras med momentnyckel till föreskrivet moment.

Krammeldubb får inte böttna i plattans dubbhål. Den ska ha frigång genom hålet i kramlan och hålen i båda plattorna får inte fyllas med bruk om inte eftergivligt material anbringas i dubbhålens botten. Dubben behandlas med trioleinlösning för att undvika vidhäftning mot ingjutningsbruket. Behandlingen kan utföras redan vid kramlans tillverkning.

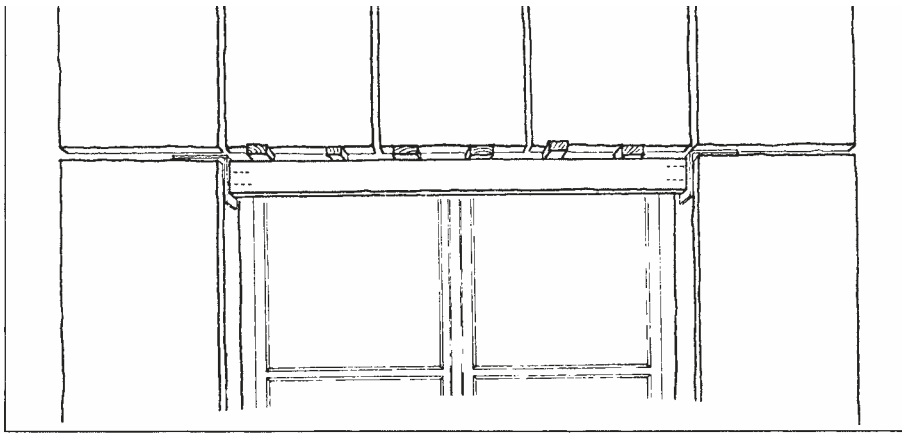
Smältlim kan användas i stället för bruk i dubbhålen, varvid eftergivligt underlägg inte erfordras.

Vid underkramling (i liggfogarna) sätts tillfälligt underlägg mellan kramlan och undervarande platta tills kram-

lan kan belastas. Distansmaterialet kan utgöras av en plastkil med slits för krammeldubben. Denna kil och allt annat material som kan förhindra rörelse mellan kramlan och undervarande platta avlägsnas så snart kramlan kan belastas. Bruk e d får ej användas som distansmaterial under kramlan.

Då beklädnaden är utförd med stumma fogar (brukfogar) med särskilt inlagda rörelsefogar ska kramlorna i rörelsefogarna fällas in i plattorna. Vid liggfogar görs infällningen i den berna plattan. Vid stötfogar görs motsvarande urtag jämnt fördelat på plattorna på ömse sidor om kramlan.

Om bruksbanor eller bruksklattar används får deras största tvärmått ej överstiga 100 mm och de **får aldrig anbringas så att de förhindrar ventilationen.**



85. Bockryggar används som tillfälligt upplag under monteringen.

Lastöverföring

Beklädnad kan avlastas våningsvis (ca 4 m höjd). Detta är vanligt vid bottenvåningsbeklädnader som har upplag. Lasten överförs då från platta till platta ner i upplaget. Plattorna i fältet hålls då inne med hållarkramlor. Lastöverföringen sker vanligen med cementbruk eller blymellanlägg i fogarna. Beräkning av erforderlig yta hos mellanlägget ska göras och anges i monteringshandlingarna.

Lyfthjälpmedel

Sten är tungt och stora plattor kan vara svåra att hantera för hand. Vid själva monteringsarbetet är det därför ofta lämpligt med små, enkla lyfthjälpmedel. De är ofta utformade som taljor, antingen el- eller handdrivna och kan vanligen hängas på ställningen. Man bör tänka på att det krävs precision om anordningen ska användas vid monteringen. Det finns ett flertal olika sådana på marknaden.

För att underlätta hanteringen av plattorna kan vakumlyftare av olika slag användas. Den enklaste formen, s k glaslyftare, kan vara till stor hjälp vid den manuella hanteringen. Stenytan bör dock vara relativt slät.

