

Visualisering av materialval vid reparation av korrosionsskadade fönsterbalkar



Ingibjörg Bjarnadóttir Madsen

Avdelningen för Konstruktionsteknik
Lunds Tekniska Högskola
Lund Universitet, 2008

Avdelningen för Konstruktionsteknik
Lunds Tekniska Högskola
Box 118
221 00 LUND

Department of Structural Engineering
Lund Institute of Technology
Box 118
S-221 00 LUND
Sweden

Visualisering av materialval vid reparation av korrosionsskadade fönsterbalkar

Visualisation of choice of materials at retrofitting masonry beams damaged by
corroding reinforcement

Ingibjörg Bjarnadóttir Madsen

2008

Rapport TVBK-5164
ISSN 0349-4969
ISRN: LUTVDG/TVBK-08/5164+74p

Examensarbete
Handledare: Miklós Molnár och Johan Jönsson
Maj 2008

Förord

Denna rapport är resultatet av mitt examensarbete och har genomförts vid avdelningen för Konstruktionsteknik vid Lunds Tekniska Högskola. Arbetet bygger vidare på det tidigare genomförda examensarbetet "*Alternativa sätt att överbrygga öppningar i skalmurar av tegel*" (Andreas Hansson och Sven Hanzén, 2006).

Jag vill passa på att tacka mina handledare Miklós Molnár och Johan Jönsson för god handledning och stöd under arbetets gång.

Lund, maj 2008.

Ingibjörg Bjarnadóttir Madsén

Sammanfattning

Tegelskalmurar byggda mellan 1940 och 1980 uppvisar idag omfattande skador på grund av rostande armering och kramlor, framför allt ovanför öppningar där armering finns i det understa tegelskiftet. Då dessa skador reparerats har ofta valet av ersättningstegel och fogbruk inte överensstämmt med de ursprungliga materialen i fasaden. Ur gestaltningssynpunkt förändras fasaden till det sämre då helhetsintrycket av materialens samverkan förstörs.

Syftet med den här studien är att visualisera hur betydelsefullt valet av ersättningsmaterial är för helhetsintrycket av en fasad. Dessutom visualiseras en alternativ metod då de skadade tegelbalkarna ersätts med nya balkar av materialen stål och trä. Arbetet syftar även till att utveckla en generell arbetsmetod för visualisering av den här typen i datorprogram allmänt tillgängliga för byggprojektörer.

En inventering av skadade tegelfasader i Lund har gjorts. Utifrån denna inventering har två byggnader valts för att visualiseras i Autodesk Architectural Desktop 2007 (ADT 2007). För att åskådliggöra materialvalets betydelse, har ett bibliotek skapats med ett brett urval av bilder på tegelstenar och murbruk.

Studien visar att även mindre avvikelser från ursprunglig fogtyp samt murbrukets färg och struktur har negativ inverkan på reparerade tegelfasaders helhetsintryck. Fördelen som kan uppnås med hjälp av visualisering av olika ersättningsmaterial är en överblick av slutprodukten redan på ett tidigt stadium. Detta underlättar valet av ersättningsmaterial inför reparationsarbeten. Visualisering av olika materialkombinationer i tegelfasader skulle kunna användas som beslutsstöd även vid nyprojektering.

Nyckelord: Visualiseringsverktyg, skalmur, ersättningsmaterial, korrosion, ADT, tegelfasader, skalmurssprickor, tegelsten, tegel, fog och fönsterbalkar

Abstract

Brick facades built between 1940 and 1980 exhibit damages caused by corrosion in the reinforcement and ties. The problem mostly appears above openings, with reinforcement in the lowest joint. At repair, the choice of replacement bricks and mortars often doesn't match the original materials in the remainder of the façade. From an aesthetic perspective this means that the front changes to the worse and the interplay between the materials is altered.

The objective of this work is to visualise the choice of replacement material for the aesthetic impression of façades. Also, an alternative method when damaged bricks are replaced with steel or wooden beams is visualised. The work also aims at developing a work flow using a software program available for designers in the construction process.

An inventory of damaged brick facades in Lund has been carried out. From this stock two buildings have been chosen for visualisation in the software Autodesk Architectural Desktop 2007 (ADT 2007). To exemplify the impact of proper choice of replacement materials, a materials' library containing photographs of currently available bricks and mortars has been created.

It is shown that also minor differences concerning joint geometry and mortar colour or texture have a detrimental effect on the appearance of repaired facades'. The main advantage of visualisation consists in an early assessment of the expected result after repair. This information facilitates choice of proper replacement materials. Visualisation of different material combinations in clay brick facades can also be used in design of new buildings.

Key words: Visualisation tool, clay brick façade, replacement material, ADT

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund och problemställning	1
1.2 Syfte	1
1.3 Metod	2
1.4 Avgränsningar	2
2. Materialen	3
2.1 Teglet	3
2.1.1 Färg	3
2.1.2 Ytstruktur	3
2.1.3 Förband	5
2.2 Fogen	6
2.2.1 Fogtyper	6
2.2.2 Fogmått	7
2.2.3 Fogbrukets färg	7
2.3 Armering	8
2.3.1 Korrosion	9
3. Skalmurar	11
3.1 Öppningar i skalmuren	12
3.2 Skador	14
3.2.1 Sprickbildning	14
3.2.2 Rostsprängning	15
3.3.1 Platsarmerad tegelbalk	17
3.3.2 Förtillverkade balkar	17
3.3.3 Armerade betongbalkar	18
3.3.4 Stål- och träbalkar	19
4. Visualisering av materialval vid reparation av korrosionsskadade fönsterbalkar	21
4.1 Inventering	21
4.2 Visualisering av reparation med ersättningsmaterial	23
4.2.1 Val av objekt	23
4.2.2 Bildhantering	24
4.2.3 Modellen	26
4.2.4 Applicering av materialen	27
4.2.5 Resultat av visualiseringen med ersättningstegel	33
4.3 Visualisering av alternativa sätt att överbrygga öppningar	34
4.3.1 Val av objekt	34
4.3.2 Modellen	35
4.3.3 Resultat av visualiseringen av alternativa sätt att överbrygga öppningar	45

5. Manual för visualisering i ADT 2007	47
5.1 Olika sätt att betrakta objektet	48
5.2 Applicering av material på objektet.....	48
5.3 Ljus- och skuggsättning	55
5.4 Bakgrund till modellen	57
5.5 Rending.....	59
6. Slutsatser	61
7. Referenser	63

1. Inledning

1.1 Bakgrund och problemställning

Skalmurar med en tjocklek av halvstenstegel (120 mm) började användas på 1930-talet.

Efterhand ökade byggandet av skalmurar som fasadbeklädnad. Enligt en uppskattning (Gustavsson et al 2007) byggdes under perioden 1941 – 1975 cirka 80 miljoner m² skalmurar med tegel. Skalmuren armerades i liggfogarna både över och under fönsteröppningar men rostskyddades inte. Likaså användes icke korrosionsbeständiga kramlor för att stabilisera och fästa skalmuren i byggnadens bärande stomme. Det antogs att kalken i murbruket fungerade som kemisk korrosionsskydd, något som visade sig vara felaktigt.

Detta har lett till att rostande armering och kramlor orsakat stora skador i fasaden på fastigheter av skalmurstyp byggda mellan 1940 och 1980. Framför allt uppträder problemen ovanför öppningar där armering finns i det understa tegelskiftet. När murbruket blir genomkarbonatiserat börjar stålet att rosta, vilket leder till att tegelbalkarna trycks sönder av rostens volymökning.

Vid reparation av skalmurar byggda under den aktuella perioden har ofta valet av ersättningstegel och fogbruk inte överensstämmt med de ursprungliga materialen i fasaden. Ur gestaltningssynpunkt förändras fasaden till det sämre då helhetsintrycket av materialens samverkan förstörs. En fasads, och i vissa fall, ett helt områdes kulturhistoriska värde kan skadas vid felaktiga val av ersättningsmaterial.

Istället för att reparera fasaden med ersättningsmaterial går det att använda en alternativ metod där de skadade fönsterbalkarna ersätts med balkar av stål, trä eller betong. Eftersom detta är ett radikalt ingrepp i fasaden är den här tekniken ovanlig vid reparationer.

Vid nyproduktion förekommer metoden men då endast i form av betongbalkar.

Oavsett vilken reparationsmetod som väljs, finns ett behov av att redan på planeringsstadiet värdera effekten av materialvalet på fasadens framtida utseende. Ett visualiseringsverktyg skulle kunna möta detta behov.

1.2 Syfte

Syftet med den här studien är att visualisera hur betydelsefullt valet av ersättningsmaterial är för en fasads helhetsintryck. Dessutom visualiseras den alternativa metoden då de skadade tegelbalkarna ersätts med nya balkar av stål och trä. Arbetet syftar även till att visa tillvägagångssättet av visualiseringen i Autodesk Architectural Desktop 2007, (ADT 2007), som är ett specialanpassat datorprogram för byggbranschen.

1.3 Metod

En inventering av skadade tegelfasader i Lund har gjorts. Utifrån denna inventering har två byggnader valts för att visualiseras.

Vid visualiseringen har ett bibliotek med bilder på ett brett urval av tegelstenar och murbruk skapats.

Visualiseringen genomfördes i ADT 2007. En manual som beskriver tillvägagångssättet i ADT 2007 har sedan tagits fram.

1.4 Avgränsningar

Arbetet begränsar sig till att avhandla endast skalmurar av halvstens tegel med en bakomliggande bärande stomme.

Endast tegelmurverk med tryckt fog studeras.

Arbetet bygger vidare på det tidigare genomförda examensarbetet ”*Alternativa sätt att överbrygga öppningar i skalmurar av tegel*” (Andreas Hansson och Sven Hanzén, 2006). Valet av material som visualiseras på balken bygger helt och hållet på de fullskalemodeller som genomfördes i det examensarbetet.

2. Materialen

”En murverkskonstruktion kan aldrig bli bättre än materialen som ingår. Därför är materialvalet och samverkan mellan dessa mycket viktig”. (sidan 44, *Rätt murat och putsat*). I detta kapitel ges en inblick i hur teglets och murbrukets yta, färg och sammanfogning påverkar murverkets utseende.

2.1 Teglet

Tegel är ett keramiskt material som fås genom bränning av lera vid temperatur mellan 950 – 1100°C.

2.1.1 Färg

Det är leran som bestämmer teglets färg. Beroende på om leran är kalkfattig eller kalkrik får den olika kulörer efter bränning. Tegel som består av kalkrik lera får under bränning gul färg och tegel bestående av kalkfattig lera får en röd färg. För att få andra nyanser på teglet kan man blanda leror, komplettera kalkfattig lera med kalk, tillsätta färgpåverkande mineraler eller förändra bränningsprocessen. *Se bild 2. 1*



Bild 2.1 Exempel på olika kulörer på tegel

2.1.2 Ytstruktur

Ytstrukturen hos en tegelsten formas i de flesta fall vid tillverkningen. Strängpressning är idag en vanlig tillverkningsmetod där leran matas i en kontinuerlig sträng genom en press med munstycken som ger den önskade formen som t. ex hålen i håltegel. Sedan passerar lersträngen ett avskärningsbord där leran skärs i enheter och där eventuell ytbehandling sker i form av trådkärning, borstning, valsning etc.

Handslagning är en traditionell tillverkningsmetod där tegelstenarna får en mer individuell prägel än vid en normal strängpressning. Det förekommer fortfarande handslaget tegel på en del tegelbruk i Danmark och i de baltiska länderna. Ur en arkitektonisk synvinkel anses det ha fördelaktiga egenskaper. Man har därför försökt efterlikna det handslagna teglet genom att maskinpressa lera med hög fuktkvot.

Vanligt förekommande ytstrukturer hos tegel är bland annat slät, trådkuren, borstad, räfflad, präglad, slagen, handslagen, dämpad och sandad. *Se bild 2.2a – 2.2h.*



Bild 2.2a Räfflad yta



Bild 2.2b Sandad yta



Bild 2.2c Borstad yta



Bild 2.2d Präglad yta



Bild 2.2e Handslagen



Bild 2.2f Slagen yta



Bild 2.2g Dämpad yta

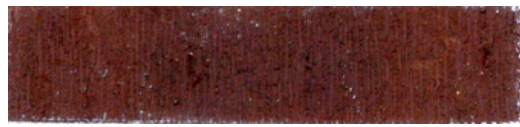


Bild 2.2h Trådkuren yta

Ytstrukturen hos en tegelsten har stor betydelse hur man upplever dess kulör. Stark färgsättning på en grov yta ger många små skuggor. Detta leder till att fasaden uppfattas mörkare än vad den egentligen är, *se bild 2.3.*

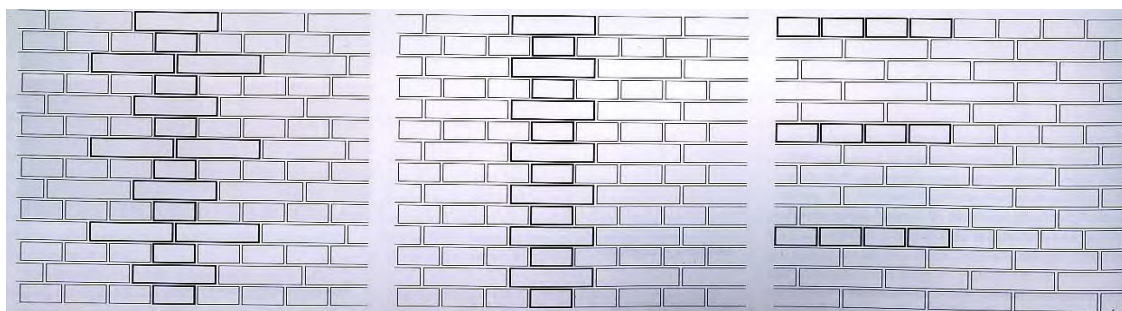


Bild 2.3 Stark färgsättning på en grov yta

2.1.3 Förband

För att få tillräcklig bärförmåga med avseende på vertikala och horisontella laster bör murstenen muras i förband. Förbandsmurning innebär att stötfogen täcks av en tegelsten. Murförbanden delas in i olika grupper: egentliga murförband, beklädnadsförband och specialförband.

Egentliga murförband används för bärande tegelmurar med minst en stens tjocklek. Vid murning av egentliga murförband är det nödvändigt att minst var femte murade sten läggs tvärs murens längdriktning som en sk bindare. Man får då olika utseenden på fasaden beroende på antal koppytor och deras placering, *se figur 2.1a - 2.1c.*



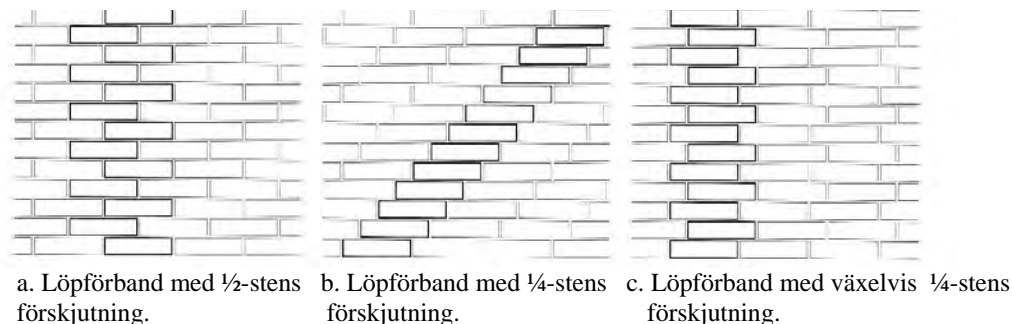
a. Kryssförband

b. Blockförband

c. Amerikanskt förband

Figur 2.1a – 2.1c Exempel på egentliga murförband

Beklädnadsförband används nästan uteslutande vid halvstensväggar. De utvecklades för att minska åtgången av det dyra fasadteglet som bindare, *se figur 2.2a - 2.2c*.



Figur 2.2a - 2.2c Exempel på beklädnadsförband.

