

# INNEHÅLL

<b>FÖRORD</b>	7
<b>0. INTRODUKTION</b>	11
<b>1. MURHANTVERKETS URSPUNG OCH UTVECKLING</b>	19
<b>2. MURVERKETS MATERIAL – MURSTEN OCH MURBLOCK</b>	105
<b>3. MURVERKETS MATERIAL – MUR- OCH PUTSBRUK</b>	135
<b>4. MURVERK SOM BÄRANDE KONSTRUKTION</b>	159
<b>5. BYGGNADSFYSIKALISK UTFORMNING AV MURVERK</b>	191
<b>6. FÖRBANDSMURNING</b>	215
<b>7. RÖRELSER I MURVERKSKONSTRUKTIONER</b>	233
<b>8. PUTS PÅ MURVERKSKONSTRUKTIONER</b>	247
<b>9. HANTVERK I NUTIDA BYGGANDE</b>	261
<b>10. SAMSPEL ARKITEKTUR, KONSTRUKTION, MATERIAL OCH HANTVERK</b>	289
<b>11. PROJEKTERING AV MURVERKSKONSTRUKTIONER</b>	329
<b>VINJETTER</b>	414
<b>LITTERATUR</b>	415

## INTRODUKTION

Bakgrunden till mitt arbete med boken *Murat byggande* är att jag under perioden 1996–2002 hade förmånen att arbeta med ett tvärvetenskapligt FoU-projekt om murverk vid Avdelningen för Konstruktionsteknik, Lunds Tekniska Högskola/Lunds universitet. Arbetet i LTH-projektet skapade en plattform med inriktning mot murat byggande för mig, en plattform som jag fortsatt kommit att bygga vidare på och som resulterat i ett antal följdprojekt. Samtidigt har jag hela tiden parallellt arbetat som byggnadskonstruktör, vilket gett goda möjligheter för tillämpningar i praktiskt genomförda projekt. Kombinationen mellan FoU och praktiserande verksamhet har varit mycket stimulerande.

Som en följd av att jag varit starkt engagerad i murat och putsat byggande har jag också under en rad år varit aktiv som föreläsare bland annat vid arkitektskolor, bygg- och civilingenjörsutbildningar samt branschseminarier för yrkesverksamma. En mycket viktig erfarenhet skapades också i samband med att jag tillsammans med Tommy Johansson, mångårig murningslärare vid Bräcke gymnasiet i Göteborg, fick uppdraget att genomföra en fortbildningskurs för hantverkare inom branschorganisationen Mur & Putsföretagen. Cirka 2 000 hantverkare i deras medlemsföretag genomgick under åren 2012–2018 denna utbildning. De diskussioner som fördes i dessa sammanhang har varit ovärderliga och har satt betydande avtryck i det föreläsningmaterial, artiklar i fackpress och tekniska rapporter m m som jag därefter har utarbetat.

Erfarenheter från utåtriktad verksamhet som föreläsningar och seminarier indikerar för mig att det finns en hel del personer med riktigt djupgående intresse för tegel och murverk. Det är min förhoppning att denna kategori kan komma att läsa boken i sin helhet. Men under skrivandet har jag också strävat efter att det ska fungera att läsa vissa delar isolerat, för att till exempel få underlag för speciella ställningstaganden i projekteringsfrågor respektive utförande av murverkskonstruktioner.

I delar av boken förutsätts att läsare har vissa fackkunskaper om byggnadsteknik och hållfasthetslära. Men det har varit min målsättning att även intresserade lekmän ska ha möjlighet att ta del av den dominerande delen av framställningen.

Nedan ges en översiktlig beskrivning av innehållet i de olika kapitlen. Framställningen är tänkt att utgöra ett flöde från grundläggande kunskaper om historik,

material och metod till insikter om teoretiska och praktiska aspekter som är viktiga vid nutida användning av murverkskonstruktioner.

## **Kapitel 1. Murningshantverkets ursprung och utveckling**

Murningshantverket har en bortåt 10 000-årig historia, med början i Mellanöstern. I kapitlet skildras viktiga delar av den resa som tegel- och murningshantverket gjort under denna tid till våra trakter i nordvästra Europa, i stora drag från Mesopotamien till Mälardalen. Det historiska sammanhanget, kontexten, ser jag som en viktig utgångspunkt i en diskussion om hur vi kan använda murningshantverk i dag. Det är också fördelaktigt om de olika yrkeskategorierna som är inblandade i processen har någorlunda överensstämmande referensramar i dessa frågor.

