TEXTBOOKS

الهندسة المعمارية

تاريخ العمارة وأبحاث العمارة التاريخية والحفاظ على المباني التاريخية

تأليف: توبياس بوزن، مِريام كنختل، كليمنس كنوبلِنغ، إلكه ناغل، مانفرِد شولر، بيرِته توت

الرفع المعماري

TUM.University Press

قسم تاريخ العمارة وأبحاث العمارة التاريخية
والحفاظ على المباني التاريخية

الرفع المعماري

تأليف: توبياس بوزن، مِريام كِنختِل، كليمنس كنوبلِنغ، إلكِه ناغل،
مانفرِد شولر، بيرِته توت

تُدرج المكتبة الوطنية الألمانية هذا المنشور ضمن المراجع الوطنية، تتوفّر البيانات الببليوغرافية التفصيلية على الإنترنت تحت العنوان
https://portal.dnb.de

الطبعة الأولى
حقوق الطبع والنشر © 2019 لهذه الطبعة: TUM.University Press، دار نشر جامعة ميونيخ التقنية
حقوق النشر © 2015: توبياس بوزن، ميريام كنختل، كليمنز كنوبلِنغ، إلكه ناغل، مانفرد شولر، بيرته توت
جميع الحقوق محفوظة.

النصوص والتصميم: توبياس بوزن، ميريام كنختل، كليمنز كنوبلِنغ، إلكه ناغل، مانفرد شولر، بيرته توت. الفصل و بمشاركة تيلمان ريغلر
الترجمة إلى اللغة العربية: وسيم الرز - معهد الآثار الألماني، الإدارة المركزية في برلين
الرسومات التوضيحية: يوناس هان
الصور: إيزابيل مولهاوس
الإخراج والتصميم: توبياس بوزن وفق الدليل التصميمي لدار النشر جامعة ميونيخ التقنية
إعداد الإخراج الطباعي للنسخة العربية: عبد السلام الميداني -معهد الآثار الألماني، الإدارة المركزية في برلين
تصميم الغلاف: مكتب التصميم يوزف غريلماير، ميونيخ
صورة الغلاف: فرناندو ألدا
تعود جميع الأشكال ما لم يُنصّ على خلاف ذلك إلى قسم تاريخ العمارة وأبحاث العمارة التاريخية والحفاظ على المباني التاريخية في جامعة ميونيخ التقنية.
www.baufo.ar.tum.de
ردمك:
ISBN: 978-3-95884-029-4
معرّف الوثيقة الرقمي:
DOI: 10.14459/2016md1353273
تمّ تنفيذ النسخة العربية بجهود رئيسة معهد الآثار الألماني أ.د. فردِيريكه فْلِس وشبكة التراث الأثري ArchHerNet وذلك في إطار مشروع „ساعة البدء" . تم تحقيق ذلك بفضل الدعم السخي من وزارة الخارجية في جمهورية ألمانيا الاتحادية.

Auswärtiges Amt
ArcHerNet
Archaeological Heritage Network
DEUTSCHES
ARCHÄOLOGISCHES INSTITUT
STUNDE [null]

الفهرس

مقدمة ٤

تمهيد ٥

آ. الأساسيات ٧
١ـ تاريخ الرفع المعماري
٢ـ ما الذي سوف يجري قياسه وكيف يُجرى القياس ؟
٣ـ الفائدة العلمية والجدوى الاقتصادية

ب. الرفع المعماري اليدوي. ١٩
١ـ نظامُ قياس مستقلّ
٢ـ إعداد شبكة القياس
٣ـ قياس وتحويل شبكة القياس
٤ـ القياس والرسم
٥ـ تفاصيل

ج. الوسائل المساعدة البصرية والمرئية ٣٥
١ـ جهاز التسوية (النيفو أو الليفل)
٢ـ جهاز التسوية الليزري
٣ـ المزواة (التيودوليت)

د. الرفع الإلكتروني ٤١
١ـ المباني
٢ـ المحطة الشاملة / التاكيومتر
٣ـ المسح الثلاثي الأبعاد