Bockryggar

För att hålla plattorna i läge medan kramlorna fixeras krävs ofta hjälpanordningar. Det gäller exempelvis beklädnader över fönster- och dörröppningar. Dessa s k bockryggar ges vanligen upplag på pelarbeklädnad eller liknande på ömse sidor om öppningen. Kilar e d sätts då in i fogarna i denna beklädnad så att den tillfälliga lasten fördelas på ett flertal kramlor.

Dessa kilar avlägsnas så fort kramlorna vid de nymonterade plattorna kan belastas.

Bockryggarna dimensioneras så att de vid belastning får en nedböjning på max 2 mm. De kan utföras av träreglar med vinkelbeslag i ändarna, stål- eller aluminiumbalkar eller liknande. *Se fig 85.*

Fogar

Fogar kan lämnas öppna, fogas med mjuk fogmassa eller fogas med bruk i kombination med rörelsefogar (mjuka fogar). Det vanligaste utförandet är med mjuka fogar.

Mjuka fogar

Mjuka fogar konstrueras enligt HusAMA 83, kap Z, och material väljs ur grupp 58 i tabell Z/1.

Specialföretag bör anlitas för fogningsarbetet.

Massan blandas och anbringas enligt fabrikantens anvisningar. Fogens utformning är viktig för att den ska kunna uppta de rörelser den är dimensionerad för under lång tid.

Rörelsefog ska hållas fri från brukrester och andra föremål som kan överföra tryck från platta till platta.

För att ta bort den mjuka fogens "plastiga" utseende och få den att efterlikna bruk kan den sandas. Detta innebär att sand i utvald kulör anbringas på fogen innan den härdar. Sanden kan blåsas eller strös på fogen.

Brukfogar

Brukfogning använd huvudsakligen då bärning sker från platta till platta.

Brukfogning utförs med cementbruk C 100:300 eller C 100:400. San-

stiga 2 mm.

Fogning bör utföras mot i fogen anbringad botten, som medger komprimering av fogbruket. Sådan botten kan erhållas genom att bakkanten på omgivande plattor beläggs med en smal brukssträng innan plattan uppsätts. Efterföljande fogstrykning ska kunna göras till ett djup av minst 20 mm från plattans framkant. Plattkanterna kan också beläggas med bruk innan nästa platta uppsätts.

Horisontella bruksfogar som ska överföra last till undervarande platta fylls så att så stor anliggningsyta som möjligt erhålls. Ur estetisk synpunkt önskas ofta samma utseende på samtliga fogar. I framkanten kan då bruket ursparas för iläggning av fogmassa av samma typ som i rörelsefogarna.

Plattkanterna bör fuktas före fogfyllning och fogbruket hållas fuktigt under hårdandet.

Plattans framsida rengörs snarast från eventuella bruksrester.

Bruk får inte stå färdigblandat så länge att vatten måste tillsättas för att tillfredsställande arbetbarhet ska erhållas.

Öppna fogar

Fogarna mellan plattorna kan också lämnas öppna. Viktigt är då att den bakomvarande väggkonstruktionen utförs så att den tål den ökade fuktbelastningen. Det är också extra viktigt att luftspalten är fri så att vatten bakom beklädnaden kan ledas ut. De rostfria kramlorna kan målas svarta för att eliminera reflexer från dessa.



85. Under monteringen används gipskrokar och kilar för justering och inhållning.

Traditionell montering

Håltagning för kramlor

Kramlans läge märks ut med ledning av monteringsritningen. Håltagning i bärande betongkonstruktion bör ej göras närmare hörn än 70 mm.

Krammelhålet upptas till ett djup av minst 80 mm för kramla Bh och Bv i betong och till 100 mm i lättbetong. Kramla Bf monteras i 100 mm djupt hål, oavsett material. Diametern ska vara minst 10 mm större än kramlans största tvärmått, dock minst 30 mm, i lättbetong minst 45 mm.

Hål för kramla Bh och Bv i betong borras med tryckluftmaskin eller elektrisk borrhämmare. Stora hål i betong, exempelvis för kramla Bf, borras lämpligen med kärnborr med diamantborrkrona, om ursparing ej gjorts.