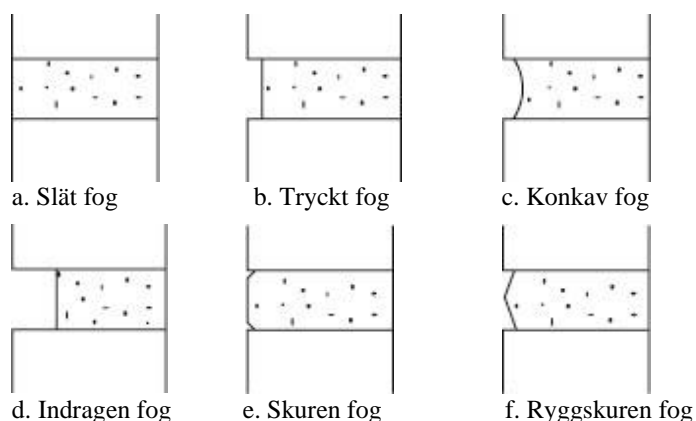
Specialförband är förband som används vid t ex. rullskift, pelarförband, skorstensförband och kanalförband.

2.2 Fogen

Fogen utgör ca 20% av murverkets yta. Valet av fogtyp, fogmått och färg har stor betydelse för murens helhetsintryck. Som exempel kan nämnas att vid val av en ljus fog och en mörk tegelsten framhävs mönstret i förbandet.

2.2.1 Fogtyper

Det förekommer en rad olika typer av fogar. Det vanligast förekommande är slät, tryckt, konkav, indragen, skuren och ryggskuren fog, *se figur 2.3a – 2.3f*.



Figur 2.3a – 2.3f. Olika förekommande fogtyper.

Den konkava, tryckta och snedskurna fogen ger större skuggbildning, vilket bidrar till ett mörkare helhetsintryck än vad den släta fogen gör, *se bild 2.4 och bild 2.5.*



Bild 2.4 Slät fog



Bild 2.5 Tryckt fog

2.2.2 Fogmått

Tjockleken på fogen har också stor betydelse för helheten eftersom den tar upp en stor del av väggytan. Murverk med en hög fog upplevs som skörare medan murverk innehållande låg fog ger ett massivare intryck. Fogytan påverkar också fogfärgens och fogtypens inverkan på fasaden. Vid standardmått (13mm) utgör fogen ca 20% av fasadytan. En hög fog (max 20mm) kan ta upp hela 25% av fasadytan. *Se bilderna 2.6 och 2.7*



Bild 2.6 Bred fog

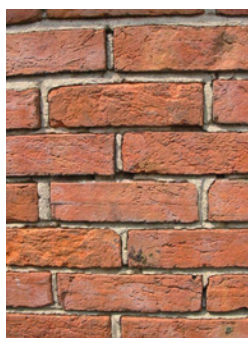


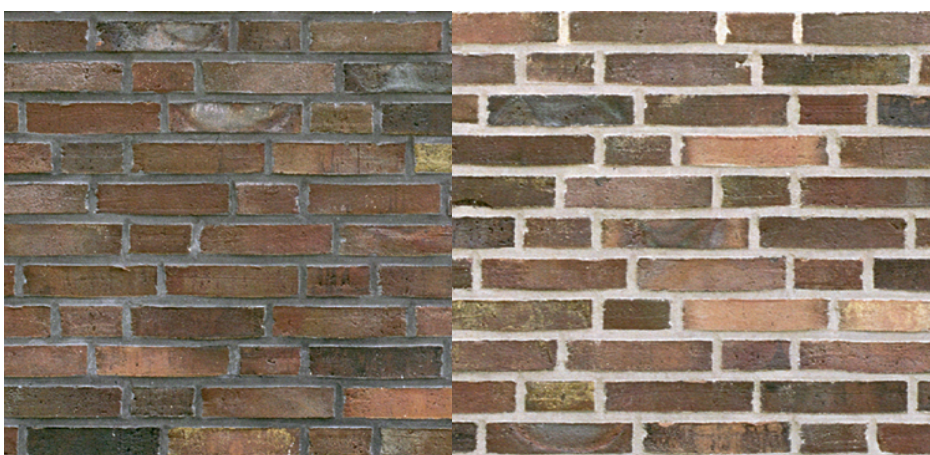
Bild 2.7 Smal fog

2.2.3 Fogbrukets färg

Fogbruket kan antingen vara ofärgat eller färgat. Det ofärgade bruket är ofta grått. Det färgade bruket kan förekomma i en mängd olika färger och nyanser. En färgad fog kan framhäva eller neutralisera den enskilda tegelstenen i murverket. Nedan visas bilder på murverk med samma tegel men murbruk av olika kulörer, *se bild 2.8a - 2.8b.*



a.



b.

Bild 2.8a – 2.8b Olika kulörer på murbruket men samma tegeltyp

2.3 Armering

Armering som placeras i liggfogar ökar murverkets bärförmåga avseende på transversella laster (vind, jordtryck). Armering motverkar även uppkomsten av breda sprickor. Dessutom måste skalmuren förses med kramlor för att överföra lasterna till den bärande stommen.

I en utvändig skalmur ska armeringsstängerna och kramlorna bestå av rostfritt syrafast stål.

2.3.1 Korrosion

De flesta metaller finns i naturligt tillstånd som föreningar av typen oxider, sulfater, klorider, karbonater med flera. De förändras från det naturliga tillståndet genom kemisk reaktion vid energitillförsel. Metallerna har sedan en benägenhet att genom oxidation återvända till ett energisläpande tillstånd, dvs korrodera. Man kan därför betrakta korrosionen som en naturlig process. I många praktiska tillämpningar är det önskvärt att göra denna återvändo till naturen så långsam som möjlig, t ex genom att använda korrosionsskydd.

Som nämnts tidigare, *se avsnitt 1.1*, korrosionsskyddades inte armeringsstängerna på tegelfasader byggda mellan 1940-1980. Det antogs att kalken i murbruket fungerade som kemiskt korrosionsskydd, vilket var felaktigt. Detta har lett till stora skador på skalmursfasader byggda under den aktuella perioden.

Vid korrosion utvidgas armeringsstängerna och ett mekaniskt tryck som leder till rostsprängning uppstår. I vanliga fall uppstår en horisontell spricka mellan murbruket och tegelytan. Med tiden utvidgas sprickan mer och mer, vilket leder till att vatten lätt kan ta sig in i murverket och öka korrosionsprocessen. Efterhand kan ytliga delar av fogbruket trängas ut och armeringsstängerna blottas. *Se bilderna 2.9a och 2.9b*. I värsta fall kan detta leda till att murverket utvidgas i vertikalled och kramlorna lossnar. Stabiliteten försämras, med ökad risk för ras som följd.



Bild 2.9a Blottade armeringsstänger, Klosters Fälad, Lund



Bild 2.9b Blottade armeringsstänger på Vildanden, Lund

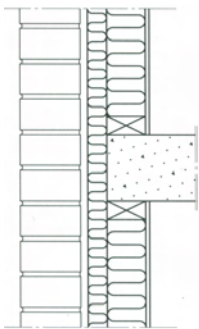
Då vatten tränger in i konstruktionen kan korrosion leda till frostsprängning i teglet, vilket förfular fasaden.

Vatteninträning i konstruktioner med träregler och träskivor kan också leda till fukt- och mögelskador.

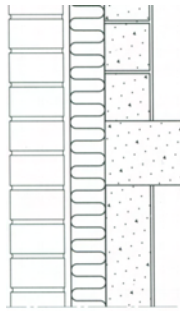
3. Skalmurar

Fram till industrialismen var den helt dominerande väggtypen ett massivt tegelmurverk utan armering. I och med industrialismen utvecklades en ny typ av tegelfasad, den så kallade skalmuren.

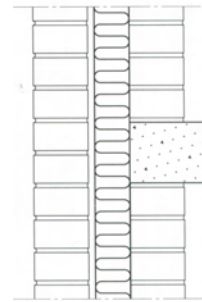
En skalmur är en uppmurad slank yttre skiva som fästs med hjälp av kramlor mot en bakomliggande bärande stomme. Dessa kramlor stabiliserar skalmuren och överför horisontella laster till den bärande konstruktionen, *se figur 3.1 – 3.3.*



Figur 3.1 Skalmur mot träregelstomme



Figur 3.2 Skalmur mot blockmur, betongmur som väggelement



Figur 3.3 Kanalmur som väggelement

Skalmuren ska skydda den bakomliggande konstruktionen mot fukt, vind, solinstrålning och mot yttre mekanisk påverkan. Den ska ge ett bra brandskydd, reducera buller och inte minst vara estetiskt tilltalande.

En kanalmur består av två skalmurar med en mellanliggande kanal. Den ena skalmuren fungerar som klimatskyddande fasadmur medan den andra har en bärande funktion. Fortsättningsvis kommer det här arbetet bara att behandla skalmurar.

3.1 Öppningar i skalmuren

En öppning i en mur är ett mycket väsentligt element ur gestaltningssynpunkt. *Bild 3.1* visar några exempel på den stora variation som kan uppnås genom val av olika fönster- och dörrutformningar.



Bild 3.1 Olika öppningar i ett murverk

Det finns olika konstruktiva lösningar för att överbygga öppningar i skalmurar. De vanligast förekommande är oarmerade raka eller bågformiga valv och armerade balkar och skivor, *se bild 3.2a – 3.2c*.

I det här arbetet behandlas inte skivor eftersom höga balkar inte är relevanta.



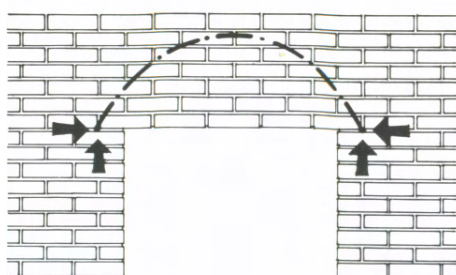
a. Oarmerat rakt valv

b. Oarmerat bågformigt valv

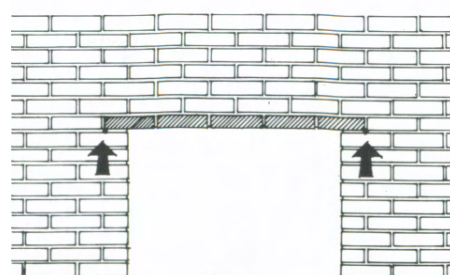
c. Armerad balk

Bild 3.2a- 3.2c. Olika konstruktiva lösningar för att överbygga öppningar.

Valvbyggandet är ett gammalt och väl beprövat byggnadssätt. Redan i antikens Grekland förekom denna byggteknik. Lasterna ovanför öppningen förs ner genom en bågformig trycklinje där både horisontella och vertikala upplagskrafter bildas, *se figur 3.4*. Dessa laster måste tas upp av stödjande murar eller andra byggnadsdelar. Upplagen måste därför vara tillräckligt stora för att detta ska kunna vara möjligt. *Se figur 3.5*



Figur 3.4 Rakt valv med teoretisk bågformad trycklinje och dess upplagskrafter.



Figur 3.5 Överbyggnad med balkkonstruktion.

Valet av vilket sorts valv man ska använda, alltså ett bågformigt eller ett rakt valv, beror i huvudsak på tillgänglig byggnadshöjd ovan öppningen, öppningsbredden och arkitektoniska överväganden.

Efter kriget började man att armera tegelskiften över öppningarna i skalmuren. Armeringen placeras i liggfogarna hos balkarna och skivorna. De armerade tegelskiften fungerar då som en tegelbalk som vid upplagen bara tar upp vertikala laster. Armerade balkar förtillverkas av tegel och läggs in direkt ovanför muröppningen.

Hos både valven och de armerade tegelskiften finns det en risk för att stenarna i det undre skiftet faller ner. Därför har man tagit fram prefabricerade, förspända tegelskift. Dessa tegelskift är självbärande och samverkar med teglet ovanför, *se avsnitt 3.3.2*.

3.2 Skador

Tegelmurar från perioden mellan 1940 och 1980 uppvisar ofta stora skador på grund av rostande armering och kramlor. Problemet är att man har använt stålsorter som inte var korrosionsbeständiga. Under den här perioden fanns bara krav på det täckande bruksskiktets tjocklek men inte något krav på att rostskydda armeringsstängerna. Oskyddad armering börjar korrodera när det omgivande murbruket är karbonatiserat (pH – värdet sjunker). Även närvaro av salter kan utlösa korrosion.

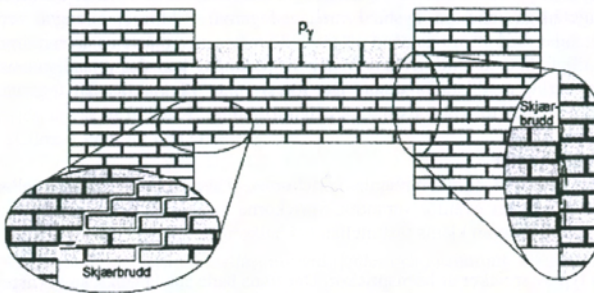
3.2.1 Sprickbildning

Sprickor i en skalmur uppstår när temperatur- och fukttillståndet varierar. Då skapas ett rörelsebehov hos konstruktionen. Om rörelse i konstruktionen förhindras bildas tvångskrafter hos murverket som kan leda till sprickor. Sprickor i murverk går inte att undvika, man får istället försöka begränsa deras storlek med hjälp av armering. För att begränsa sprickbildningen och tillåta rörelsen placeras dilatationsfogar (även kallade rörelsefogar), glidskikt och rörelsearmering i skalmuren.

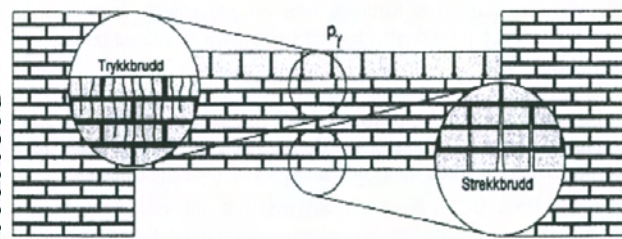
Dilatationsfogar är i allmänhet vertikala och tillåter rörelse i horisontalled i skalmuren. De placeras för det mesta i hörn och i långa fasader där spänningarna ofta är stora. Glidskikt behövs för att tillåta rörelse av skalmuren i horisontalled. Det består t.ex. av rostfri plåt, sylpapp eller gummiduk. Rörelsearmering placeras i liggfogarna för att motverka stora och genomgående sprickor.

Områden runt öppningar är speciellt känsliga för sprickbildning. Hur och var sprickorna uppstår beror i huvudsak på öppningens placering.

Böjsprickor är vanligast vid långa öppningar och bildas oftast nära balkens mitt. Skjuvbrott däremot är vanligast vid korta öppningar och då vid öppningens hörn. *Se figur 3.6 och figur 3.7*



Figur 3.6 Skjuvbrott



Figur 3.7 Böjsprickor vid tryck- och dragbrott

3.2.2 Rostsprängning

Rostsprängning sker när igenmurade stål- och järndelar inte är tillräckigt korrosionsskyddade. Om förloppet är långt gånget kan armeringsstängerna blottas då fogbruket har tryckts ut helt och det nedersta tegelskiftet har böjts ner. *Se bild 3.3.*



Bild 3.3 Blottade armeringsstänger och böjt tegelskift

När rostsprängning förekommer ovanför en öppning sker det genom att bruket trycks ut och teglet trycks ner eftersom mothåll saknas. När väl armeringsstängerna har börjat korrodera sprider korrosionen sig kraftigt vidare. Det ytligt liggande fogbruket trycks då ut eftersom friktionen, på grund av murbrukets egentyngd, inte är tillräcklig.

Rostsprängningen kan också leda till att tegelväggar expanderar och kramlingen skadas. Detta kan leda till stabilitetsproblem och risk för ras, *se bild 3.4.*



Bild 3.4 Ras av en skalmursfasad på Klostergården i Lund i samband med stormen Gudrun i januari 2005

När rostsprängning har inträffat kan fukt tränga in till bakomliggande konstruktioner vilket kan medföra stora fuktskador.