## **Kapitel 2. Murverkets material – mursten och murblock**

Hur råvaror och tillverkningsprocessen påverkar teglets och murblockens egenskaper är en annan viktig utgångspunkt för utformning och användning av murverk i nutida byggande. Tegel är det mest komplexa av de här aktuella materialen och dominerar därför framställningen. I kapitlet görs också en genomgång av motsvarande karakteristika för murblock av lättbetong, lättklinkerbetong och kalksandsten.

## **Kapitel 3. Murverkets material – mur- och putsbruk**

Murningsenheterna, det vill säga tegel respektive block, fogas samman, och i förekommande fall putsas, med ett från början löst bruk vars hållfasthet efterhand växer till. Råvaror och tillverkningsprocess har stor inverkan på det färdiga murverkets egenskaper. Materialkemin i detta område är komplex, i kapitlet sammanfattas viktiga aspekter med sikte på att ge en översiktlig förståelse för hur olika råvaror och tillverkningsprocesser inverkar på det färdiga murverkets egenskaper.

## **Kapitel 4. Murverk som bärande konstruktion**

I äldre byggnadsteknik användes murverk normalt som bärande konstruktioner. I dag används tegel framför allt som icke bärande skalmurverk utanför byggnadsstommar av andra stomtyper, ofta med helt annan materialkaraktär. Men även i rollen som renodlat fasadskikt är tegelmurverks egenskaper ur mekanisk synpunkt väsentliga. Murverkskonstruktioner kan dessutom också i dag användas som bärande konstruktionselement. Framställningen i kapitlet siktar på att ge en övergripande förståelse för murverks konstruktionstekniska egenskaper, som lastbärande kapacitet och stabilitet. Den som vill lära sig mer detaljerat om teknisk konstruktionsberäkning av murverk hänvisas till handboken *Utformning av murverkskonstruktioner enligt Eurokod 6*.

## **Kapitel 5. Byggnadsfysikalisk utformning av murverk**

I detta kapitel görs en genomgång av viktiga aspekter avseende främst värmeisolering, fuktskydd och lufttäthet för klimatavskiljande murverksväggar. Murverk, utfört på korrekt sätt, har goda egenskaper i dessa avseenden; framför allt om de används i ytterväggar med uteslutande mineraliska, icke organiska komponenter. Frånvaron av organiskt innehåll är fördelaktig med tanke på att grogrund för mikroorganismer därmed saknas i konstruktionsdelen. I detta avseende är skillnaden stor i jämförelse med byggnadsteknik som baseras på trä och träbaserade material. Med uteslutande mineraliska material i klimatomslutande väggar är förutsättningarna goda för att man ska erhålla sund och komfortabel inomhusmiljö.

## **Kapitel 6. Förbandsmurning**

Förbandsmurning är kanske äldre tegelkonstruktioners främsta kännetecken. Bakgrunden är att fogarna i traditionellt tegelmurverk utgör kedjans svagaste länk. Därför ska de vertikala fogarna spridas i sidled i intilliggande skift, så att genomgående svagheter undviks. I äldre murverk hade förbandsmurningen annorlunda betydelse, genom att tvärställda tegelstenar (koppstenar) band ihop murverket i djupled. I dag har inslag av koppsten i skalmurverk uteslutande betydelse ur gestaltningssynpunkt. Men för att ta ställning i frågan om vi vill ha mönsterverkan eller undvika det kan det vara viktigt att bygga på kunskaperna om traditionell förbandsmurning.

## **Kapitel 7. Rörelser i murverkskonstruktioner**

Moderna skalmurar har sämre förmåga att klara rörelser än äldre, massiva tegelkonstruktioner. De rörelsefogar, »dölfogar«, som därför ofta läggs in i moderna skalmurverk påverkar människors upplevelse av murade fasader på negativt sätt. För att bedöma behovet av rörelsefogar rationellt är det viktigt att vara klar över vilka fysikaliska faktorer som orsakar rörelserna och vilka storleksordningar dessa har. Förutom behandlingen av dessa frågor görs i kapitlet också en genomgång av rekommendationer i branschhandböcker avseende inplacering av rörelsefogar. Diskussionen om hur man minskar behovet av rörelsefogar förs sedan vidare i kapitel 11.