I bärande bakmur av håltegel eller lättbetong bör håltagning ej göras med hårt slående tryckluftverktyg.

Borrhålet blåses fritt från bormjöl och vattnas, t ex med gummibolls-spruta.

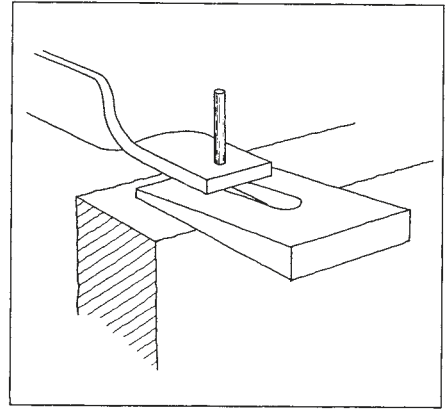
Montering av plattor

Plattorna justeras i läge med hjälp av gipskrokar och kilar. Plattorna sätts på bärkramlorna. Kramlorna får inte belastas förrän bruket uppnått erforderlig hållfasthet, vilket vid Std-cement är tidigast 1 1/2 dygn efter kramlornas ingjutande i väggen och vid SH-cement tidigast 1 dygn.

Bruket får inte stå färdigblandat så länge att vatten måste tillsättas för att tillfresställande arbetbarhet ska erhållas.

Vid fyllning av krammelhålet kan en enkel pump bestående av rör och kolv användas. Sådan kan tillverkas av plast-elrör och kvastskafv av lämpliga dimensioner.

Kramlan justeras i rätt läge i fogen.



87. Plastkil som tillfälligt underlägg vid montering av Bh-kramla

Bärkramla justeras i rätt höjdläge ovanför undervarande platta genom att den trycks mot ett tillfälligt underlägg med minst 3mm tjocklek. Det kan tillfälligt överföra lasten till undervarande plattor medan ingjutningsbruket härdar.

Expanderbult och kemisk förankring

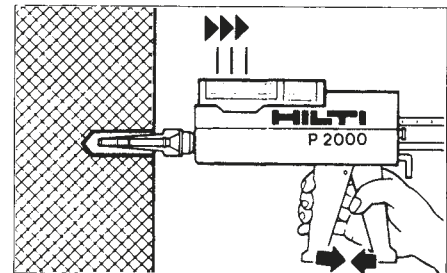
Vid montering av infästningar med expanderbult ska leverantörens anvisningar följas. Det är viktigt att rätt dimensioner på borrhål upptas och inte minst att rätt åtdragsmoment används. Momentnyckel måste alltså användas. Hänsyn tas också till angivna minimiavstånd mellan expanderar och till betongkant.

Både bult och expander ska vara tillverkade av rostfritt, syrafast stål.

Vid användning av kemisk förankring borstas och blåses borrhålet rent från bormjöl. Vid användning av injekteringsankare torkas fritt vatten ur.

Härdningstiden hos härdplasterna varierar med temperaturen. Detta måste beaktas så att infästningarna inte belastas för tidigt.

Ingjutningsdetaljer av rostfritt, syrafast stål används alltid. Se till att dessa är rena och fria från fett.



88. Injekteringsankare anbringas med en specialspruta, i vilken de olika komponenterna blandas.

Infästning i träunderlag

Infästningar i trä utförs vanligen med fransk träskruv i regler. Det är då av största vikt att skruven hamnar i regelns centrum inom angivna toleranser. Detta kräver att regelverket är monterat med snäva toleranser.

Förborrning ska också göras med angiven borrhåldiameter till angivet djup.

Skraven ska dras med rätt åtdragsmoment, vilket kräver momentnyckel.

Det bästa sättet att lokalisera reglarna är att rita på deras exakta läge på vindskyddsskivan redan när denna monteras. Om inte detta är gjort kan regelns läge bestämmas med ett sär-

skilt instrument.

Skraven kan låsas till kramlan med en liten svets för att förhindra att den yttre skivan nöts sönder och att skruven gängas ut vid dynamiska påkänningar.