أمثلة من محيط التدريس الجامعي. ٥٢

هـ. المساحة التصويرية. ٧١
١ـ التعريف والمصطلحات
٢ـ تقويم الصورة
٣ـ طرق أخرى

و. التخطيط لعمليات رفع معماري واسعة النطاق ٧٩
١ـ تنظيم المشروع
٢ـ دراسات الموجودات وقائمة الموجودات
٣ـ السجل الوصفي للمبنى
٤ـ رسم الخرائط ومخططات المراحل الإنشائية
٥ـ طرق التأريخ

ز. الملحق ٩٧
١ـ الإظهار
٢ـ مسرد المصطلحات
٣ـ مراجع الأشكال
٤ـ المراجع

مقدّمة

يعدّ التوثيق الدقيق لمبنى ما شرطاً أساسياً لإجراء إعادة إنشاء من وجهة نظرٍ تاريخية لتاريخ هذا المبنى ولتاريخ تغييره، ولتخطيطٍ وتنفيذ تدابير الحفظ والترميم حيث يجري هذا بشكلٍ مستقلٍ عن الزمان والمكان ومواد البناء وشكلٍ الاستخدام.

ففي ألمانيا يقوم علم أبحاث العمارة التاريخية بشكلٍ منهجي مستمرٍ بتطوير الرفع المعماري ودراسة المباني التاريخية وذلك باستخدامٍ الوسائل المتاحة بدءاً من الرفع اليدوي وصولاً إلى استخدام التقنيات الحديثة. قام قسم تاريخ العمارة وأبحاث العمارة التاريخية والحفاظ على المباني التاريخية في جامعة ميونيخ التقنية بتقديم عملٍ أساسي غني بالصور يفسّر بوضوح أساليب أبحاث العمارة التاريخية. استُخدمَ هذا الكتاب في السنوات الأخيرة مراراً وتكراراً في مشاريع التعليم والتدريب التكميلي المنفّذة في إطار مشروع «ساعة البدء، مستقبلٌ لمرحلة ما بعد الأزمة». يتمّ تنسيق هذا المشروع الذي تموّله وزارة الخارجية الاتحادية من قِبل شبكة التراث الأثري التي تأسّست في عام ٢٠١٦. يتمّ في هذا الصدد تنظيم ورشات عملٍ للزميلات والزملاء من مناطق الأزمات في العراق وسورية واليمن لتمكينهم من توثيق الإرث الحضاري المهدّد أو المتضرّر في بلدانهم. يهدف ذلك إلى وضع الأسس اللازمة لتوثيق وتقييم الأضرار بحيث يمكن أن تستند عليها تدابير الحفظ وإعادة الإنشاء. غير أنه هناك نقصٌ في المواد التدريبية باللغة العربية في مجال أبحاث العمارة التاريخية.

بفضل الشبكات القائمة والتعاون في مجال أبحاث العمارة التاريخية أُتيحت الفرصة لتقديم هذا الكتاب الخاصّ بالرفع المعماري باللغة العربية وإتاحته عبر الوصول الحرّ. وهنا أتقدّم بالشكر الجزيل لمؤلفي هذا الكتاب وبشكلٍ خاص الأستاذ الدكتور مانفرد شولر. غير أنّه لم يكن من الممكن إطلاقاً ترجمة المصطلحات الخاصّة بعلم أبحاث العمارة التاريخية لولا جهود وسيم الرز الذي قام بالترجمة. قام توبياس بوزن بالتعاون مع عبد السلام الميداني بتنسيق النموذج الطباعي المتكيّف مع اللغة العربية. لهم أيضاً أتقدّم بجزيل الشكر.

رئيسة معهد الآثار الألماني
أ. د. فردِيريكه فْلِس

تمهيد:

يُفسِّر مصطلح الرفع المعماري نفسه بنفسه: فهو عبارةُ عن عملية قياسٍ ورسم دقيقةٍ لمبنى قائم. فكما يقوم التصميم الكامل لمبنىً مستقبلي بتمثيل كامل للمساقط والمقاطع والواجهات،يقوم الرفع المعماري بتوثيق مبنى قائم باستخدام نفس اللغة المعمارية. يقوم الرفّع المعماري لمبنى أو لمجموعة أبنية أو لموقع أثري وبغضّ النظر عن الفترة الزمنية التي تعودً إليها بتسجيل كافة التفاصيل الإنشائية والشكلية مثل انحرافات الزاويا والتشوّهات الحاصلة بمرور الزمن بالإضافة إلى الأضرار والتعديلات والتحديثات.