## **Kapitel 8. Puts på murverkskonstruktioner**

I kapitlet redogörs för olika alternativa val av puts på murverkskonstruktioner, principiell uppbyggnad med olika skikt och fackmässiga putsbegrepp. Vidare sammanfattas viktiga aspekter vid val av puts och hantverksmetoder för olika sorters murblock, som lättbetong, lättklinkerbetong och tegelmurblock. Framställningen koncentreras till mineralisk puts på murverk. Så kallad organisk puts behandlas inte, inte heller puts på isolering respektive puts på olika skivmaterial.

## **Kapitel 9. Hantverk i nutida byggande**

Oputsade tegelfasader och puts på murblock har blivit vanligare i Sverige under den senaste femtonårsperioden. Trots att de större aktörerna i byggbranschen länge strävat efter att minimera hantverksinslagen i byggandet har murningshantverket åter visat sig gångbart i nyproduktion. I kapitlet diskuteras hantverkarrollen i det nutida byggandet, dels med en historisk tillbakablick som utgångspunkt och dels med tanke på behovet av hantverksbaserade kvaliteter i det nutida byggandet – inte minst om långsiktig hållbarhet ska åstadkommas.

## **Kapitel 10. Samspel arkitektur, konstruktion, material och hantverk**

Det finns enligt min erfarenhet ett underskott på det som kallats taktila kvaliteter i den stora volymen nutida byggande. Inte minst avser detta detaljlösningar, till exempel insättning av fönster i vägg eller hur tegelfasader avslutas mot sockel. Vad som uppfattas vara teknisk säkerhet och enkelt utförande premieras framför mjukare värden, som att detaljer uppfattas vara välproportionerade. Kommunikationen mellan olika yrkeskategorier är central, utförda detaljlösningar i vardagliga byggprojekt vittnar inte sällan om brister i detta sammanhang. I kapitlet diskuteras begrepp som autenticitet, materialitet och tektonik. Detta är en diskussion som naturligtvis kan föras för alla grupper av byggmaterial. Men de förändrade sätt som tegelmurverk och puts används på i dag medför att denna diskussion är särskilt angelägen att föra just för dessa materialslag. Bland annat diskussioner med arkitekter i en lång rad praktiskt genomförda projekt har gett mig anledning till reflektioner i detta sammanhang, som i stor omfattning utgör bakgrund till kapitlet.

## **Kapitel 11. Projektering av murverkskonstruktioner**

I det avslutande kapitlet är målsättningen att bryta ned grundläggande karakteristika för materialen samt kunskaper om hantverket och dess historik till praktiska insikter om vad som är viktigt vid utförande av nutida murverkskonstruktioner. Vidare sammanfattas krav i normer samt andra viktiga aspekter som bör beaktas. Diskussionen förs här också vidare om hur gestaltungsaspekter kan beaktas när murverkskonstruktioner projekteras, på system- och detaljnivå. I kapitlet görs även en genomgång av viktiga byggnadstekniska aspekter vid arbete med äldre, fullmurade murverkskonstruktioner.

## HANTVERK I NUTIDA BYGGANDE

Inslag av hantverk i det nutida byggandet är ingen självklarhet, utvecklingen har länge gått mot att reducera eller helt eliminera hantverksmomenten. Betongelement med ingjuten tegelbeklädnad och tunnputs på skivmaterial är exempel på strävanden i denna riktning. Men i den förnyade aktualitet som murverkskonstruktioner fått under senare år har murningshantverket ändå behållit en stark ställning. Och det är något i den mänskliga strävan att bearbeta materialen till byggd miljö som inte enkelt kan ersättas av industriella processer, styrda av algoritmer. Inte minst tror jag att denna typ av frågor är väsentliga för utvecklingen framöver i de bostadsområden som uppförs, så att tidigare misstag undviks. Spår av synligt hantverk är viktigt för att framtida generationer ska värna de byggnader som uppförs i dag.

I *Svensk ordbok*, utgiven 2021 av Svenska Akademien, förklaras hantverk som »arbetsform vid produktion där arbetet utförs i liten skala med tekniskt enkla hjälpmedel och kräver god yrkesskicklighet«.