Sekundära bärverk (vanligen skensystem) för infästning av stenfasader måste monteras med stor noggrannhet. Detta kräver exakthet vid borrning för expandrar o d. När skenorna justerats i exakt läge går det i allmänhet snabbt att montera stenplattorna, vare sig detta sker med skruvförband eller svetsning.

Ankarskenor, som ingjuts i betong och i vilka det sekundära bärverket ska förankras, kan vara svåra att lokalisera. Instrument som används för lokalisering av armeringsjärn kan användas som hjälpmedel även för att hitta de ingjutna skenorna.

Bultförband

Bultförband ska dras med angivet

moment, vilket kräver momentnyckel. Vid justeringar i bultförband måste man alltid se till att gänglängden räcker till.

Svetsning

Svetsning av rostfritt stål kräver särskild utbildning. Ofta är det inte nödvändigt med svetsfog utefter hela sammanfogningssträckan. Konstruktören ska ange hur lång svetsen ska vara.

Vid svetsning mot utvärdig gipsskiva finns risk för att pappersytan bränns bort och konstruktionen därmed försvagas. Därför bör inte onödigt långa svetsar, som medför extra upphettning, utföras. Särskild kylning kan också krävas.



89. Svetsning av kramla mot bärverk.

Projektering, upphandling

Stenentreprenaden

Stenentreprenaden är i allmänhet underentreprenad till en byggentreprenad. Den upphandlas normalt till fast pris.

Vanligen är det ett stenmonteringsföretag som är underentreprenör. Denne inhandlar i sin tur erforderligt material, som natursten, kramlor och annat från leverantörer. I undantagsfall går materialleverantören in som entreprenör och köper upp monteringen från monteringsföretag. I enstaka fall köps material och monteringen upp var för sig. Så kan man exempelvis göra vid stora objekt när materialet är valt innan byggentreprenören är utsedd och när materialleverantören behöver lång leveranstid. Stenmaterialet kan då överlåtas då i ett senare skede på stenentreprenören.

Erfarenheterna visar att en sammanhållen stenentreprenad där såväl material som arbete, ingår fungerar bäst. Man slipper då gränsdragningar när det gäller ansvarsfördelning, kostnader för förseningar, ändringar, mm.

Handlingar

Möjligheten att infästa stenbeklädningen bör studeras redan då byggnadens stomme konstrueras. Då värderas också vilken monteringsmetod som ska tillämpas. Fackkunskap på detta område finns dels hos stenmonteringsföretagen dels hos NS-konsulter, som kan vara till hjälp under projekteringen. Fullständiga handlingar för stenarbetena kan upprättas av projektören, av NS-konsult eller ingå i stenentreprenörens åtagande.

De uppgifter som projektören måste lämna som underlag för den detaljerade NS-projekteringen

är:

- Uppgift om stensort och ytbearbetning.
- Fasadritningar som visar plattform (fogindelning) samt plattjocklekar.
- Detaljritning (typsnitt) som visar bakmur och anslutningar till andra byggnadsdelar med uppgift om var infästningar kan göras.
- Uppgift om ventilationsspringors läge.

- Uppgift om fogutförande och fogmaterial.

Som nämnts ovan krävs för stenentreprenadens genomförande ytterligare detaljprojektering, som bl a resulterar i:

- Detaljmåttatta ritningar och specifikationer för tillverkning av naturstensplattor. (NSA-handlingar)
- Konstruktionsritningar med statiska beräkningar för infästningar. (NSK-handlingar).
- Detaljritningar visande monteringsystem och infästningsanordningar. (NSK-handlingar).

Redovisning av stenmaterial

Eftersom natursten är ett naturmaterial med variationer i kulör och textur måste beställarens önskemål anges noggrant i anbudshandlingarna. Namnet på en stensort och ytbearbetning räcker ofta inte för att beskiva materialet. Särskilt importerade stensorter saluförs ibland under olika namn och ibland kan ett namn betyda olika saker i olika sammanhang.

aktuella stensorten tidigare använts är ofta en utmärkt beskrivning.

Dessutom bör i handlingarna anges att entreprenören ska överlämna prover på erbjuden stensort som visar variationerna i kulör och textur. Hur

dokumentation beror på stensorten och dess variationer.