3.3 Alternativa lösningar för att överbrygga öppningar

Det är nästintill omöjligt att hitta tegelstenar som har samma kulör och textur som det ursprungliga teglet. Det beror bland annat på att det är lerans sammansättning som bestämmer färgen på tegelstenarna och att många tegelbruk läggs ner.

Fogarna är också svåra att efterlikna. Sammansättningen av det ursprungliga murbruket är svår att återskapa. Vid reparation av skadade tegelbalkar är det idag vanligt att fogarna avviker från befintligt murverk avseende tjocklek, form och färg. *Se bilderna 3.5 och 3.6.*



Bild 3.5 Ersättningstegel och fog med kulör avvikande från originalet

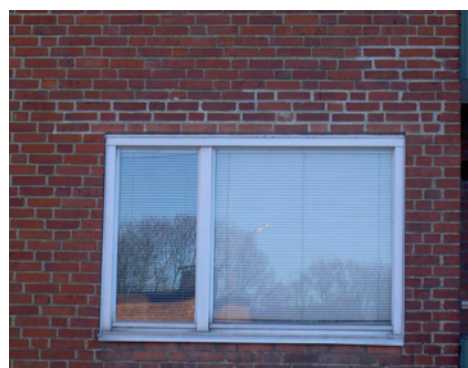


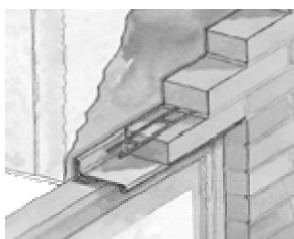
Bild 3.6 Ersättningsfog med kulör avvikande från originalet

I stället för att försöka efterlikna den ursprungliga skalmuren genom att ersätta de skadade murdelarna med lämpliga stenar och bruk har man tagit fram alternativa metoder för att överbygga öppningar. På marknaden förekommer det framför allt tre olika typer av balksystem, vilket beskrivs närmre i avsnitten nedan.

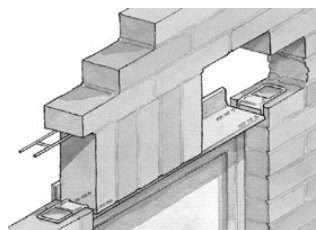
3.3.1 Platsarmerad tegelbalk

Ett exempel på platsarmerade tegelbalkar är ett väggbalkssystem från Murma. Det består av Murma valvbågsform och Brictec murverksarmering. Valvbågsformen fungerar som en kvarsittande form vid murningen och som vattenutledare av det vatten som kan rinna utmed murverkets baksida. Brictec murverksarmering är en rostbeständig stegarmering som armeras in i första liggfogen, *se figur 3.8*.

Det finns också rullstensupplag som är ett komplement till valvbågsformen vid murning. Rullstensupplagets syfte är att anpassa rullskiftshöjden till angränsande liggskift. *Se figur 3.9*.



Figur 3.8 Murma väggbalksystem.

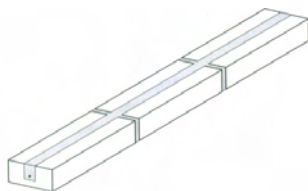


Figur 3.9 Murma väggbalkssystem med rullskiftsupplag

3.3.2 Förtillverkade skift

Förtillverkade tegelskift förekommer både som spännarmerade- och slakarmerade balkar.

Spännarmerade skift tillverkas av tegel med ett urfräst spår. I det här spåret placerar man en förspänd armeringslina eller armeringstråd som sedan gjuts med högvärdig betong. Balken används efter det som ett första skift ovanför en öppning eller som ett upplagsskift. Först när det spännarmerade murstensskiftet arbetar tillsammans med ett antal påmurade skift bildar den en murverksbalk. *Se figur 3.10*



Figur 3.10 Förspänd tegelbalk

Användning av spännarmerat tegelskift har varit en vanlig åtgärd vid reparation av skador ovanför öppningar. När armeringen inte löper över hela fasaden kan detta vara en bra åtgärd. Men då armering löper över hela fasaden kan det uppstå problem mellan vidhäftningen hos de nya murdelarna och de befintliga murdelar som finns ovanför det spännarmerade tegelskiftet. Problemet visar sig i form av horisontella sprickor i den restaurerade fasaden. Den armering som finns mellan öppningarna kommer då sannolikt att fortsätta korrodera.

Även förtillverkade *slakarmerade* tegelbalkar innehåller armering som läggs i urfrästa spår. På grund av den slaka armeringen kan en överbyggnad av en öppning ha olika utformningar som till exempel cirkulära eller bågformiga öppningar. *Se bild 3.7*



Bild 3.7 Exempel på en slakarmerad öppning

3.3.3 Armerade betongbalkar

Armerade betongbalkar är inte lika vanligt förekommande som balkar med ersättnings tegel. Armerade betongbalkar i tegelskalmurar används främst för att åstadkomma ett specifikt arkitektoniskt uttryck. Vid reparation av öppningar är det svårt att hitta samma sorts tegel och fog som i det ursprungliga murverket. Därför har det funnits ett behov av denna alternativa lösning. Tanken med den här tekniken är att inte försöka efterlikna den ursprungliga fasaden utan förändra den på ett arkitektoniskt acceptabelt sätt.

I Danmark har man nyligen byggt ett helt nytt område med den här tekniken. Området heter Bjørnebakken och ligger utanför Roskilde. Kulören hos teglet och fogen sammanfaller bra med betongbalkens kulör och balken synkroniserar väl med byggnaden. Arkitektbyrån *Kim Utzon Arkitekter*, som ligger bakom gestaltningen av byggnaderna och området, använder sig ofta av den här byggtekniken. Framför allt använder sig av den vid nyproduktion. *Se bild 3.8*

På en del fastigheter på Bredgatan i Lund finns också denna typ av betongbalk. *Se bild 3.9*



Bild 3.8 Armerade betongbalkar ovanför öppningar, Bjørnebakken, Danmark



Bild 3.9 Armerad betongbalk ovanför en öppning, Bredgatan, Lund

3.3.4 Stål- och träbalkar

I ett tidigare genomfört examensarbete ”*Alternativa sätt att överbrygga öppningar i skalmurar av tegel*” (Andreas Hansson och Sven Hanzén, 2006) undersöktes den alternativa metoden att ersätta de skadade fönsterbalkarna med stål- eller träbalkar. Syftet med examensarbetet var att presentera denna metod gestaltningmässigt och konstruktivt. Alternativen testades i laboriemiljö, se bild 3.10, men inte i verkliga byggprojekt.



Bild 3.10 Murverk överbyggt med en rostad VKR-stålprofil i fullskala

Vidare kommer detta examensarbete att bland annat visualisera denna alternativa metod. Se kapitel 4.

4. Visualisering av materialval vid reparation av korrosionsskadade fönsterbalkar

För att genomföra modellbyggandet och visualiseringen används programmet Autodesk Architectural Desktop 2007 som är ett datorprogram för byggbranschen. Det innehåller AutoCads vanliga ritverktyg, volymmodelleringsverktyg och designverktyg. Programmet kallas i de flesta sammanhang för ADT och kan användas under ett projekts alla faser.

ADT förekommer på det flesta byggföretag idag. Få känner dock till att ADT även hanterar visualisering. Ofta vill man få en känsla av slutprodukten och eftersom de flesta byggföretag har programmet, är detta en möjlighet som skulle kunna exploateras oftare i framtiden. Man behöver därmed inte införskaffa ytterligare designprogram för att genomföra en visualisering.

4.1 Inventering

I examensarbetet har en inventering genomförts där tegelfasader i Lund har undersökts. Avsikten med inventeringen har varit dels att upptäcka skadade fönsterbalkar och dels att undersöka hur skadade skalmursfasader har reparerats med hänsyn till val av reparationsmaterial och hur detta har påverkat fasadens utseende.

Vid inventeringen upptäcktes skador ovanför öppningar på en mängd byggnader. *Bild 4.1* visar exempel på skadade fasader.



Bild 4.1 Exempel på skador ovanför öppningar i en skalmur

Inventeringen visade att vid reparation av skalmursfasader är det ytterst vanligt att valet av ersättningsmaterial inte är tillräckligt noggrant genomtänkt. Ersättningsmaterialen överensstämmer sällan med skalmurens ursprungliga utseende. Fasadens yttre förändras drastiskt till det sämre då valet av nytt tegel, fogbruk och fogtyper inte sker med omsorg. *Bilderna 4.2 – 4.5* visar en bråkdel av dåligt utförda renoveringar av tegelfasader i Lund .



Bild 4.2 Fogar reparerade med murbruk i avvikande färg, Kakelvägen, Lund



Bild 4.3b Reparerat tegel, murbruk och fogtyp med avvikande färg och form, Vildanden, Lund



Bild 4.4 Reparerade fogar i avvikande kulör, Måsvägen, Lund



Bild 4.5 Reparerade fogar i avvikande kulör, Klostergården, Lund

Vid inventeringen upptäcktes att det ofta var fogbruket och fogtypen som förändrades på ett ofördelaktigt sätt. Även avvikande tegel förekom givetvis men inte i samma utsträckning. De reoverade fogarna var nästan uteslutande av slät typ trots att de ursprungliga var oftast av avvikande sort. Dessutom var de lagade fogarna på de flesta ställen betydligt bredare än tidigare, på grund av att fogmassan smetats ut. I de flesta fall var fogen dessutom ljusare i färgen, se *bild 4.6*.



Bild 4.6 Exempel på ersättningsfogar med större bredd än ursprunglig

4.2 Visualisering av reparation med ersättningsmaterial

4.2.1 Val av objekt

Syftet med denna visualisering är att visa hur viktigt valet av ersättningsmaterial är för en fasads helhet. För att kunna genomföra detta valdes ett mindre omsorgsfullt reoverat objekt för att sedan återskapas i ADT.

Objektet som valdes finns på Kakelvägen i Lund, se *bild 4.7*. Här är det fogen som är ersatt med en slät och ljusare fog. I första skiftet ovanför fönsteröppningen är det dessutom några tegelstenar som är ersatta med nya, se *bilderna 4.7 och 4.8*.



Bild 4.7 Murbruket ersatt med avvikande färg och form, Kakelvägen, Lund



Bild 4.8 Ersatta tegelstenar av avvikande färg, Kakelvägen, Lund

4.2.2 Bildhantering

För att åstadkomma en datoriserad visualisering av det aktuella objektet behöver de befintliga materialen i fasaden dokumenteras. Det görs genom fotografering av de ingående materialen. Då fotograferingen genomförs är det viktigt att hålla kameran så vinkelrät som möjligt för att undvika eventuella skuggor på ytan, *se bild 4.9a och 4.9b*.

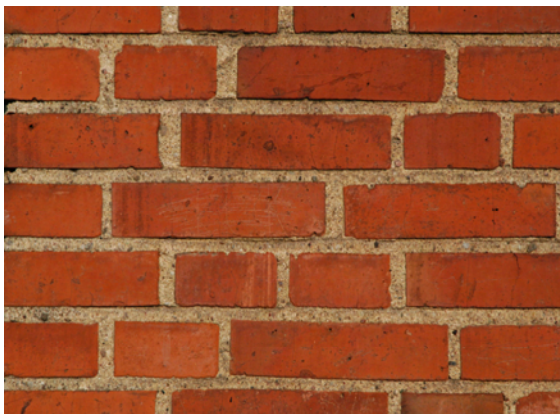


Bild 4.9a Vinkelrät fotografering.



Bild 4.9b Skuggbildning på fogarna då bilden inte är tagen vinkelrät.

När fotograferingen av fasadens material är genomförd behöver den utvalda bilden redigeras. Det görs genom att man klipper ut några tegelstenar ur den valda bilden i detta fall bild 4.9a, *se bild 4.10* nedan.



Bild 4.10 Utklippta tegelstenar från bild 4.9a

För att uppnå en bra upplösning på fogarna i tegelfasaden vid visualiseringen behöver en ny bild motsvarande bild 4.9a tas på fogarna men på närmre avstånd så att fogens struktur och grovhet syns vid appliceringen, *se bild 4.11*.

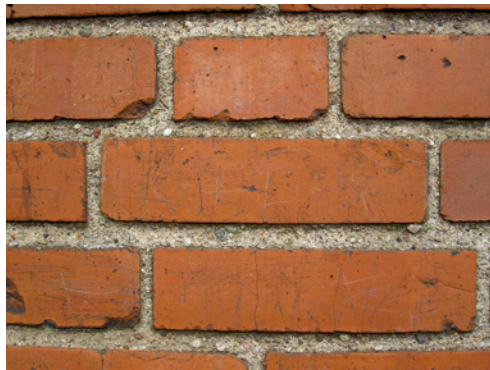


Bild 4.11. Närbild av bild 4.9a.

Utifrån bild 4.11 klipps en lodrät- och en vågrät fog ut ur bilden, *se bild 4.12*.



Bild 4.12. En lodrät- respektive vågrät fog av originalmaterial, utklippt från bild 4.11.

Den aktuella fasaden är reparerad med nya fogar. För att visualisera reparationen upprepas förfarandet ovan och den reparerade fogen klipps ut.



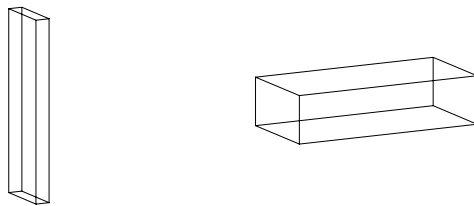
Bild 4.13 Reparerad lodrät- respektive vågrät fog.

När alla bilder på tegelstenar, fogar etc är redigerade och klara kan byggandet av den datoriserade modellen i ADT 2007 påbörjas.

4.2.3 Modellen

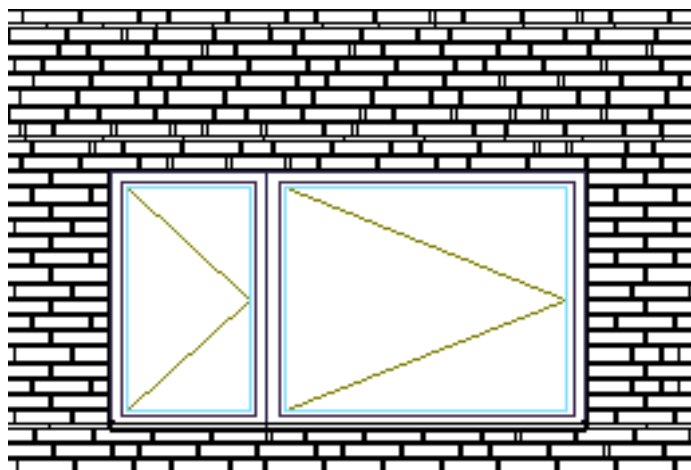
Till att börja med ritas bild 4.7 upp i programmet ADT 2007. Eftersom modellen skall återspegla verkligheten ritas den tredimensionell. När en modell i ADT byggs i tre dimensioner kan ljussättning, skuggbildning etc realiseras på ett sådant sätt att resultatet blir mer verklighetstroget jämfört med en tvådimensionell modell.

I ADT kan en tredimensionell modell byggas på tre sätt, antingen som trådmodell, ytmodell eller solidmodell. Den här modellen är byggd i form av solider. Varje tegelsten och varje fog är en egen solid. Dimensioner på dessa solider kan justeras, *se figur 4.1*.



Figur 4.1 Exempel på olika former av solider i ADT, en lodrätt fog och en tegelsten

Efter att varje tegelsten och varje fog är ritad och byggd i programmet blir den färdiga modellen följande, *se figur 4.2*



Figur 4.2 Färdig ADT modell

I bild 4.8 kan man tydligt se att den ersatta fogen är mycket bredare än den ursprungliga på grund av att den ersatta fogmassan har smetats ut. Då modellen ska återspegla verkligheten är det nödvändigt att alla detaljer, fogar, tegelsten etc, ritas rätt för att modellen skall vara så lik originalfasaden som möjligt.