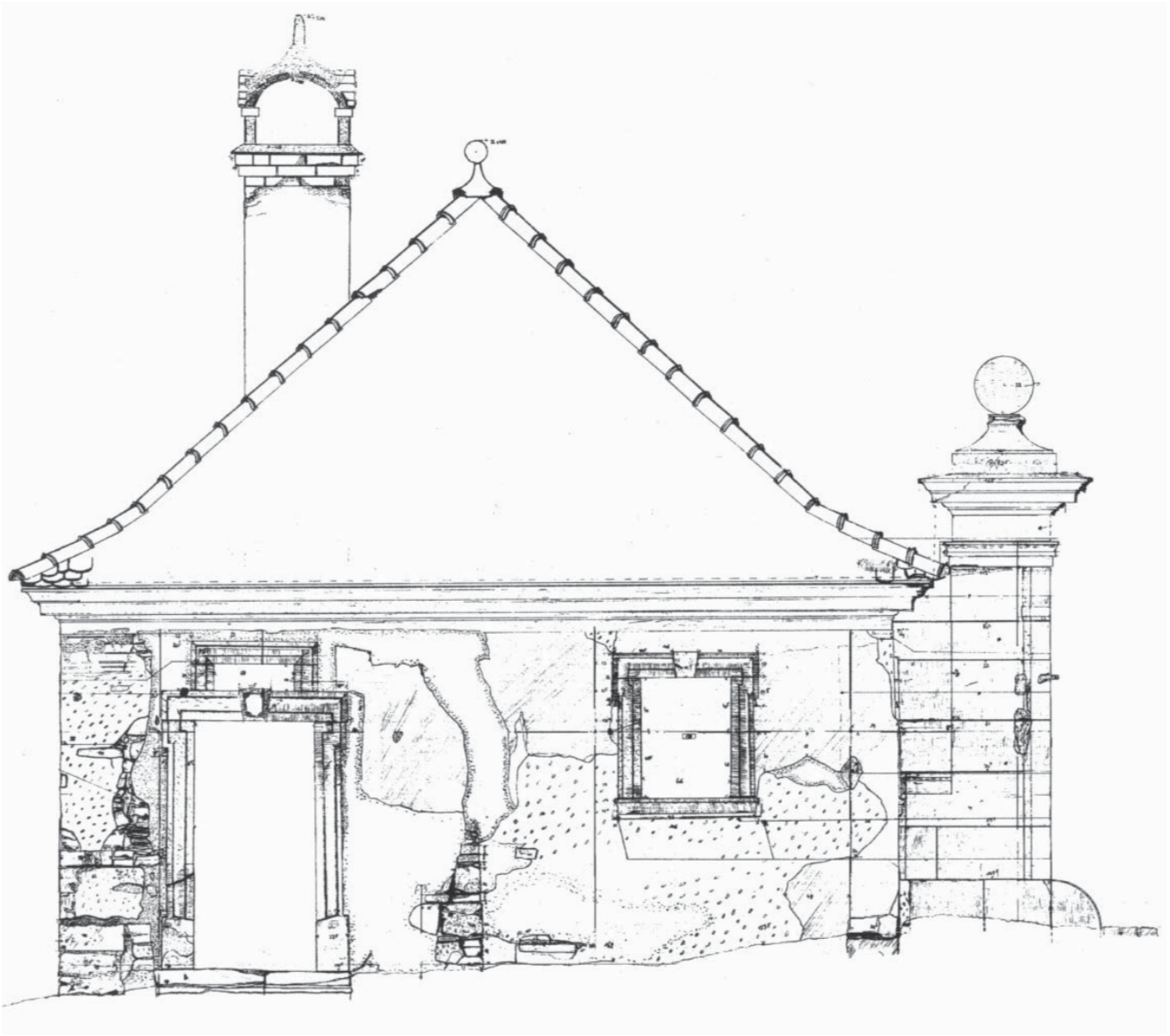
يمكن أن يؤدّي ذلك إلى وجود هدفين رئيسيين، الهدف الأول هو الغاية العلمية: فالرفع المعماري يُشكّل أهمّ أساسٍ لدراسات تاريخ العمارة التي تحاول توضيح وتفسير العمر والمظهر الأصلي والتغييرات والوظائف والخصائص الإنشائية لمبنىً ما. الهدف الثاني هو إنشاء أساسٍ للبناء ضمن نسيج تاريخي: فبالنسبة للمبانيٍ القديمة لا تتوفر لهًا عادةً أية مخططات وحتى إن وُجِدت فهي غير كافية لأنها لا تعكس بدقّة الوضع الذي نشأ بمرور الزمن والذي غالباً ما يكون متغيّراً بشكل كبير، كما أن إمكانية الحصول على مخططات خاصّة بأبنيةٍ مثل منازل المزارعين أو مواطني الطبقّة البرجوازية أو المشيَّدات العائدة إلى العصور الوسطى أو ما قبلها تُعتَبر ضرباً من العبث. كيف يمكن إذاً التخطيط لأعمال التعديل أو الإضافة أو الترميم المستقبلية؟ الرفع المعماري هوالذي يُؤمّن هذه الوثائق المطلوبة والمُستَعجَلة لإنجاز جميع التدابير الإضافية. يمكن من خلال هذه الوثائق تحديد مكامن القوّة والضعف في البناء والأضرار وترتيب الفراغات المعقّدة بالإضافة إلى التمييز ما بين القطّاعات المهمّة من ناحية تاريخ العمارة وبين الأقلّ أهمية. عندها فقط يمكن وضع مخطّطات جديدة تمنع التدخّلات التي لا رجعة فيها في القطّاعات المهمّة وتضع الإنشاءات الأساسية في الحسبان كما تسمح بوضع حسابات تكلفة دقيقة.