För att ytterligare understryka och betona hur viktigt det är att klargöra dessa förhållanden mellan avtalsslutande parter rekommenderar SSF att

Skrivningen förmedlar ett ömsesidigt ansvarstagande och stentreprenören kan vara både beställare och leverantör, beroende på om avtalet skrivs med stenleverantör eller byggtreprenör (=kund).

Valda stensorter ska godkännas av avtalsslutande parter, kallade beställare resp leverantör nedan, genom:

-Signerade referensprover och/eller

-Besök vid stenbrott resp produktionsanläggning där stenmaterialet sak brytas resp tillverkas och/eller

-Angivande av byggnadsobjekt som kan tjäna som referens för stenmaterialet.

I samtliga fall ska referensmaterial/prover åtföljas av en skriftlig beskrivning som anger stenens visuella egenskaper, karaktär, variation och avvikelser.

Beställaren måste vara medveten om att natursten är ett i naturen förekommande material och att variationer i t ex kulör och textur är en följd av situationen för tillfället i stenbrottet samt att förutsättningarna för blockproduktion varierar från tid till annan.

Referensprover kan endast ge en indikation om t ex kulör och textur hos den valda stensorten och kan således

ej direkt jämföras med individuella stenplattor i leveransen till projektet. Det är oundvikligt att t ex kulör och textur kommer att avvika från referensprover och leverantören påtar sig inget ansvar för sådana avvikelser med mindre än att särskild överenskommelse har träffats om detta. Sådan överenskommelse bör lämpligen dokumenteras.

*I många fall kan det vara lämpligt att tala om **positiva resp negativa referensegenskaper.***

Leverantörens ansvar är att leverera det specifika stenmaterial med den i avtalshandlingarna angivna handelsbenämningen samt att se till att leverans sker från den/det avtalade brytningsorten/stenbrottet.

Leverantören ansvarar för att urvalet sker så att inte enstaka plattors utseende markant avviker från helheten.

Leverantören ansvarar dessutom till fullo för teknisk bearbetning, ytfinish och mått i enlighet med avtalade förutsättningar.

Rengöring och underhåll

Natursten är ett fasadmaterial med mycket god beständighet som kräver lite underhåll. Det är dock inte helt underhållsfritt. Ett regelbundet och rätt utfört underhåll hjälper till att hålla fasaden snygg, fräsch och representativ i många år. Nedanstående råd för rengöring och underhåll är kortfattade. Utförligare beskrivning finns i *Stenhandbokens häfte 5, Restaurering och underhåll.*

Under byggnadstiden

Beklädnaden ska fortlöpande under byggnadstiden rengöras från bruksrester etc. Cementbruk används bl a som fästmedel för naturstensplattor för att det ger mycket god vidhäftning. Det kan vara omöjligt att avlägsna om det får hårdna på stenen.

Vid rengöringen används rent vatten, eventuellt med tillsats av neutralt rengöringsmedel, som diskmedel el-

ler Allrent, såvida tillstånd ej erhållits att använda annat tvättmedel. För borttagande av fläckar bör stenleverantörens anvisningar inhämtas.

Beklädnaden ska under och efter monteringsarbetet skyddas mot nedsmutsning och fläckning från sidoordnat arbete, t ex putsning och målning.

Klotterskydd-impregnering

De nedersta partierna av fasader i stadsmiljö är utsatta för vandalisering i form av klotter ("graffitti") och affischering. För att, i någon mån, skydda sig mot detta kan dessa fasaddelar behandlas med s k klotterskydd.

Klotterskydd finns av två typer. Den ena, och vanligare, sorten består av ett silikonimpregneringsmedel med tillsats av vax. En stenyta som är impregnerad med sådant medel blir hydrofob (vattenfrånstötande) varför klotter samt lim till affischer o d fäster

mycket dåligt och lätt kan avlägsnas.

Den andra sorten bygger på en speciell sockerlösning som får torka på fasaden. Klotter o d tvättas sedan lätt bort med vatten i och med att impregneringen är vattenlöslig och då följer med. Den måste alltså kompletteras efter varje tvätt.