4.2.4 Applicering av materialen

För att få den variation i färgnyans som krävs för att modellen ska bli så lik verkligheten som möjligt appliceras olika bilder av sex olika tegelstenar på de solider som är formade som tegelstenar i modellen. Likaså appliceras bilderna av fogarna i modellen, se avsnitt 4.2.2. Då materialen appliceras i modellen behöver bilderna av materialen vara av liknande storlek som storleken på modellens solider. Om till exempel modellens vågräta fog är större än bilden på den vågräta fogen blir modellen på fogen efter appliceringen av materialen felaktig, se figur 4.3a och 4.3b.

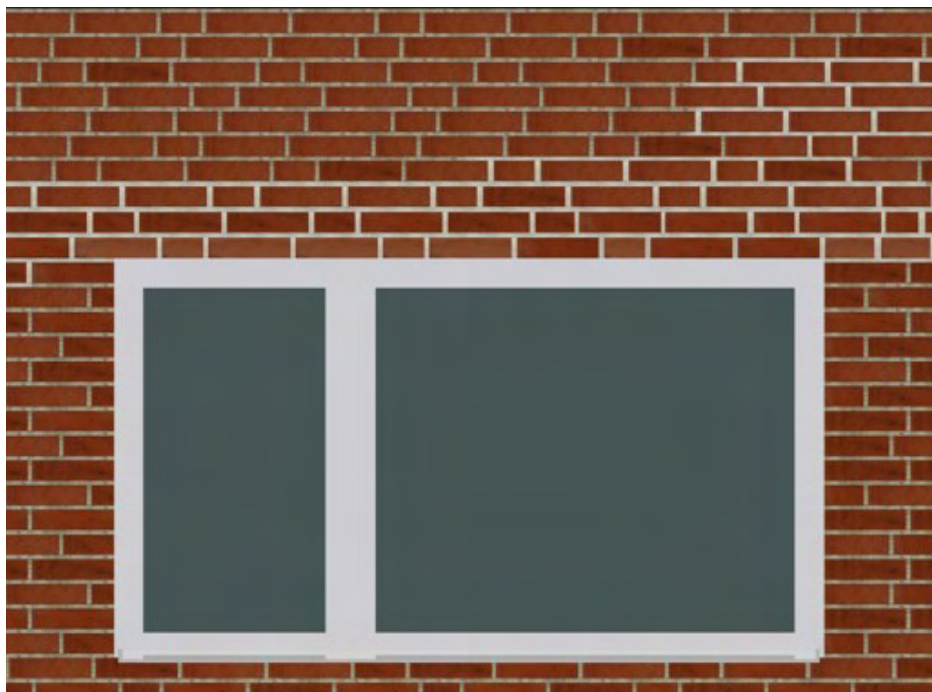


Figur 4.3a Bilden på den vågräta fogen som applicerats på modellen är mindre än modellens vågräta fog vilket ger en felaktig syn.



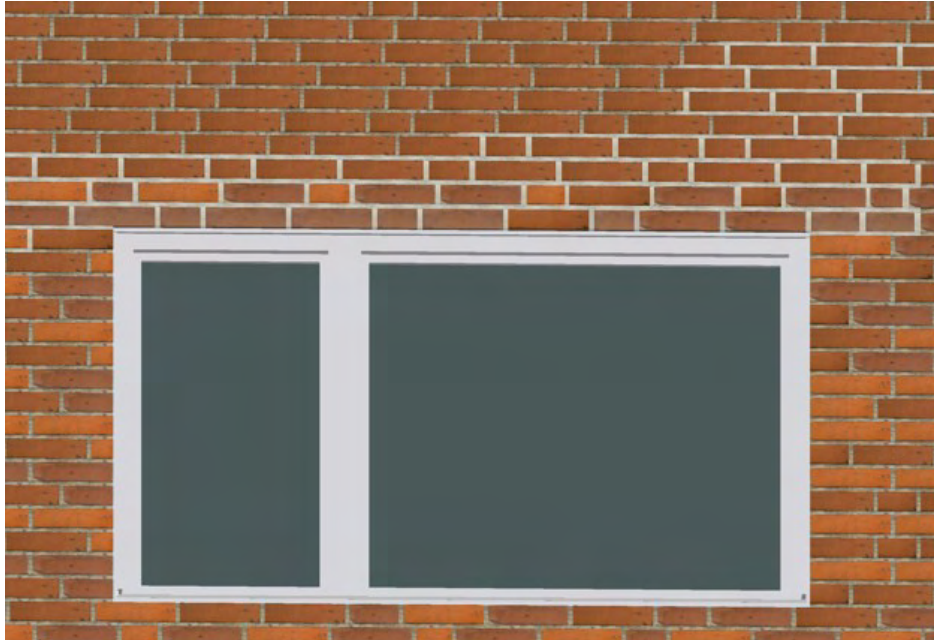
Figur 4.3b Rätt storlek på bilden av fogen i förhållande till modellens fog.

När de ingående materialen har applicerats på modellen ser den ut som *figur 4.4*.



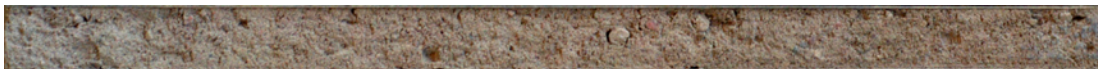
Figur 4.4 Modell i ADT 2007

Det är nödvändigt att all fotografering av de ingående materialen görs samma dag och vid samma tidpunkt för att ljuset inte ska bidra till färgnyanser i materialet då bilderna appliceras i modellen. *Figur 4.5* visar exempel på detta. Här är bilder på de ingående materialen tagna på samma objekt men vid olika tidpunkter.



Figur 4.5 Fotograferingen av de ingående materialen är inte genomförd på samma dag och tidpunkt som originalbilden (bild 4.7), vilket ger felaktig färgnyans i de ingående materialen.

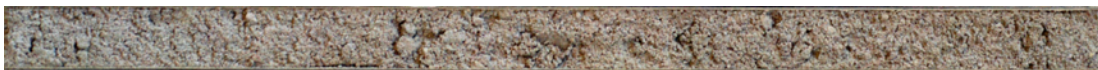
När modellen är klar appliceras och testas olika ersättningsmaterial på modellen för att se vilket ersättningsmaterial man bör välja. Detta kräver tillgång till ett bibliotek med ersättningsmaterial av både tegel och murbruk. Från detta bibliotek hämtar man sedan material, applicerar det på modellen och testar sig fram till bästa möjliga resultat. I examensarbetet har ett bibliotek med ersättningsmaterial skapats i samarbete med företaget Tegelmäster i Bara. *Se bild 4.14a och 4.14b.*



Fognr 23001



Fognr 23003



Fognr 23028



Fognr 23034

Bild 4.14a. Ett urval av ersättningsfogar från Tegelmäster i Bara.



Rödrustig slagen 3.2.07



Röd slagen 2.2.07



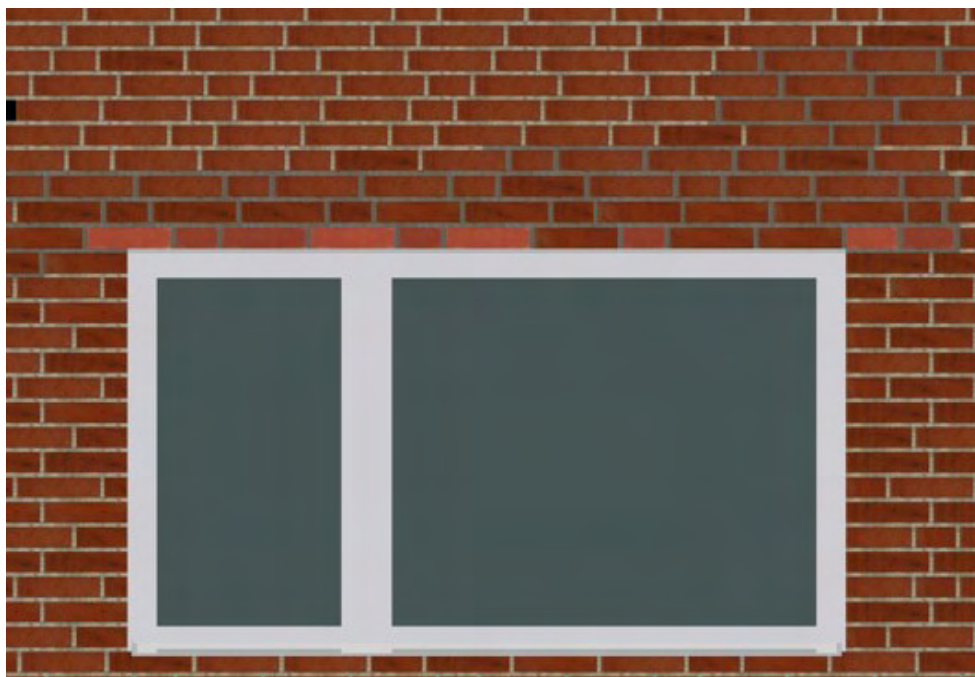
Röd slagen mörk 2.2.07



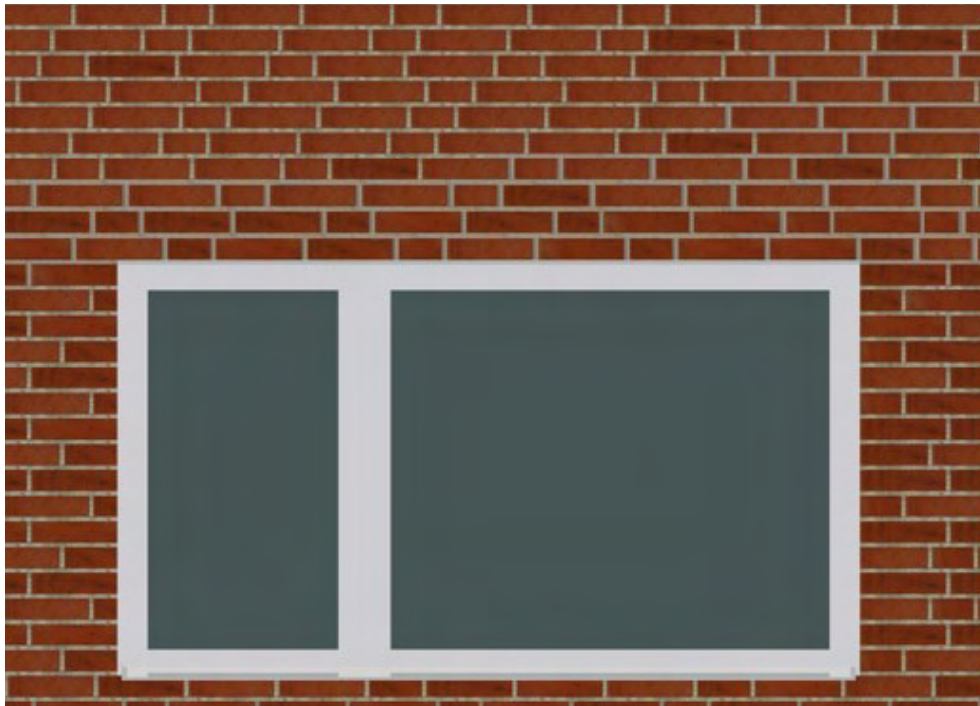
Rosa slagen mörk 2.4.05

Bild 4.14b. Ett urval av ersättningstegel från Tegelmäster i Bara

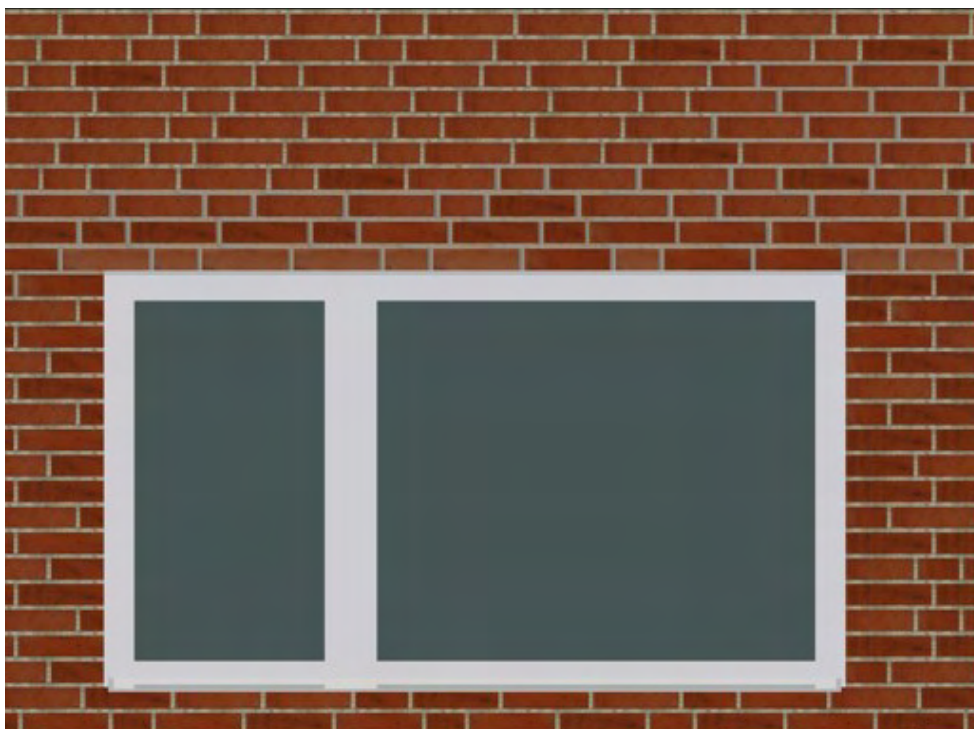
Efter att ha skapat ett bibliotek med material av tegel och murbruk kunde dessa ersättningsmaterial appliceras och jämföras i ADT modellen i figur 4.2. Visualisering av olika material på modellen redovisas i *figurerna 4.6a – 4.6f*



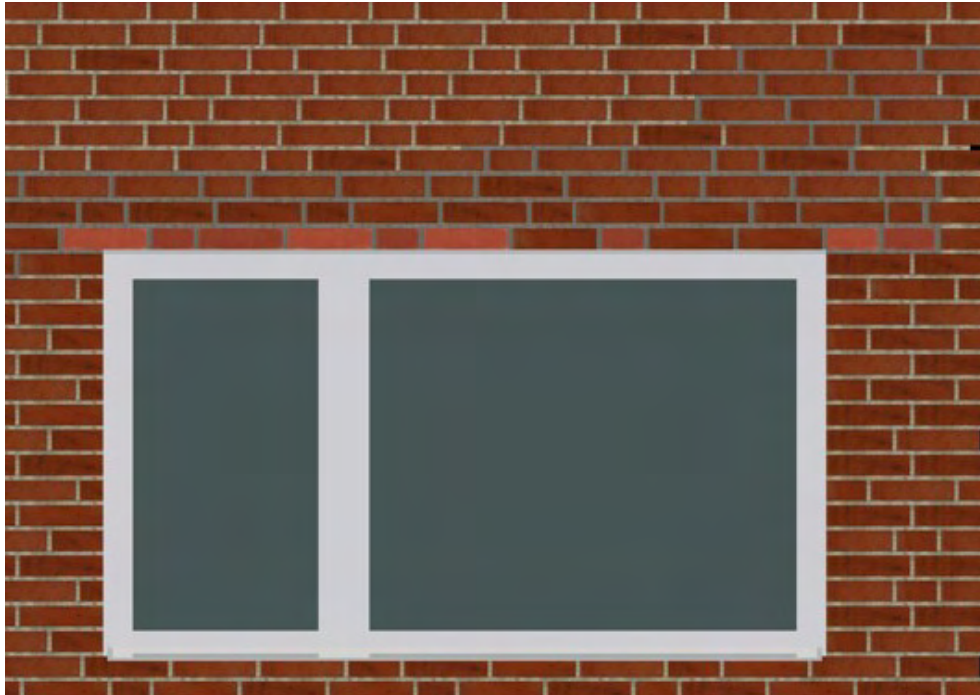
Figur 4.6 Ersättningsfog nr 23001 och nytt tegel nr 2.2.07



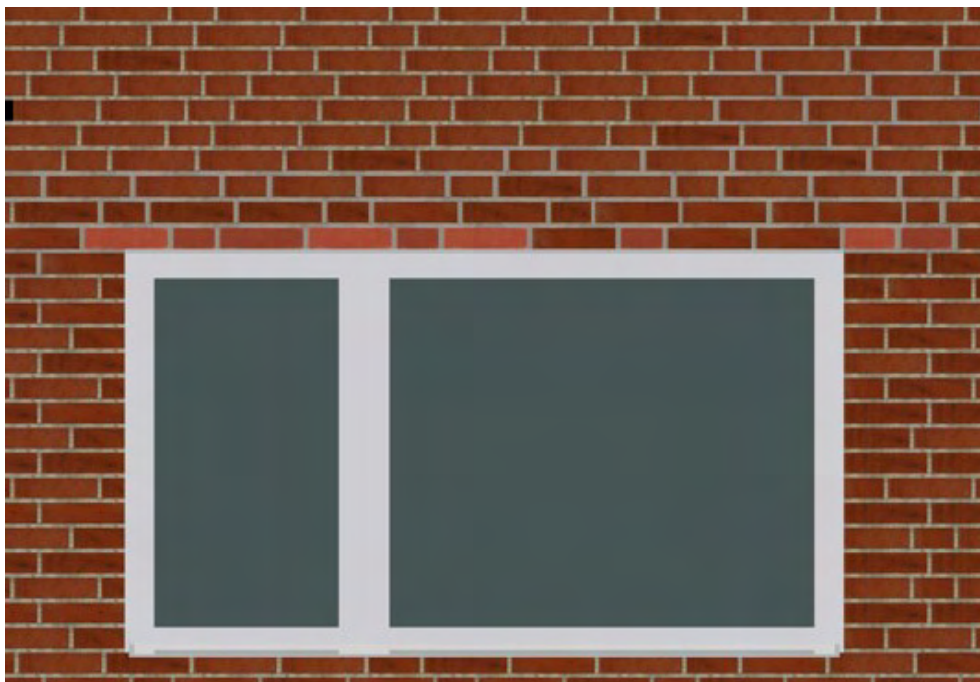
Figur 4.6b Ersättningsfog nr 23003 med befintligt ersättningstegel.