تقع عملية الرفع المعماري على عاتق المهندس المعماري الذي يجب أن يكونٍ قادراً على رفع المباني البسيطة بنفسه وفقاً للمتطلّبات الموضّحة، وفيما يخصّ المباني الأكثر تعقيداً يجب عليه أن يكون أيضاً قادراً على فهم عمل المُختصّين المسؤولين و التشاور معهم. يُقصد بالمُختصّين في هذه الحالة المهندسين المعماريين الذين تمّ تأهيلهم ليصبحوا مُختصّين في المباني الأثرية.

تُقدّم برامج البكالوريوس في الهندسة المعمارية في البلدان الناطقة باللغة الألمانية لمحةً عن الرفع المعماري بينما يتمّ التعمّق أو التخصّص في هذا المجال من خلال برامج الماجستير لدى الجامعات التقنية المختلفة.

تضاعفت الاستخدامات الممكنة للرفع المعماري في حين تغيّرت التطلّعات في بعض النقاط نظراً للثورة التي أحدثتها التقنيات الحديثة في أجهزة القياس وفي تطوير التخطيط المُتحكّم به إلكترونياً والذي لم يكن متوقعاً قبل سنوات قليلة خلت، إلّا أن المبادئ الأساسية لم تتغيّر حيث لا زال سارياً أن أفضل عمليات الرفع المعماري هي التي تُجرى في الموقع سواءً كان ذلك عن طريق القياس اليدوي التقليدي أو المعالجة وفقاً لأحدث طرق المسح.

أستاذ تاريخ العمارة وأبحاث العمارة التاريخية في جامعة ميونخ التقنية
أ. د. مانفرِد شولر



بيت الحراسة في أوبر
شفاباخ،
الواجهة الغربية، رفع يدوي

آ. الأساسيات

١ـ تاريخ الرفع المعماري

ارتبط التخطيط المعماري بالقياس منذ البداية، فأوّل ممثّلٍ لهذه المهنة معروف بالاسم المصري إمحوتب خلال عصر المملكة المصرية القديمة (حوالي ٢٧٠٠ ق.م) كان عليه قياس مواقع بناء الأهرامات بشكلٍ دقيق قبل أن يتمكّن من البدء في التخطيط الفعلي.