Klotterskydden ger i allmänhet en mörkfärgning (vätning) av stenytan. De får inte påföras i för tjocka lager. Då kan de bilda misspyrdande beläggningar.

För att fördröja nedsmutsningen av porösa stensorter kan ytan impregneras med silikonpreparat (silaner). Dessa gör stenytan hydrofob, varför regnvatten sköljer bort smutsen i stället för att den tränger in i stenens porer.

Impregnering och klotterskydd av icke ventilerade fasader måste göras med urskiljning. I massiva murverk sker vanligen en viss fukttransport,

Visserligen släpper silaner och liknande igenom fukt i ångform, men i värsta fall kan en ansamling av salter ske bakom det impregnerade skiktet i porösa stensorter.

Löpande underhåll

En regelbunden avtvättning av fasaden med rent vatten hjälper till att hålla den ren och representativ samt gör ofta tids- och kostnadskrävande stora rengöringsinsatser onödiga. Sådan rengöring utförs lämpligen med hetvatten i högtrycksspruta.

Olika stensorter och ytbearbetningar smutsas olika snabbt i olika miljöer varför rengöringsintervall måste avgöras från fall till fall.

Bottenvåningsbeklädnader runt skyltfönster o d är ofta utförda med slät ytbearbetning, som polering eller slipning. Sådana fönster tvättas regelbundet varvid man i allmänhet låter det smutsiga tvättvattnet rinna ner på beklädnaden. Ett enkelt sätt att hålla sådana beklädnader snygga och representativa är att låta fönsterputsa- ren tvätta av stensorten också med jämna mellanrum. För detta kan



90. *Vackert eller fult? Smaken är olika, med detta var inte arkitektens avsikt och målningen kan vara svår att få bort.*

han använda samma metoder och rengöringsmedel som han använder till fönstren. Kostnaden för detta är mycket rimlig för att visa butikens rätta ansikte .

Storrensöring

Som ovan sagt behöver man i all-

de storrensöring om fasaden regelbundet tvättas av med enkla medel. Om storrensöring ändå måste tillgripas bör ett särskilt program för detta upprättas där metoder och medel noggrant anges. Entreprenörer som inte vill, eller kan, tala om vilka medel man tänker använda ska aldrig anlitas.

Allmänt kan sägas att "hårda" metoder, där starka syror eller vanlig sandblästring används, kan ge allvarliga skador och sällan behöver tillgripas.

För råd i dessa frågor kan konsult, specialiserad på stenrestaurering anlitas.

Fläckborttagning

Närdet gäller fläckborttagning måste alltid rengöringsmedlet anpassas till fläckens art. Något generellt fläckborttagningsmedel som är verksamt på alla typer av fläckar och på alla underlag finns inte.

Liksom vid annan rengöring ska syror undvikas, särskilt på kalkhaltiga stensorter. I allmänhet blir påverkan på stenen större än på fläcken.

Erfarenhetsåterföring

Natursten som fasadmateriel har i allmänhet mycket goda egenskaper och man har lång erfarenhet av hur materialet ska användas. Givetvis tål inte stenen vad som helst och den kan inte heller användas hur som helst med gott resultat. Nedan följer redovisning av några fallgropar till vägledning för den som står i begrepp att använda natursten som fasadmateriel.

Toleranser

Stenfasader monteras med relativt smala fogar. Stenen tillverkas också med snäva toleranser. Ofta är fogindelningen mycket strikt med genomgående fogar både vertikalt och horisontellt.

Toleranserna vid byggnadsstommens uppförande är inte lika snäva som vid stenmonteringen, vilket ibland

kan orsaka konflikter.

Fönsterplaceringen är en sådan kritisk punkt som kan vålla problem. Fönsterpelarna är i allmänhet smala med endast en stenplatta i bredd. Om dessa är genomgående så måste stensorten linjera hela vägen. Detta ställer krav på att fönstren är monterade med stor noggrannhet i sidled. Annars måste plåtbleck eller anslutningsfogar med varierande bredd ta upp dessa avvikelser.