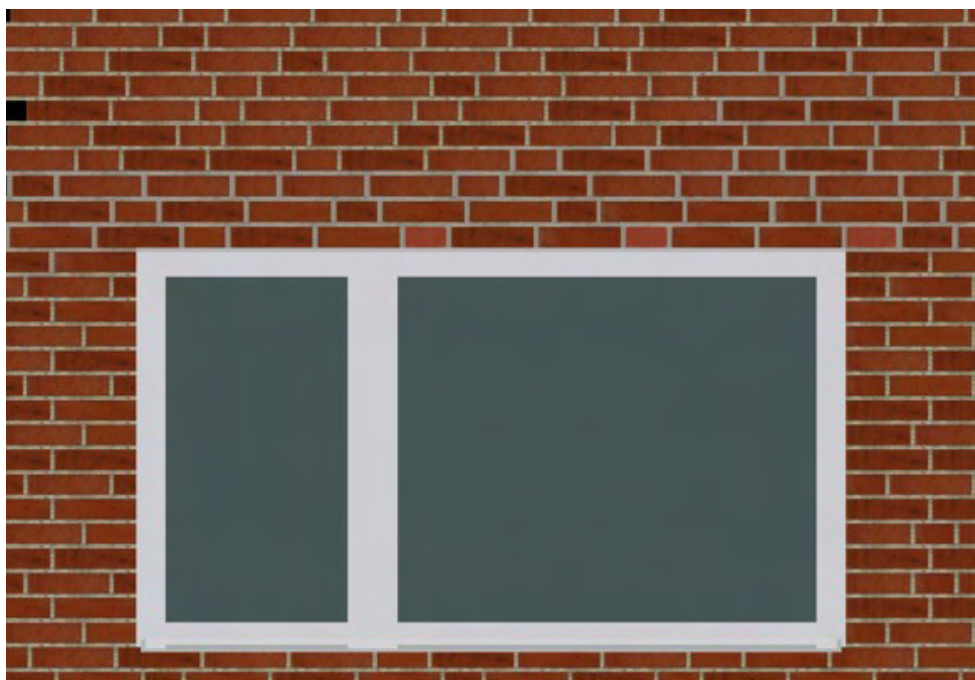
Figur 4.6c Ersättningsfog nr 23003 med originaltegelstenar.



Figur 4.6d Ersättningsfog nr 23028 med nytt tegel nr 2.2.07



Figur 4.6e Ersättningsfog nr 23034 med nytt tegel nr 2.2.07



Figur 4.6f Ersättningsfog nr 23034 med originaltegel

4.2.5 Resultat av visualiseringen med ersättningstegel

Figurerna 4.6a till 4.6f i avsnitt 4.2.4 visar att valet av ersättningsmaterial är viktigt för samspelet mellan befintliga och nya material. Man kan tydligt se att på denna fasad påverkar valet av ersättningsfog, dvs fogbruk och fogtyp helhetsuttrycket mer än valet av ersättningstegel.

Det bör påpekas att bilderna på de ingående ersättningsmaterialen bara är en bråkdel av de nyanser som finns på marknaden. Eventuellt går det att hitta ännu lämpligare ersättningstegel än det ovanstående, då bara ett fåtal tegelsorter finns uppmurade i fabriker. Ett betydligt större sortiment av ersättningsmaterial finns, men det förekommer oftast inte på lagret utan måste beställas och var därför omöjligt att dokumentera.

Olika ersättningstegel testades men det ersättningstegel som var mest likt var rött, slaget tegel nummer 2.2.07, se figurerna 4.6d och 4.6e. Bilderna visar att kulören på ersättningsteglet är avvikande från det ursprungliga.

Ersättningsfog nr 23003, se figurerna 4.6b och 4.6c är enligt författaren mest överensstämmande med det ursprungliga murbruket. Denna fogtyp har därför valts för att visualisera både med existerande ersättningstegel och originalteglet. Då originalstenarna med all förmodan inte går att få tag i, ger figur 4.7 en indikation på hur effektivt valet av rätt ersättningsfog är.

4.3 Visualisering av alternativa sätt att överbrygga öppningar

Istället för att renovera fasaden med ersättningsmaterial går det att använda en alternativ metod där de skadade fönsterbalkarna ersätts med balkar av stål, trä eller betong. Eftersom detta är ett radikalt ingrepp i fasaden, då man byter till ett helt nytt material är den här tekniken ovanlig vid reparationer. Vid nyproduktion förekommer metoden men då oftast i form av betongbalkar.

Föregående avsnitt visar att det kan vara svårt att hitta ersättningsmaterial som överensstämmer med fasadens helhetsintryck. Därför borde det vara en bra idé att ta den här alternativa metoden i beaktande.

4.3.1 Val av objekt

Som studieobjekt valdes en 1½ - plans villa i norra Lund. Den är byggd 1969 av byggherre Karl Mildner och kallas därför för en Mildner-villa. Arkitekten som har ritat huset heter Yngve Lundqvist.

Byggnaden illustrerar hur en till synes vacker fasads kulturella värde skadas vid felaktigt val av ersättningsmaterial om inte materialen väljs med tillräcklig omsorg.

Ovanför alla öppningar på nedre plan är de befintliga tegelstenarna i det understa skiftet ersatta med nya. Här syns hur varken valet av tegelsten eller fog överensstämmer med originalet. Både kulören och ytstrukturen på ersättningsteglet skiljer sig från det ursprungliga. Även fogarna har avvikande kulör och tjocklek jämfört med befintligt murverk. *Se bild 4.15.*



Bild 4.15 Avvikande ersättningsmaterial på både tegel och murbruk, Bygglovsvägen, Lund

4.3.2 Modellen

För att kunna detaljstudera effekten av att ersätta skadade fönsterbalkar av tegel med nya balkar av stål, trä eller betong, skapades en tredimensionell modell av villan i ADT. Byggnaden ritades med hjälp av de färdiga volymmodeller, i form av väggar, tak, sockel, fönster och dörrar som finns i programmet, *se figur 4.7*.

Det är viktigt att redan i det här skedet fundera över vad som kommer att synas vid visualiseringen. Allt för att inte lägga ner ett för stort arbete på något som inte kommer att finnas med eller knappt synas på bilden när den är klar.



Figur 4.7 Objektet, Bygglovsvägen i Lund, i form av en trådmodell

När modellbyggandet var klart var det dags att lägga på materialen. Då togs en bild av en bit av en tegelvägg, *se bild 4.16a* som applicerades på modellens väggar. Den här nivån visar helheten av materialvalen i byggnaden. Det är inte intressant i det här skedet att visa varje tegelstens och fogs ytstruktur och färgsättning som i kapitel 4.2. Därför är det onödigt att applicera en bild på varje tegelsten och fog på den här detaljnivån. Vi skulle annars behöva modellera en mängd solider på tegelstenar och fogar för att sedan applicera enskilda bilder av varje tegelsten och fog på varje enskild solid. Det leder till en oerhörd mängd bilder på tegelstenar och fogar för att täcka hela byggnaden. Det skulle kräva en enorm datorkapacitet och förmodligen skulle datorn inte klara av att hantera detta.

Innan bilden av en del av en tegelvägg togs in i modellen behövdes en viss redigering av bilden göras. Eftersom bilden kopierar sig själv i ADT för att täcka väggytan måste bilden noggrant klippas så att tegelstenarna och fogarna hamnar rätt vid appliceringen, *se bild 4.16b*.



Bild 4.16a En bit av en tegelvägg.



Bild 4.16b Två ihopkopplade bilder.

Om klippningen av bilden genomförs slarvigt eller med mindre noggrannhet kan ihopkopplingen av bilden då den kopierar sig själv i ADT få följande utseende, *se bild 4.17*.

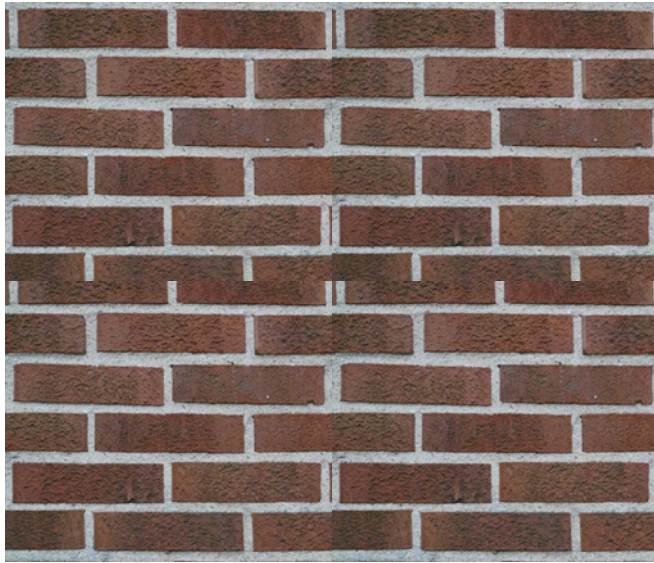


Bild 4.17 Fyra ihopkopplade bilder då klippningen inte är noggrant genomförd.

Då bilden är klar och redigerad kan den appliceras på modellen, *se figur 4.8.*



Figur 4.8 Färdig modell

En förenklad bakgrund lades till för att få en ljusare bild, *se figur 4.9*.



Figur 4.9 Färdig modell med en förenklad bakgrund

Valet av material som visualiseras på balken bygger till en viss del på de fullskalemodeller som genomfördes i det tidigare genomförda examensarbetet, ”Alternativa sätt att överbrygga öppningar i skalmurar av tegel” (Andreas Hansson och Sven Hanzén, 2006). De fullskalemodeller som gjordes i det examensarbetet och som väljs för att visualiseras är två rostiga stål balkar av vkr-profil med måtten 120x60x5 mm. Den ena är liggande och den andra är stående med påsvetsad plattstång med dimensionen 120x5. *Se bild 4.18a och 4.18b.*



Bild 4.14a Liggande vkr-profil med måtten 60x120x5 mm



Bild 4.14b Stående vkr-profil med påsvetsad plattstång med dimensionen 120x5 mm.

För att kunna få en känsla för hur de olika balkarna förhåller sig till den ursprungliga fasaden är det nödvändigt med en närbild av ett fönster. En ny modell togs därför fram. På den här nivån behöver man rita upp varje tegelsten för sig och applicera en bild på varje stenobjekt. Fogarna, balken och fönsterkarmen består också av verkliga bilder för att helheten ska bli så lik verkligheten som möjligt. Modellbyggandet och appliceringen av materialen på modellen sker på samma sätt som i avsnitt 4.2.3 och 4.2.4.

Här valdes tre olika sorters balkar för visualisering:

- Två stål balkar av liggande vkr-profil med måtten 120x60x5 mm. *Se bilderna 4.9a och 4.9b.* Den ena balken har rostig yta och den andra är varmgalvaniserad.
- En ekträbalk med höjden motsvarande två tegelskift hög, *se bild 4.9c.*
- Två stål balkar med måtten 120x60x5 mm av stående vkr-profil med påsvetsad plattstång av dimensionen 120x5 mm. *Se bilderna 4.9d och 4.9e.* Den ena balken har rostig yta och den andra är varmgalvaniserad.



Figur 4.9a Fönster med varmgalvaniserad stål balk av liggande vkr-profil (120x60x5 mm).



Figur 4.9b Fönster med liggande vkr-profil (120x60x5 mm) och rostig yta.



Figur 4.9c Fönster med ekträbalk, två tegelskift hög.



Figur 4.9d Fönster med balk av varmgalvaniserad vkr-profil (120x60x5 mm).



Figur 4.9e Fönster med balk av rostad vkr-profil (120x60x5 mm) med påsvetsad plattstång med dimensionen 120x5 mm.

Fortfarande saknades en känsla för materialens struktur. Genom att förstora ett av hörnen på balken fås en bättre uppfattning av ytstrukturerna hos materialen och hur de förhåller

sig till varandra. Den här detaljeringen är oerhört viktig för att få en inblick i hur materialen i murverket samverkar, *se figurerna 4.10a t.o.m. 4.10e.*



Bild 4.10a Fönsterhörn med liggande vkr-profil (120x60x5 mm) av varmgalvaniserat stål.



Bild 4.10b Fönsterhörn av liggande vkr-profil (120x60x5 mm) och rostig yta.



Bild 4.10c Fönsterhörn med ekträbalk motsvarande två tegelskift hög.



Bild 4.10d Fönsterhörn med balk vkr-profil, (120x60x5 mm) med påsvetsad plattstång med dimensionen 120x5 av varmgalvaniserat stål.



Bild 4.10e Fönsterhörn med balk av vkr-profil (120x60x5 mm) med påsvetsad plattstång med dimensionen 120x5 mm av rostig yta.

4.3.3 Resultat av visualiseringen av alternativa sätt att överbrygga öppningar

Vid renovering av tegelstensfasader kan det i vissa fall vara svårt eller till och med omöjligt att hitta ett passande ersättningsmaterial som liknar de övriga, oskadade befintliga materialen i fasaden.

Vid en inventering som genomfördes i samband med detta examensarbete undersöktes tegelfasader i Lund, bland annat med avseende på reparationer kring fönster och öppningar, se avsnitt 4.1 och 4.2. Undersökningen visade att en mängd mindre lyckade reparationer förekommer. Det är mycket vanligt att valet av ersättningsmaterial inte är tillräckigt noga genomtänkt och reparationerna har drastiskt ändrat fasadens yttre till det sämre.

En alternativ metod som kan användas vid reparationer redovisas i avsnitten ovan. Metoden bygger på att man vid reparationer inte försöker efterlikna den befintliga fasaden genom att ersätta skadat material med ett annat liknade material, utan istället förändra på ett gestaltningsmässigt acceptabelt sätt med hjälp av alternativt material i form av trä eller stål balkar. Bilderna ovan visar att val av olika typer av balkar i högsta grad är estetiskt acceptabelt.