Formuleringen »tekniskt enkla hjälpmedel« bör i denna kontext kunna ses i relation till mer avancerade tekniska processer i det moderna samhället. De hjälpmedel som avses kan i enlighet med detta hanteras i relativt okomplicerade sammanhang.

Ser man specifikt till bygghantverk är det uppenbart att det under ett antal decennier skett en betydande utveckling av maskiner, verktyg och andra hjälpmedel. Det är utrustning som i och för sig kan innehålla avancerad teknik, avsedda för storskaliga tillämpningar. Men många av de hjälpmedel som tillkommit är tillgängliga också i mer småskaligt byggande och kan bidra starkt till förvånansvärt hög effektivitet. Inte minst är det tydligt att digital teknik kommit till användning under senare år, i utrustning som ökar kapaciteten i hantverkarrollen betydligt.

Generellt har dock inslagen av utvecklat hantverk i den nutida storskaliga delen av byggproduktionen minskat, betraktat under exempelvis de senaste 60 åren. Det beror till stor del på utvecklingen inom byggmaterialindustrin. Material och metoder

som präglas av högre grad av industriella processer har efterhand tagits fram och fått genomslag, i syfte att minska erforderlig tid på byggplats.

En väsentlig aspekt i dessa frågor är betydelsen av hantverksmässig omsorg med tanke på hur byggnader används och upplevs i det långa loppet. Inslag av hantverk kan i och för sig ersättas av kvaliteter som skapas av genomtänkta strategier i industriellt baserad byggproduktion. I det avseendet kan dock inte utvecklingen sägas ha varit framgångsrik. Byggföretagens egna preferenser avseende rationalitet styr, inte hänsyn till långsiktigt samhällsperspektiv. Effekten av detta kan bli problematisk i framtiden, risken är överhängande att vi gör om misstag från 1960-talet.



**Figur 9:1.** Bostadshus, Ranarp, 2022, jais landén arkitekter, murare Murar'n, Mellbystrand. Kanal-mur ½-sten tegel med invändig säckskurning. Öppen spis integrerad med bakmuren, stenplattor i golv inpassade i trägolv utan list.



**Figur 9:2.** Markuskyrkan, Björkhagen, 1961, arkitekt Sigurd Lewerentz. Hårdbränt tegel, utdraget fogbruk. Bilden visar en del av en fasad där olika, udda tegelformat murats in.

Också inom området murat och putsat byggande har det skett förändringar avseende material, maskiner och hjälpmedel. Men de avslutande momenten, själva hantverkarens avtryck i den slutliga produkten, är fortfarande i dag i huvudsak desamma som i äldre tider. Det finns bland annat därför anledning att diskutera betydelsen av muringshantverk i det nutida byggandet; med frågor som hur man kan skapa de kvaliteter vi söker, vari består de, vilken roll spelar den individuella hantverkaren?

I detta sammanhang intressanta iakttagelser och ställningstaganden återfinns i boken *The Craftsman*, utgiven första gången 2008.<sup>1</sup> Författare är sociologen Richard Sennett, professor vid New York University och London School of Economics. *The Craftsman* utgör den inledande boken i en trilogi som behandlar ett ämnesområde som Sennett kallar »material culture«.

Många av de reflektioner och ställningstaganden som görs i *The Craftsman* är angelägna att sätta i samband med förhållandena i den svenska byggbranschen, inte minst inom ämnesområdet murat och putsat byggande. I detta kapitel ska jag referera och diskutera en del trådar som beskrivs i boken, sedda ur delvis specifikt svenskt byggperspektiv.