En annan punkt där skillnaderna i toleranser mellan stomme och fasadbeklädnad kan ställa till problem är i byggnadens hörn. Stensorten måste här monteras exakt vertikalt. Detta innebär att stommen måste vara uppförd till hela sin höjd innan stenmonteringen påbörjas. Först då kan en exakt lodlinje bestämmas.

Socklar

Marksocklar är utsatta för stora påfrestningar, särskilt i stadsmiljö. Snöröjnings- och sopfordon orskar tryck på markbeläggningen, som i sin tur fortplantas till beklädnaden. Ibland kan dessa också köra emot sockelplattorna. Ofta resulterar detta i att krammeldubbarna trycks ut vid plattkanterna. Den på sid 36 beskrivna fogen mellan beläggning och beklädnad ligger vanligen utanför tomtgränsen och ingår därför inte i entreprenaden. De som utför gångbanebeläggningen, ofta gatukontoret, får därför inte reda på att en sådan fog ska utföras och därför kommer den sällan dit. Man bör därför se till att informationen om detta når fram till rätt instans.

Ofta ritas det i bygghandlingarna in en betongklack att ställa sockeln på. Det är dock inte så ofta som den



91. Om sockelplattor utsätts för alltför stort tryck kan dubbarna tryckas genom plattan.



92. Krökta plattor av Carraramarmor.

kommer dit, vilket beror på att formsättningen då blir komplicerad. I stället löser man problemet när stenen monteras genom att ställa plattorna på kramlor i stället. Därvid riskerar man dels att stenen inte får det bakstöd som är avsett och dels att plattorna utsätts för uppträck orsakat av tjälskjutning.

Missfärgningar

Missfärgningar drabbar emellanåt stenebklädnader. Det är vanligen svårt att genom kemisk analys och härleda färgningens art och ursprung. Ljusa stensorter är mest utsatta för detta. För att färga en sådan sten behövs mycket små mängder av det färgande ämnet eftersom detta suger in i kornfogarna och sedan syns igenom de mer eller mindre transparenta kristallerna. För att spåra orsaken får man i stället studera skadebilden och söka kartlägga händelseförloppet.

Tidigare har nämnts att fenolhartser i mineralullsisolering kan orsaka missfärgningar om isoleringen sätts i förbindelse med stenen genom t ex bakgjutningsbruk. Detta beroende på att ohärdade rester av dessa hartser löses av alkalisk fukt. Fenomenet gäller även hårda skivor av typ "elefantmatta" och vissa andra isoleringar t ex korkisolering.

Andra byggmaterial som kan innehålla fenolhartser är t ex träfiberskivor.

Bruna och gulbruna färgningar kan bero på olika fenomen. Humusmaterial i sand till bruk är en tänkbar orsak, men rost är nog den vanligaste. Rosten kan hamna i stenytan på olika sätt. Lagring av järn, t ex armering, ställningsrör, smidesräcken e d, på eller över stenen är ett vanligt sätt, liksom att man kapat staldetaljer med rondellmaskin och spån därvid har sprutat på stenplattorna. I sällsynta fall kan stenen i sig innehålla rostande järnmineral. Många stensorter innehåller järnmineral, som som är stabila och ej orsakar rostning i normal miljö, men som vid tvättning med starka syror kan börja rosta och missfärga stenen.

Porösa stensorter, främst sandstenar, har stor vattenabsorption och måste skyddas vid motgjutning, antingen det gäller på bygget eller när de monteras i betongelement. Vattentransporten från bruket/betongen suger igenom plattan och ger upphov till fuktfläckar på framsidan. Salter som löses ur cementet kan också följa med och dels orsaka utfällningar, dels göra ytan hygroskopisk, varvid den kan anfuhtas vid hög luftfuktighet. Vattnet kan också transportera missfärgande ämnen som avsätts på stenytan när vattnet dunstar. Det har till och med inträffat att vattnet som använts vid betongtillredningen i sig har innehållit kopparföreningar som orsakat grönfärgning av stenen.

Krokig marmor

En speciell marmorsort, ljus Carraramarmor, har i flera fall visat sig ha mindre bra egenskaper som fasadmateriale.