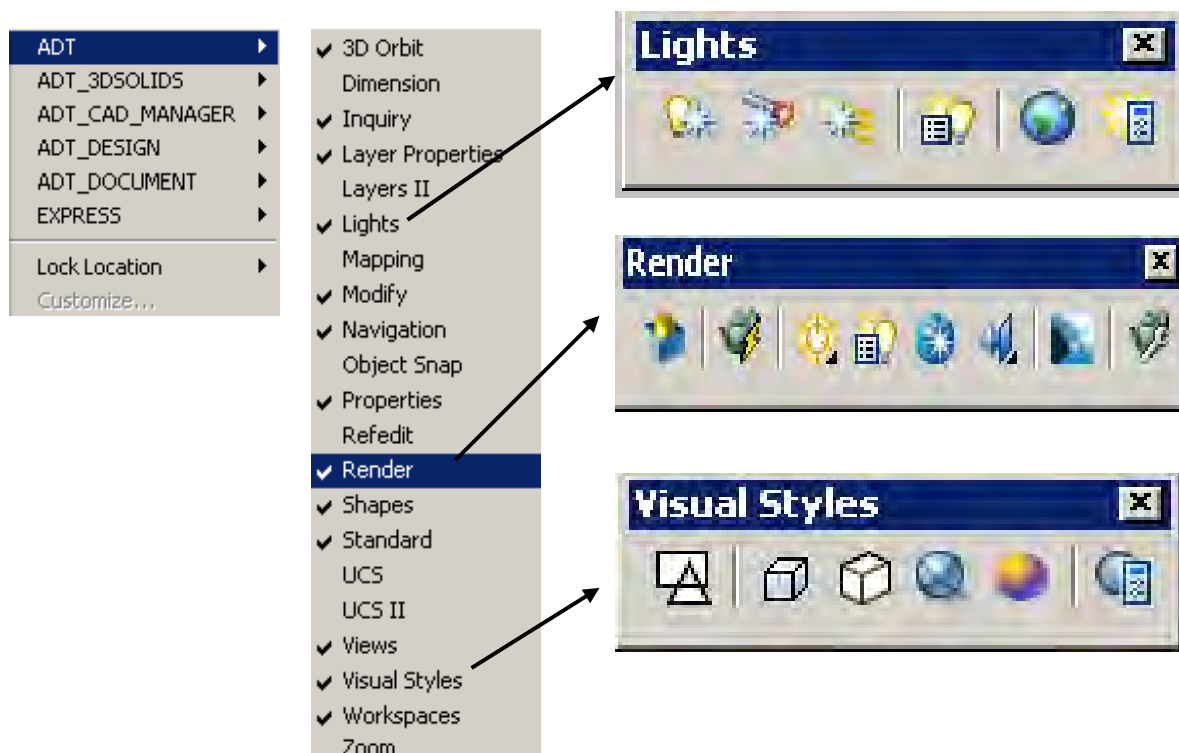
5. Manual för visualisering i ADT 2007

För att framställa en visualisering i ADT måste ett antal steg genomföras. I det här fallen då befintliga byggnader förekommer är det nödvändigt med en grundlig dokumentering av byggnaderna med hjälp av foto. När dokumenteringen är gjord kan själva återskapandet med hjälp av ADT påbörjas. De datorbaserade stegen i ADT som genomförs är följande:

- Uppritning av modell
- Applicering av material på den färdiga modellen
- Ljus- och skuggsättning
- Rendering av den färdiga modellen

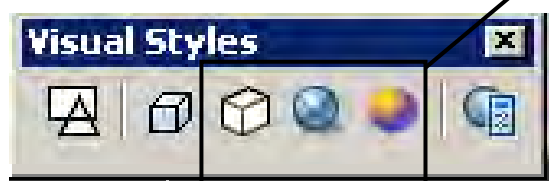
Det här kapitlet behandlar endast tillvägagångssättet av en visualiseringsteknik i ADT 2007.

Innan visualiseringen börjar hämtas tre verktygsfält, *Lights*, *Render* och *Visual Styles*. Det görs genom att högerklicka i det neutrala området vid sidan om verktygsfälten, markera sedan *ADT* och aktivera för de aktuella verktygsfälten. Nedan visas hur hämtningen av dessa går till.



5.1 Olika sätt att betrakta objektet

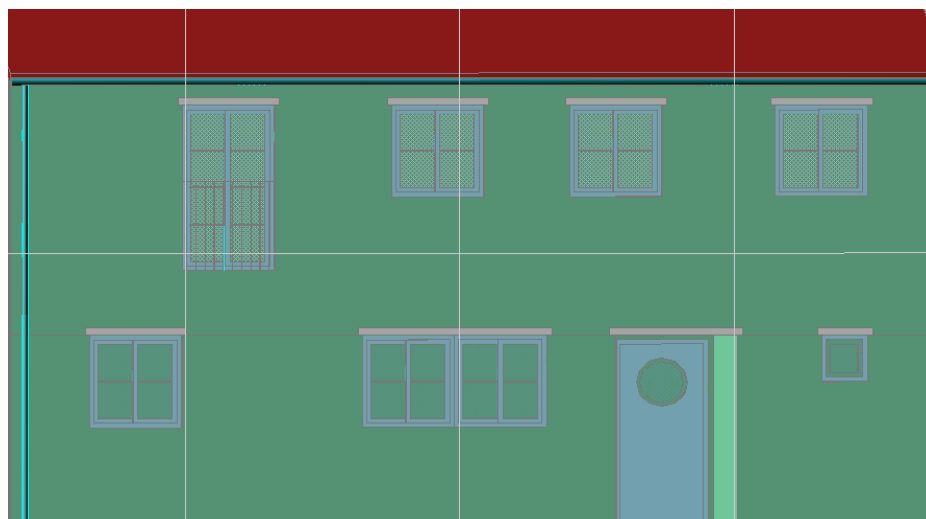
Verktygsfältet *Visuals Styles* används när man vill betrakta objektet på olika sätt. Vid modellbyggandet jobbar man oftast med objektet i form av en trådmodell



När objektet betraktas utan skymda linjer användes de markerade verktygsknapparna till vänster. I det här examensarbetet visas hur ett verkligt material används i modellen. För att kunna visa dessa måste inställningen av *Visual Styles* vara på *Realistic*. Objektet får då det



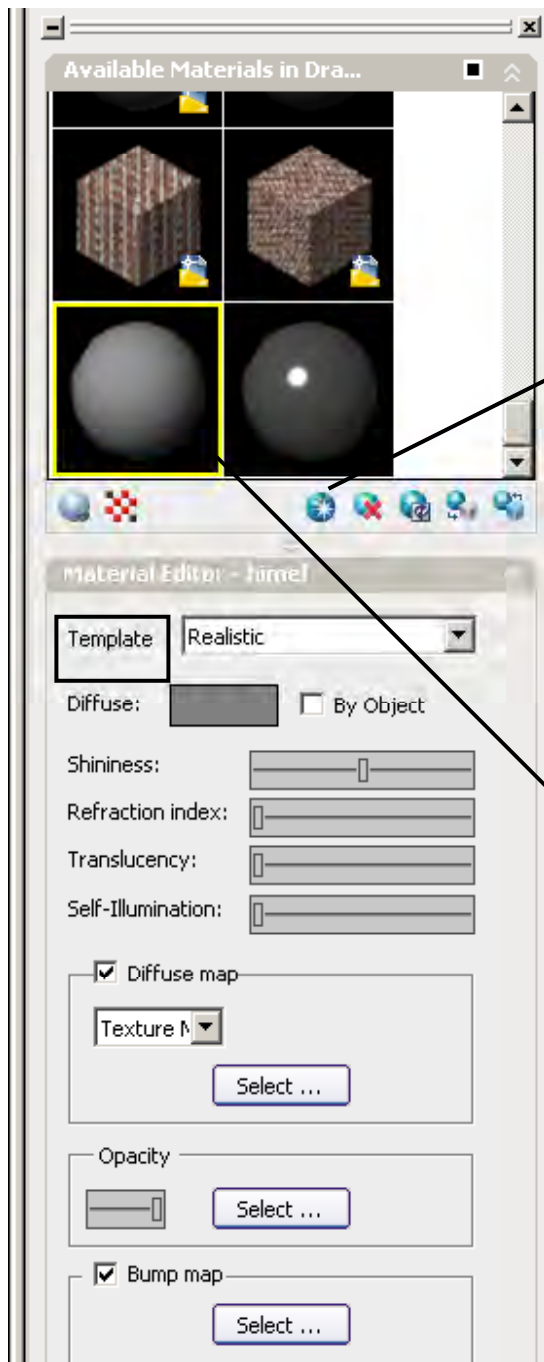
utseende som visas nedan. När vi sedan i nästa kapitel applicerar verkligt material på objektet kommer det att visas direkt i ritarean.



5.2 Applicering av material på objektet



Genom att klicka på verktygsknappen *Materials* öppnas Toolpaletten *Materials*

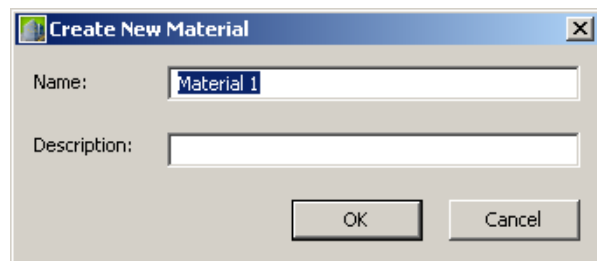


Under toolpaletten *Materials* finns ett antal fördefinierade material men också egna material kan skapas. I det här examensarbetet beskrivs hur en visualisering med eget material går till.

Till att börja med skapas ett nytt material. Det görs genom att klicka på *create new material*.



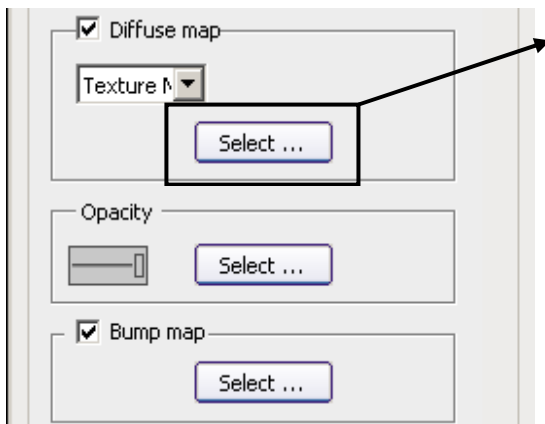
Då öppnas följande dialogruta. Här namnges materialet och sparas genom att klicka OK.



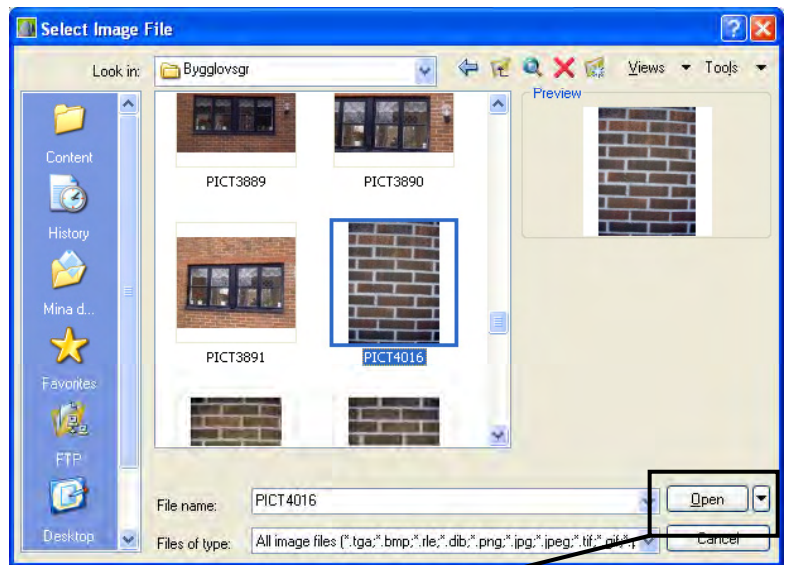
När det är gjort, skapas en ny materialikon (se det markerade fältet i Toolpaletten *Materials*).

Under *Templates* rullgardinmeny väljs grundegenskaperna för materialet. Här väljs *Realistic* för att få en realistisk och verklighetstrogen bild.

Innan materialet appliceras på modellen måste bilden av materialet redigeras. Det görs inte i ADT utan i ett bildredigeringsprogram. Bilden klipps och redigeras beroende på vad det är som ska visualiseras, se avsnitt 4.2.2 och 4.3.2.



Genom att klicka på *Select* under toolpaletten *Materials* öppnas dialogrutan *Select Image File*



Här letar man upp den aktuella bilden och klickar *Open*

Nu tilldelas materialet materialikonen under toolpaletten *Materials*.

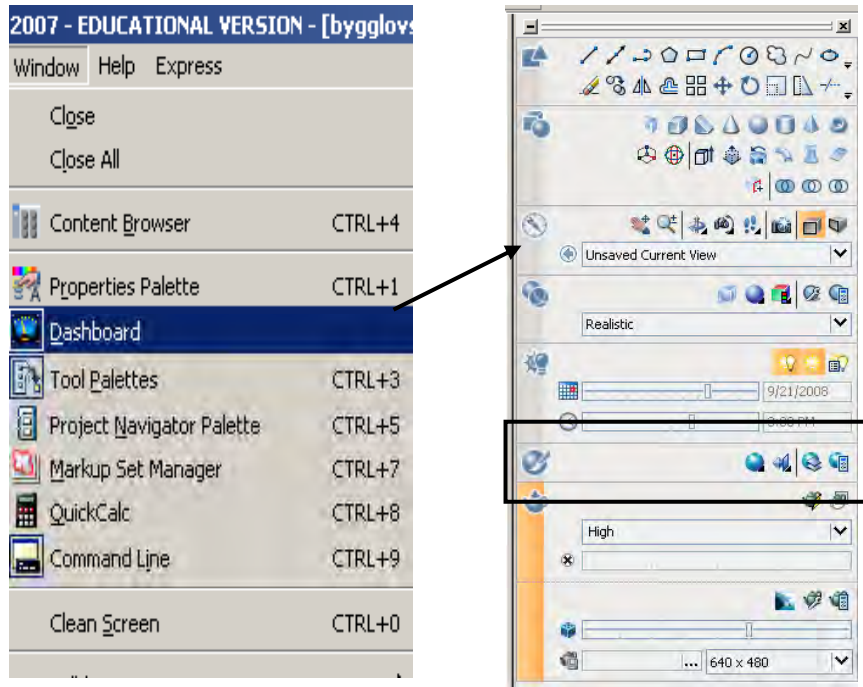


Nu är det dags att sätta materialet på objektet. Det enklaste och vanligaste sättet är att klicka på *Apply material to objects*.