يهتمّ الرفع المعماري الكلاسيكي بتوثيق مبانٍ قائمة عن طريق رسومات المخطّطات المُقاسة بدقّة. لذلك كان معروفاً دائماً بالنسبة للمهندس المعماري أنّ مهمّة دمج العمارة القائمة في التصاميم الجديدة أو عمليات إعادة التخطيط تلي مهمّة البناء مباشرةً. لا ندري كيف كان الرفع المعماري يبدو في العصور القديمة والوسطى بسبب غياب المصادر من تلك الفترة.

تظهر أولى الأمثلة اعتباراً من عام١٥٠٠م أي في عصر النهضة عندما قام عدد كبير من المعماريين بدراسة المباني والآثار القديمة المحفوظة ووثّقوا ذلك من خلال الرفع المعماري. لقد كان ذلك بمثابة الأساس لتطوير لغتهم المعمارية الخاصّة. لدينا وثائق رفع معماري تعود لأفضل معماريي تلك الحقبة الثورية كبرامانتي ورافائيل وبالاديو على سبيل المثال لا الحصر.

طُوِّرت في تلك الفترة طريقةٌ جديدةٌ للإظهار ألا وهي الإسقاط العمودي للمساقط والواجهات والمقاطع والتي تُعتَبر اليوم مفهوماً عامّاً في جميع عمليات التصميم والرفع المعماري. وقد قابل ذلك مواصلة تطوّير نوعيات الورق وتوفّرها بشكلٍ عام. استُخدِم قلم الفضّة عادةً في الرسم وهو يُشبه قلم الرصاص الحالي ويسمح برسم الخطوط الدقيقة وقد أدّى الجمع بين قلم الفضّة والورق إلى الحصول على قابلية تخزين ممتازة يعود لها الفضل في حفظ وثائق الرفع المعماري الأصلية. سُجِّلَت المقاسات المأخوذة في مخطّطات الرفع المعماري المنفّذة غالباً بشكلٍ تخطيطي والتي كانت أيضاً مرسومةً وفق مقياسٍ دقيق. أُنجِزت العديد من الرسومات في الموقع مباشرةً بين الآثار والأوابد. وبسبب اهتمام المعماريين بالمظهر السابق الأصلي للمباني جرى خلط الأقسام الأصلية المحفوظة مع الأجزاء المُضافة وذلك وفقاً لتفسير المؤلّف مما كان يمكن أن يؤدّي إلى أعمال إعادة بناء غير صحيحة علمياً. استُخدِم الرفع المعماري على نطاقٍ واسع أيضاً حيث استُخدِم في مسح وقياس مدنٍ بأكملها. شكّلت المخطّطات الدقيقة أساساً لا غنى عنه، حيث أن هذه الأعمال قد افتتحت عهداً جديداً كالمخطّط العام الضخم لمدينة البندقية الذي أنجزه دي برباري في عام ١٥٠٠ أو نماذج مدن إقامة الحكّام البافارية التي صنعها النجّار ياكوب ساندتنر في سبعينيات القرن السادس عشر.