Med tiden kröker sig plattorna kraftigt och sprickanvisningar uppträder vid dubbhålen. Krökningen kan uppgå till en pilhöjd på mer än 20 mm vid 1 m plattlängd och är alltid störst på fasader mot söder och väster. Fenomenet har konstaterats på ett flertal byggnader i Skandinavien, men aldrig på någon annan stensort. Krökningen upptäcks vanligen när fasaden har blivit 10-15 år gammal. I en del fall har man också konstaterat att materialets böjhållfasthet har minskat till ca 1/3 av den ursprungliga.

Omfattande undersökningar har gjorts för att klarfärga orsaken till detta fenomen. Någon säker uppfattning om orsaken har man dock inte kommit fram till. Mycket talar dock för att det är inneboende spänningar i materialet som utlöses vid temperaturvariationer som orsakar skadorna. I och med att man inte säkert känner till orsakssambanden har man inte heller någon provningsmetod för att bedöma om ett stenmateriale i framtiden kommer att uppträda på detta sätt. Det enda man kan göra är att avråda från att använda ljus Carraramarmor som fasadmateriale.



93. Beklädnad som utsätts för belastning från ovanliggande material trycks ut.



94. Bakgjutning med cementbruk kan orsaka misspyrdande fuktfläckar.

Litteraturförteckning

Litteratur om naturstensfasader finns i många länder i form av anvisningar. Monteringsmetoderna kan i vissa fall skilja sig från svenska förhållanden, men i många länder används monteringsystem som liknar de som beskrivs i detta häfte.

Genom kontakt med stenindustrins branschorganisationer i resp land kan i allmänhet sådana anvisningar inhandlas.

I många länder finns dessutom stentidskrifter som redovisar nyheter inom branschen. Genom dessa kan man fortlöpande följa utvecklingen, både vad gäller stenmaterial och monteringsmetoder.

Leverantörer av monteringsystem och -detaljer har ofta instruktiva skrifter som kan vara till stor hjälp vid konstruktion av naturstensfasader.

Genom att studera infästningssystem för andra material än natursten kan man också få idéer, som kan utvecklas.

Vidstående förteckning över skrifter redovisar endast ett urval som kan vara till hjälp vid konstruktion och montering av stenfasader.

Nybyggnadsregler BFS 1988:18 med Ändringar BFS 1990:28
Boverket 1988 resp 1990

Byggvägledning 6:1 & 6:2 Allmänna regler för bärande konstruktioner & laster
Sven-Olof Björk
AB Svensk Byggtjänst 1990

Byggvägledning 6:5 Murverkskonstruktioner
Arne Cajdert
AB Svensk Byggtjänst 1990

Bestämmelser för stålkonstruktioner, BSK
Statens Planverk (Boverket) 1987

Dimensionering enligt BSK
Stålbyggnadsinstitutet, SBI, april 1990

Byggsvetsnorm 1981, StBK-N2
Statens Stålbyggnadskommitté
Svetskommissionen, 1981

Bestämmelser för betongkonstruktioner, BBK 79, utgåva 2
Statens Betongkommitté, 1990

Hus AMA 83
Allmän material- och arbetsbeskrivning för husbyggnadsarbeten
AB Svensk Byggtjänst, 1983

RA83 Hus
Råd och anvisningar till Hus AMA 83
AB Svensk Byggtjänst, 1983

Tidskriften STEN
(Utkommer med 4 nr per år)
Sveriges Stenindustriförbund i samarbete med Stenindustriens Landsammanslutning (Norge)

Stenhandboken, övriga delar
(Allmänt, Färgbilaga, Inomhus, Anläggningar, trädgårdar, Restaurering, underhåll, Gravvårdar)
1983 - 1991
Sveriges Stenindustriförbund

Hus med naturstensfasader åldras med behag



Sveriges Stenindustriförbund 1991

(Tilltryckt, provisorisk, scannad upplaga 2011)

Text foto och redigering: Christer Kjellén
Teckningar: Henrik Wannfors
Referensgrupp: Håkan Ahlqvist, Lars-Åke Aronsson, Jan-Anders Brundin,
Erik Nilsson, Per-Olov Reffel, Per Sandström