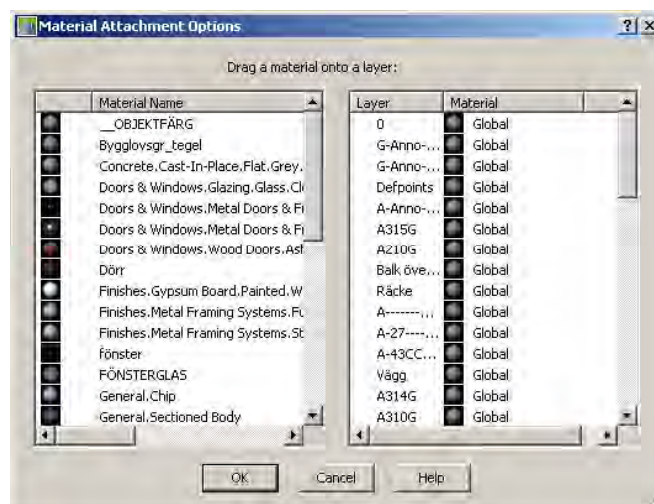


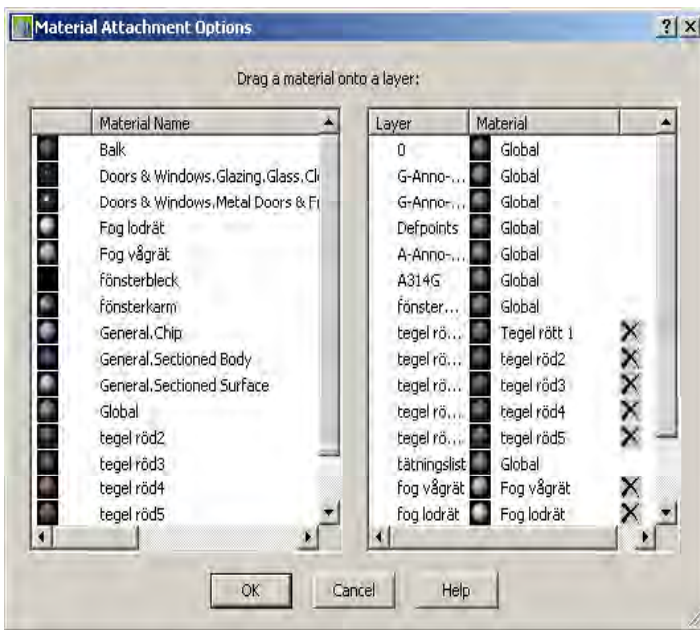
Flytta markören till den del av objektet som ska få det aktuella materialet och vänsterklicka.

Det finns ytterligare ett sätt att applicera material på ett objekt. Det är att koppla ihop lagret och materialet. För att göra det öppnas *Dashboard* som finns under rullgardinsmenyn *Window*. Det här sättet är att rekommendera när många material används i en och samma modell



När Dashboard är öppnad letar man upp verktygsfältet, *Materials control panel* som är markerat i bilden ovan och klickar på verktygsknappen *Attach by layer*, och följande dialogruta öppnas.





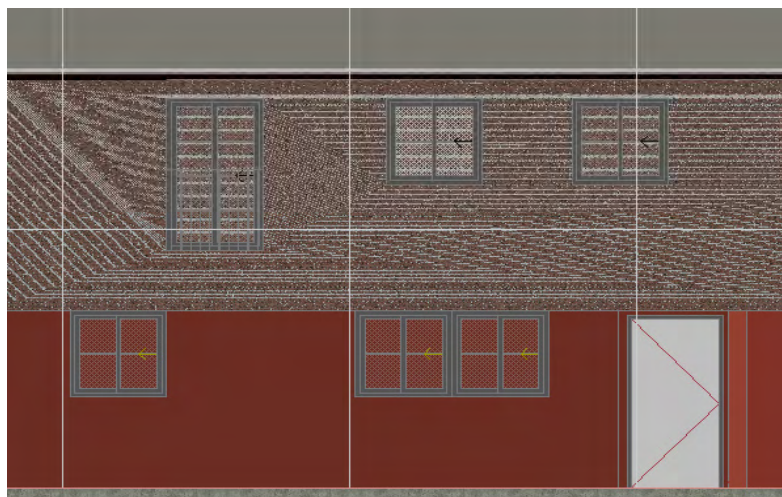
På den högra sidan i rutan finns materialen och på den vänstra alla ritningslager som finns i ritningen. Genom att markera ett material och dra över det till den vänstra sidan och koppla ihop det med det aktuella lagret har ett visst material tilldelats ett bestämt lager. Detta innebär att varje gång man justerar materialet eller byter materialet sker det direkt i ritningen vilket både underlättar och skyndar på arbetet. Ett tips är att namnet på materialet har samma namn som lagret. Då kan man tydligt se att rätt material tillhör rätt lager. När materialet har kopplats ihop med lagret syns det i form av ett kryss i högra kanten, *se bilden nedan*

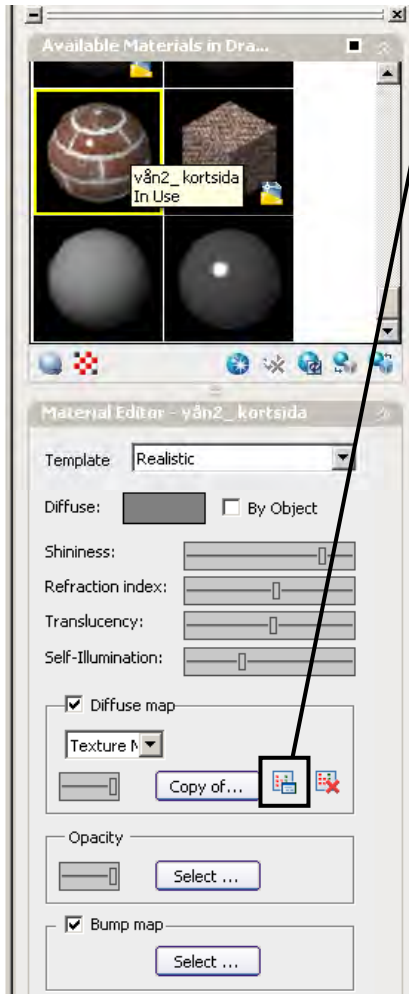


När nu ihopkopplingen av material och lager är gjord har materialet applicerats på objektet.

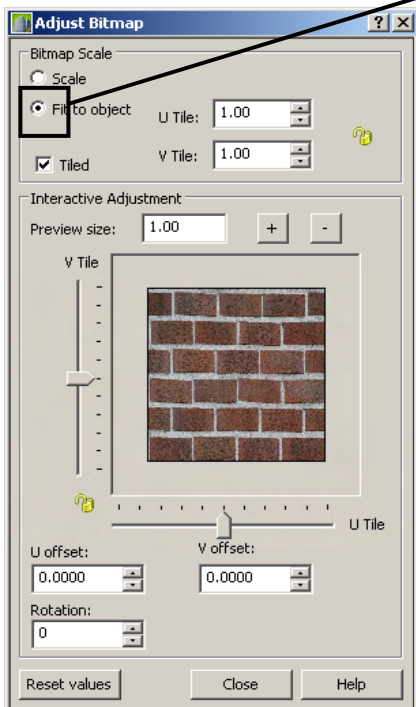
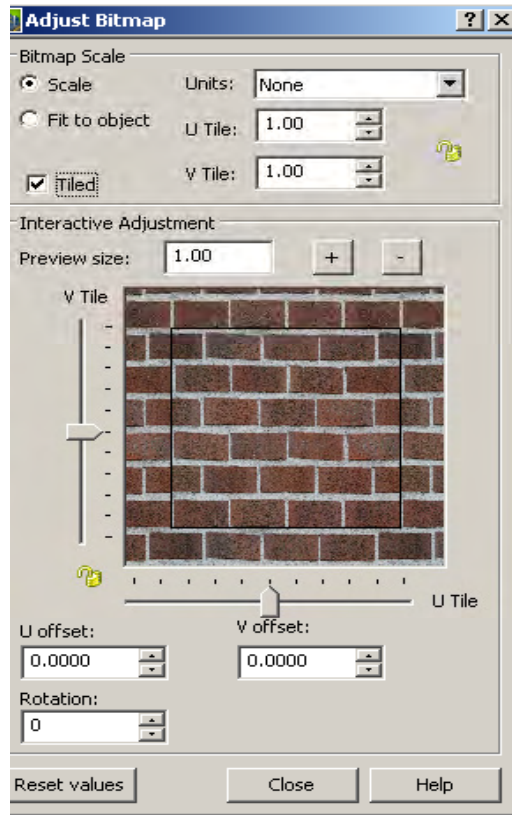
Nu börjar visualiseringen.

När materialet har applicerats på modellen kan utseendet bli följande. En justering av materialet är därför nödvändig.



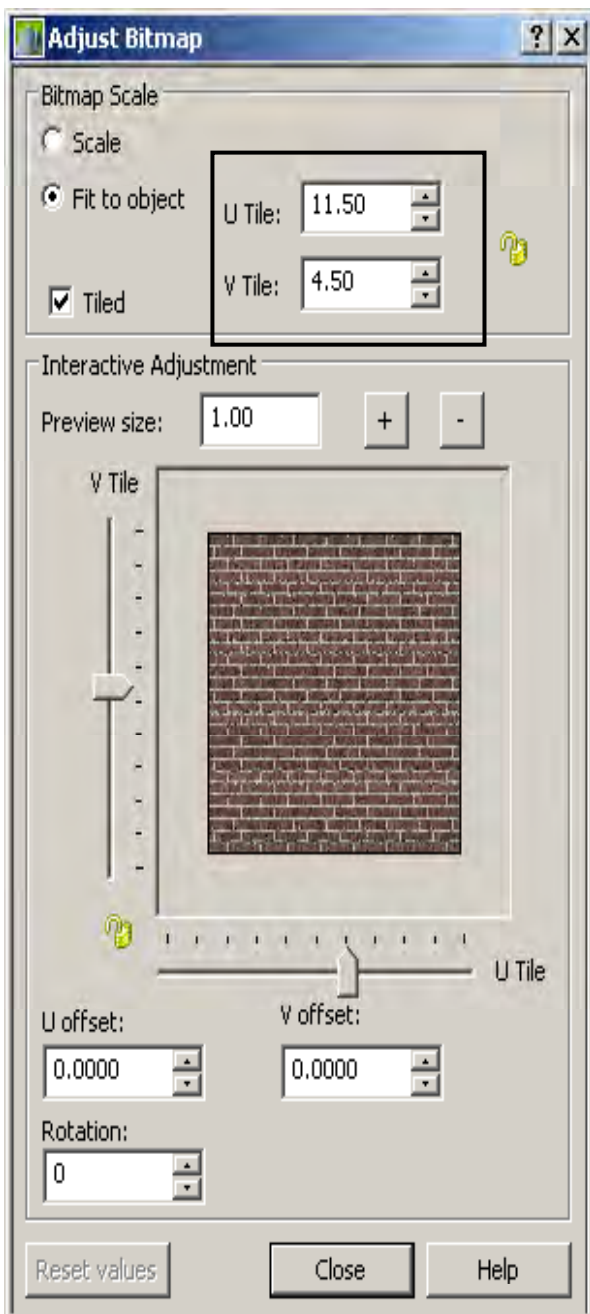


Första steget av justering av materialet görs genom att klicka på verktygsknappen *Adjust Scale...* och *Adjust Bitmap* rutan öppnas.



Vid markering av *Fit to object* anpassas materialet till objektet. Som bilden nedan visar är skalan på materialet inte rätt inställd och måste därför ändras.

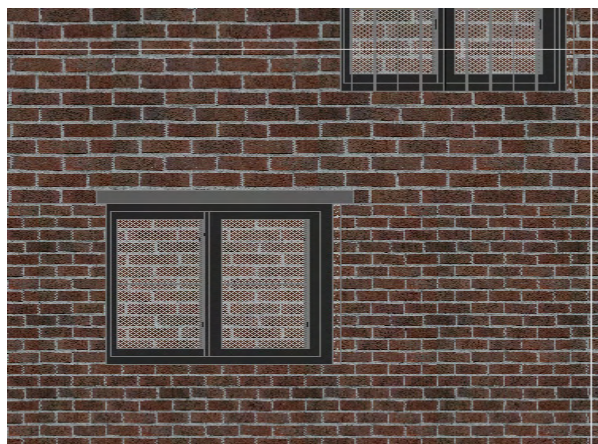


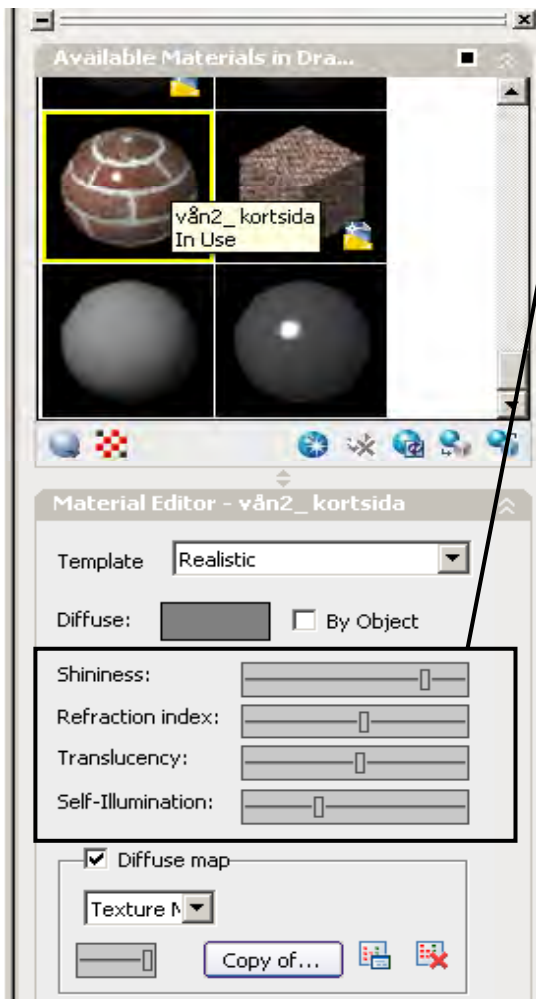


Justering av skalan görs genom att ändra på *U Tile* och *V Tile*. Vid justering av *U Tile* och *V Tile* i den markerade rutan ändras skalan på materialet till en önskvärd storlek. Genom att prova olika alternativ kommer man fram till att skalan i detta fallet är mest verklighetstrogen då *U Tile* sätts till 11.5 och *V Tile* till 4.5. Varje gång man ändrar *U Tile* och *V Tile* får man gå tillbaka till modellen och se om värdena på skalan får ett utseende som stämmer överrens med verkligheten.



Vid appliceringen av material på resterande väggar görs samma sak för varje enskild volymmodell. Detta är nödvändigt eftersom väggarna är av olika storlekar och det krävs då en enskild justering av varje väggdel. Om man väljer samma inställning av skalan blir utseendet på villan följande.





Vid justering av kvalitén på materialet behövs i vissa fall justering av nedanstående funktioner göras:

- *Shininess* anger blankheten hos materialet.
- *Refraction index* anger vilken ljusbrytning ett material har och hur materialet reflekteras.
- *Translucency* anger hur materialet leder ljus samt hur det skingrar ljus.
- *Self-Illumination* anger om materialet strålar ljus.

I det här fallet behövs *Shininess* och *Self-Illumination* justeras. När dessa justeringar är gjorda får byggnaden följande utseende.



5.3 Ljus- och skuggsättning



I ADT finns möjligheter att tillämpa sex olika sorters ljussättningar på modeller:

- *Point Light* vilket kan jämföras med en glödlampa som lyser lika mycket åt alla håll.
- *Spotlight* vilket är detsamma som en strålkastare, riktat ljus.
- *Distant Light* kan jämföras med solen och är en relativt komplicerad ljussättning.
- *Geographic Location* är en solstudie tagen utifrån verkliga förhållanden.
- *Sun Properties* är som namnet säger solens egenskaper.