## Sambandet mellan huvud och hand ofta eftersatt

I inledningen av *The Craftsman* konstaterar Sennett att den västerländska civilisationen historiskt sett haft svårigheter att uppmärksamma vad han betecknar som samband mellan huvud och hand. Detta har bland annat visat sig i bristande förmåga att erkänna och uppmuntra hantverksskicklighet.<sup>2</sup>

Praktiskt hantverk hade i och för sig hög status i det arkaiska Grekland, men under den därefter följande klassiska tiden fick hantverkets utövare efterhand försämrad ställning. Teoretiskt vetande kom att värderas betydligt högre än praktiskt kunnande, främst motiverat av att materiella saker påverkas av tidens tand, de bryts ned. Medan idéerna enligt den antika grekiska synen är bestående över tid.<sup>3</sup>

Motsvarande uppdelning mellan teori och praktik, med teorin som överordnad, präglade också hantverkets villkor i det antika Rom, vilket bland annat är tydligt uttalat av Vitruvius i *Tio böcker om arkitektur*.<sup>4</sup>



**Figur 9:3.** Interiör från Pantheon, Rom, uppförd 118–128 e Kr. Kolonnerna är profilerade och utförda med starkt bearbetade kapitäl. I murverket bakom avtecknar sig fler lager av valvbågar. Foto: Mattias Hedberg Ek.

## Materialens ställning i kulturen

Engelskans »material culture«, som är centralt för Sennett, kan översättas till materialkultur eller kanske hellre materiell kultur. Användning av det närbesläktade ordet materialism, på såväl svenska som engelska, ger i dag dels kopplingar till marxism och dels till konsumtion av varor och prylar. Båda fallen kan fördunkla innebörden av det begrepp som Sennett avser.<sup>5</sup>

Beträffande »culture« kan sägas att det i stort används framför allt i två olika betydelser; dels i samband med begreppet konst av olika slag och dels som beteckning för religiösa, politiska och sociala sammanhang vilka binder samman människor och folkgrupper. Enligt Sennett nonchaleras ofta i sociala vetenskaper de olika produkter som framställs inom området »material culture«. I stället betonas de processer som involveras i skapandet av dessa som speglingar av sociala normer, ekonomiska intressen eller religiös övertygelse. Medan själva hantverket i övrigt, inbegripet den faktiska hantverksprocessen och objekten som frambringas, ofta inte räknas in i begreppet.<sup>6</sup>

Utförande av hantverk betraktas enligt denna syn som en mer eller mindre mekanisk, själlös process, underordnad teori samt andra kulturella processer och yttringar. Det är en tekniksyn som knappast delas av kvalificerade hantverkare. För dem är deras hantverk snarare nära kopplat till expressiva möjligheter, att åstadkomma kvalitetsprodukter i en eller annan form, produkter som leder till människors välbefinnande.<sup>7</sup> För hantverkare i praktiska yrken kombineras ofta hårt arbetes avtryck i handen med en uppövad fingertoppskänsla för materiella kvaliteter, enligt Sennett. Valkiga händer behöver således inte alls betyda nedsatt sensibilitet, inte minst med avseende på hantverksprocessen och arbetets produkter.<sup>8</sup>



**Figur 9:4.** Masthuggskyrkan, Göteborg, 1914, arkitekt Sigfrid Ericson. Över öppningen har murats ett rakt valv med liggande kopp och flatsidor vid upplagen. Naturstenens höjd och fog har anpassats till övrig skiftgång.

Sennett konstaterar i *The Craftsman* att det finns behov av att »vända blad« i dessa sammanhang, att omvärdera vanliga uppfattningar om begreppen material och kultur. Vi behöver betrakta dessa aspekter från en annan sida, genom att fråga oss vad själva processen att utföra konkreta saker kan avslöja om oss människor. Med min egen, relativt fria översättning av Sennetts ord:

*Med känsla för det sinnliga vill den kulturella materialisten kartlägga var det njutbara i tillvaron står att finna och hur det är uppbyggt. Nyfiken på sakerna i sig själva söker han eller hon förstå hur de kan generera religiösa, sociala eller politiska värden.<sup>9</sup>*

### **Hantverkarrollen har medeltida anor**

Hantverkarrollen, som vi känner den i dag i det västerländska samhället, har sin bakgrund i medeltidens hytta eller verkstad, engelskans »workshop«. Denna var hierarkiskt uppbyggt, med mästare överst, därunder gesäller och underst lärlingarna. De sistnämnda togs in i tidiga år, mästaren övertog delar av ansvaret för deras uppfostran från föräldrarna och hade till exempel rätt att utöva fysisk bestraffning.



**Figur 9:5.** Lögumkloster Klosterkirke, södra Jylland, kyrka från 1200-talet. Höga fönster under gotiska valvbågar inramas av formtegel, vartannat skift har utförts med glaserat tegel.