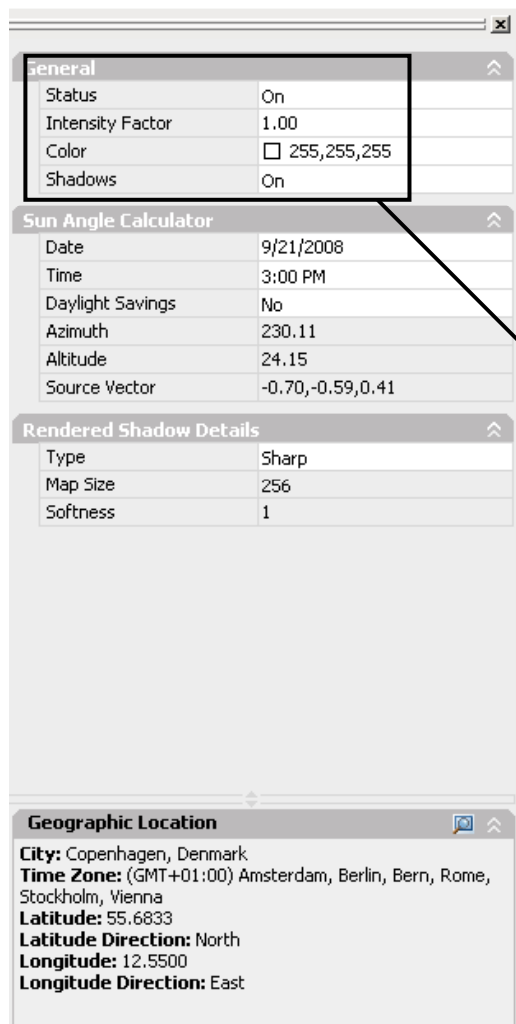
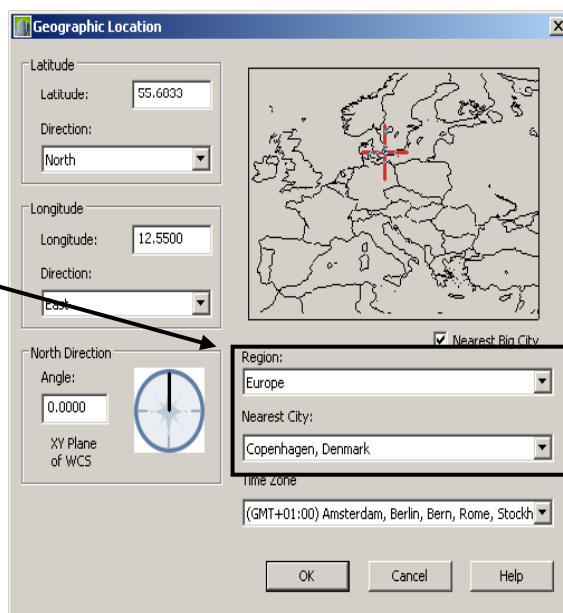
55 I det här examensarbetet kommer endast *geographic location* och *sun properties* att användas eftersom det är en solstudie skapad ur verkliga förhållanden.



Genom att klicka på verktygsknappen *Geographic Location* öppnas följande ruta.

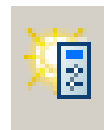
Under rullgardinsmenyerna i rutan bestäms var i världen objektet är placerat.

Här valdes Europa och Köpenhamn som närmsta stad.



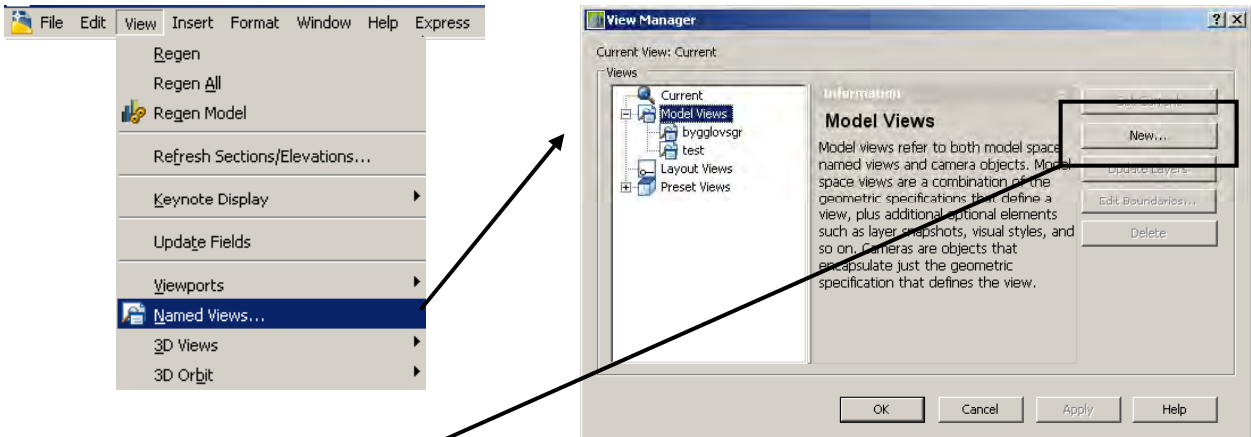
Genom att klicka på verktygsknappen *Sun Properties* öppnas följande ruta.

För att solen ska lysa måste *Status* sättas till *On*. Likaså måste *Shadows* sättas till *On* för att skuggor ska synas.



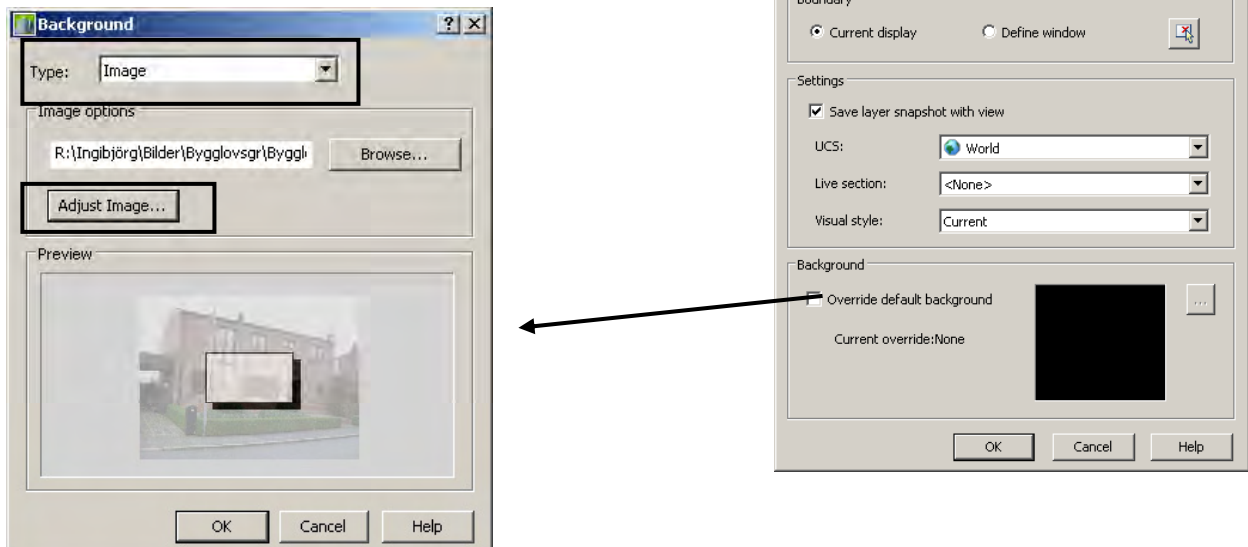
5.4 Bakgrund till modellen

Genom att lägga till en bakgrund kan objektet presenteras i sin rätta miljö. Under rullgardinsmenyn markeras *View*. *Named views*..letas upp och dialogrutan *View Manager* öppnas.



Genom att klicka på *New* öppnas dialogrutan *New View*.

Vid markering av *Override default background* öppnas dialogrutan *Background*



För att välja en verklig bild sätter man *Type* till *Image* och klickar på *Browse* och letar upp den bild man vill ha som bakgrundsbild, se bilden ovan. För att anpassa bakgrundsbilden till modellen markeras *Adjust Image* och dialogrutan *Adjust Background Image* öppnas.



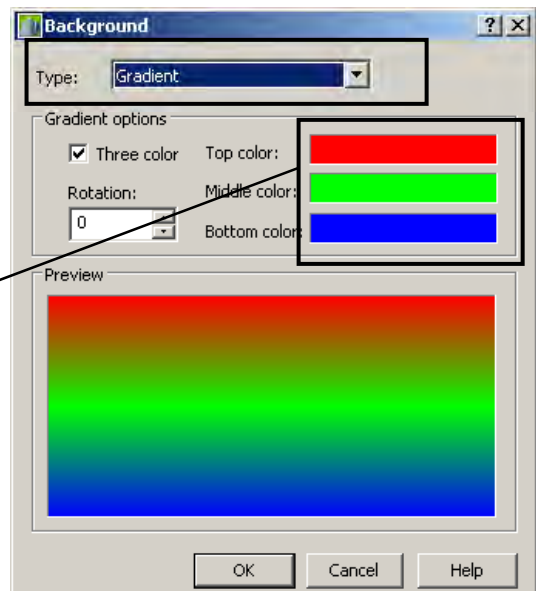
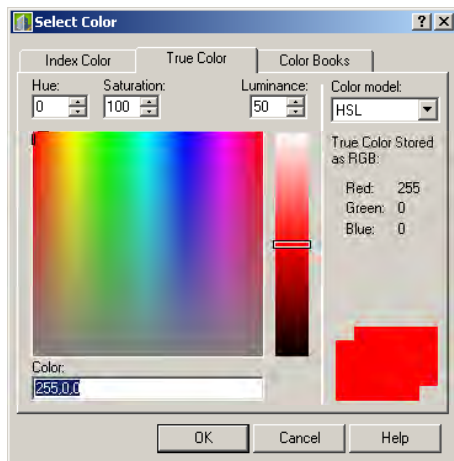
Image position sätts till *Stretch* och *Sliders adjust* till *Scale*. När detta är gjort klickar man *OK*.

Det kan vara komplicerat att använda sig av en verklig bild eftersom modellen hamnar framför bakgrundsbilden och kan se ut som följande:



I det här fallet används därför inte en verklig bild, utan en färgsatt bakgrund. Det görs genom att man sätter *Type* till *Gradient* och dialogrutan *Background* får då följande utseende.

Genom att klicka på färgerna öppnas dialogrutan *Select Color*.



Efter att man har valt den färgsättning man vill ha klickas *OK* och modellen får följande utseende.



5.5 Rendering

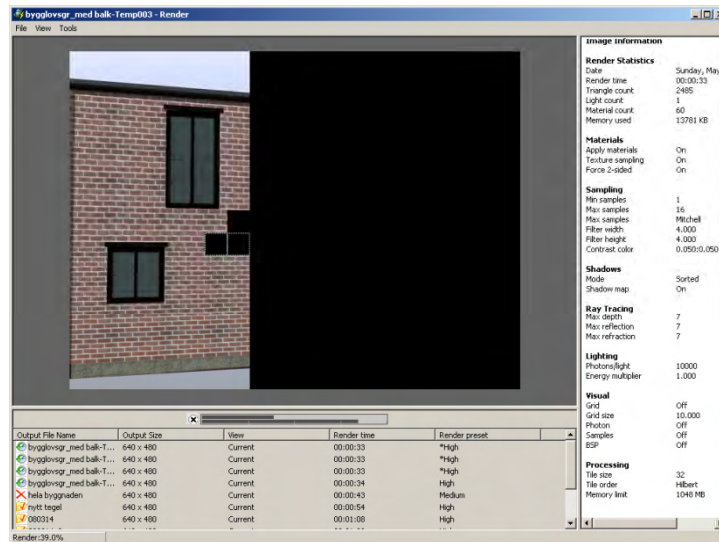
Det sista som görs är rendering av bilden. Med rendering menas framkallning av en bild från modellen. Innan framkallningen av en bild görs måste några inställningar justeras. Det görs genom att klicka på *Advanced render Settings*..



och följande dialogruta öppnas. Här ställer man in bland annat upplösningen, vad som ska renderas, eventuell skuggbildning, osv.



När de önskvärda inställningarna är klara klickar man på verktygsknappen *Render* och dialogrutan *Render* öppnas. Nu startar framställningen av bilden.



När renderingen är klar sparar man bilden. Den färdiga slutprodukten blir då följande.



6. Slutsatser

Visualiseringar av olika objekt ger en överblick av den förväntade produkten redan vid ett tidigt stadium av byggprocessen. Datorgjorda visualiseringar är dock ofta kopplade till avancerade program som är dyra att införskaffa och svåra att hantera. Det leder till att de möjligheter som visualiseringar erbjuder inte utnyttjas av byggföretagen.

Datorprogrammet ADT 2007 erbjuder byggbranschen en bra möjlighet att ta tillvara på visualiseringens fördelar till en lägre kostnad. De flesta företag använder sig redan av programmet men få känner till dess visualiseringsmöjligheter. Genom att öka kunskapen om dessa möjligheter ges byggbranschen ytterliggare ett verktyg för att kunna forma en så bra slutprodukt som möjligt.

I dagens läge saknas det på marknaden även ett datorbaserat verktyg för att visualisera val av ersättningsmaterial. Förvisso erbjuder vissa tegelföretag på sina hemsidor möjligheter att variera materialval för byggnader men då handlar det uteslutande om nyproduktion.

Det är därför intressant att använda datorbaserad teknik vid olika reparationer och val av ersättningsmaterial till befintliga objekt.

Under perioden 1940 till 1980 användes icke rostskyddade armeringsstänger vid byggandet av skalmursfasader som bidrog till att många av objekten i dag har korrosionsskadade fönsterbalkar. Det här arbetet har visat att ett felaktigt val av ersättningsmaterial vid de skadade fönsterbalkarna kan förstöra en byggnads kulturhistoriska värde och därmed förfula ett helt område.

I detta arbete har ADT 2007 använts för att visualisera inverkan av materialvalet på ett praktiskt och enkelt sätt.

Arbetet har också visat att man inte alltid hittar ett passande ersättningsmaterial som liknar de övriga, oskadade befintliga materialen. Därför borde man beakta möjligheten att ersätta de skadade delarna med ett helt nytt material i form av stål- eller träbalkar. Den här tekniken är intressant eftersom man inte försöker efterlikna den befintliga fasaden utan förändra densamma på ett gestaltningmässigt acceptabelt sätt.

Oavsett vilken reparationsmetod som väljs finns ett behov av att redan på planeringsstadiet värdera effekten av materialvalet på fasadens framtida utseende. Visualiseringsverktyget som har utvecklats inom detta arbete kan användas i detta syfte.

7. Referenser

Skriftliga referenser

AB Svensk Byggtjänst, *Rätt murat och putsat*. ISBN 91-7333-126-0, Karlshamn, 2005

AB Svenska Byggtjänst, *Skalmurar*. Byggeforskningens informationsblad B8:1975
ISBN 91-540-2500-1, Stockholm, 1975

Gustavsson, T., Jönsson, J. Molnár, M *Reparation av murade fasader med korrosionsskador*.
AB Svensk Byggtjänst, ISBN 978-91-7333-239-2, Karlshamn, 2007

Gustavsson, T. *Restaurering av murade fasader med korrosionsskador*. Bygg & Teknik 2/05,
2005

Gustavsson, T. *Moderna murverk*. Rapport TVBK – 1023, Lunds Tekniska Högskola, 2002

Hansson, A., Hanzén, S. *Alternativa sätt att överbrygga öppningar i skalmurar av tegel*.
Rapport TVBR – 5136, Lunds Tekniska Högskola, 2006

Hansson, P., Karlsson, G., Pärletun, L-G. *Kom igång med AutoCAD 3D*.
ISBN 91-44-02659-5, Lund, 2002

Nevander, L-E. *FUKT handbok Praktik och Teori*. AB Svensk Byggtjänst,
ISBN 91-7332-716-6, Stockholm, 1997

Svensson, S. *Visualisering och animering i anläggningsprocessen*. Rapport TVBK – 5124,
Lunds Tekniska Högskola, 2004

TYRÈNS, *Kursmaterial ADT 2005*. Lund, 2005

Elektroniska referenser

<http://www.murma.se/pdf/armering.pdf> . Besökt september 2007

www.autodesk.se, Återkommande besök under projektets gång

<http://www.petersen-tegl.dk/>, Besökt i januari, mars och april 2008

<http://www.visa-vem-du-ar.se/page680.aspx>, Besökt mars 2008-04-25

<http://www.murotag.dk/arkitektbib/index.php?showInfoPage=0100&setLang=Se>, Besökt
mars 2008

<http://www.bjornebakken.dk/index.asp>, Besökt februari och mars 2008

Muntlig referens

Jönsson, J. Lunds Tekniska Högskola, december 2006, januari 2008, mars 2008

Kim Utzon Arkitekter, Arkitektkontor, e-post kontakt, mars 2008

Martinsson, N. Tegelmäster i Bara, februari 2008

Molnár, M. Lunds Tekniska Högskola, december 2006, september 2007, april 2008