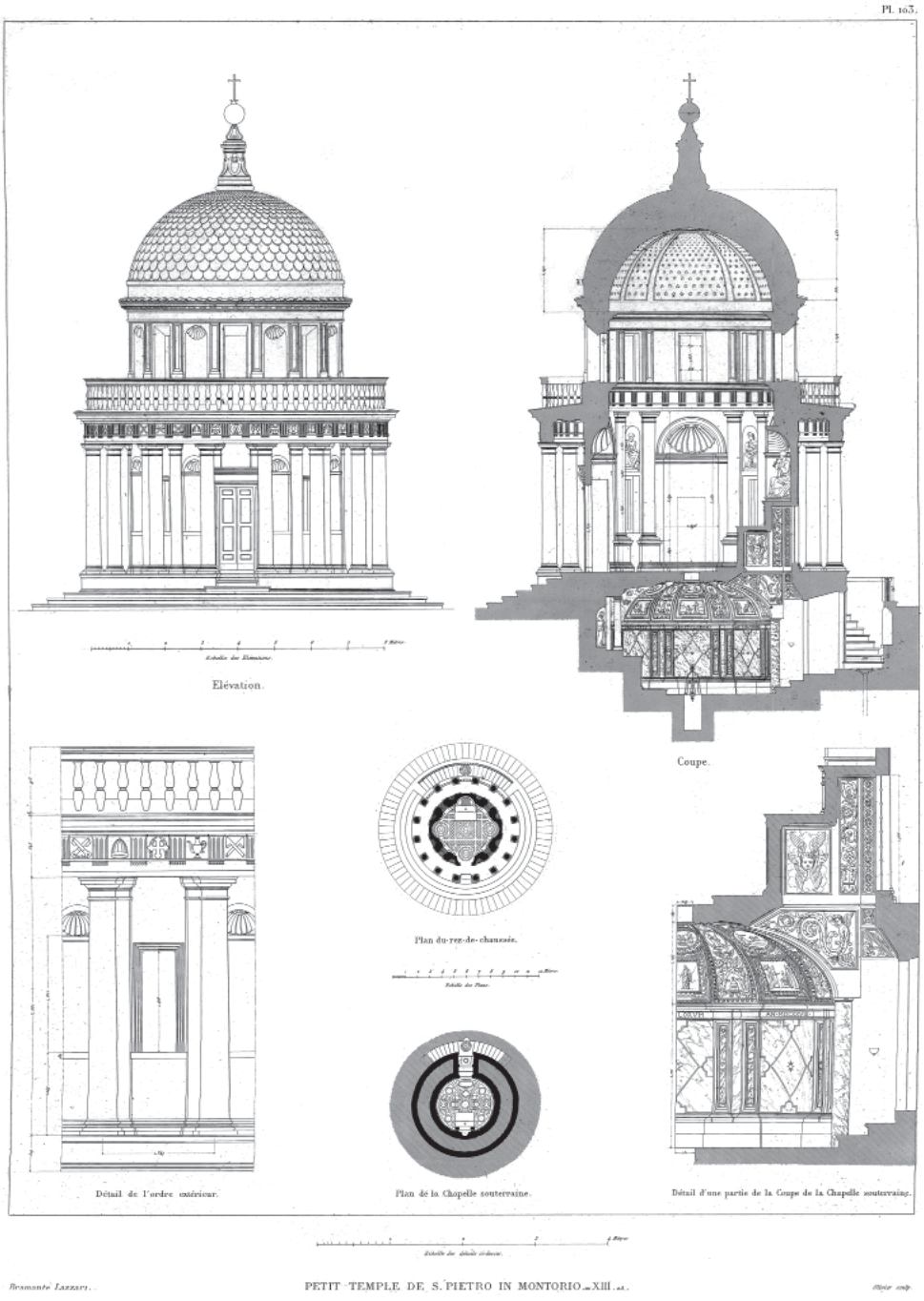
استُخدمت الأجهزة الأكثر تطوّراً في ذلك الوقت للقيام بهذه المهمّات الصعبة بما في ذلك أجهزة قياس الزوايا و التي سبقت جهاز التيودوليت الحالي.

وقد استُخدم الرفع المعماري بالفعل في القرن السابع عشر لتحديد وتقييم الأضرار، حيث يقدّم الرفع المعماري لكنيسة القدّيس بطرس في روما من قّبل كارلو فونتانا في كتابه الصادر في عام ١٦٩٤

(Il tempio Vaticano e sua origine)

أحد الأمثلة المعروفة والمعقّدة والدقيقة بشكل خاص.

بدأ الرفع المعماري المخصّص للأغراض العلمية البحتة يلعب دوراً مهمّاً في نهاية القرن السابع عشر. لذلك قام أنطوان ديسغوديتز في عام ١٦٨٢ بتكليفٍ من الأكاديمية الملكية للعمارة في باريس بنشر مخطّطات رفع معماري ممتازة لأهم المباني القديمة في روما في كتابه



تمبييتو برامانتي في سان بييرتو في مونتوريو، رفع معماري من كتاب ب. لوتاروي: „صروح روما الحديثة" الصادر عام ١٨٤٠ في باريس

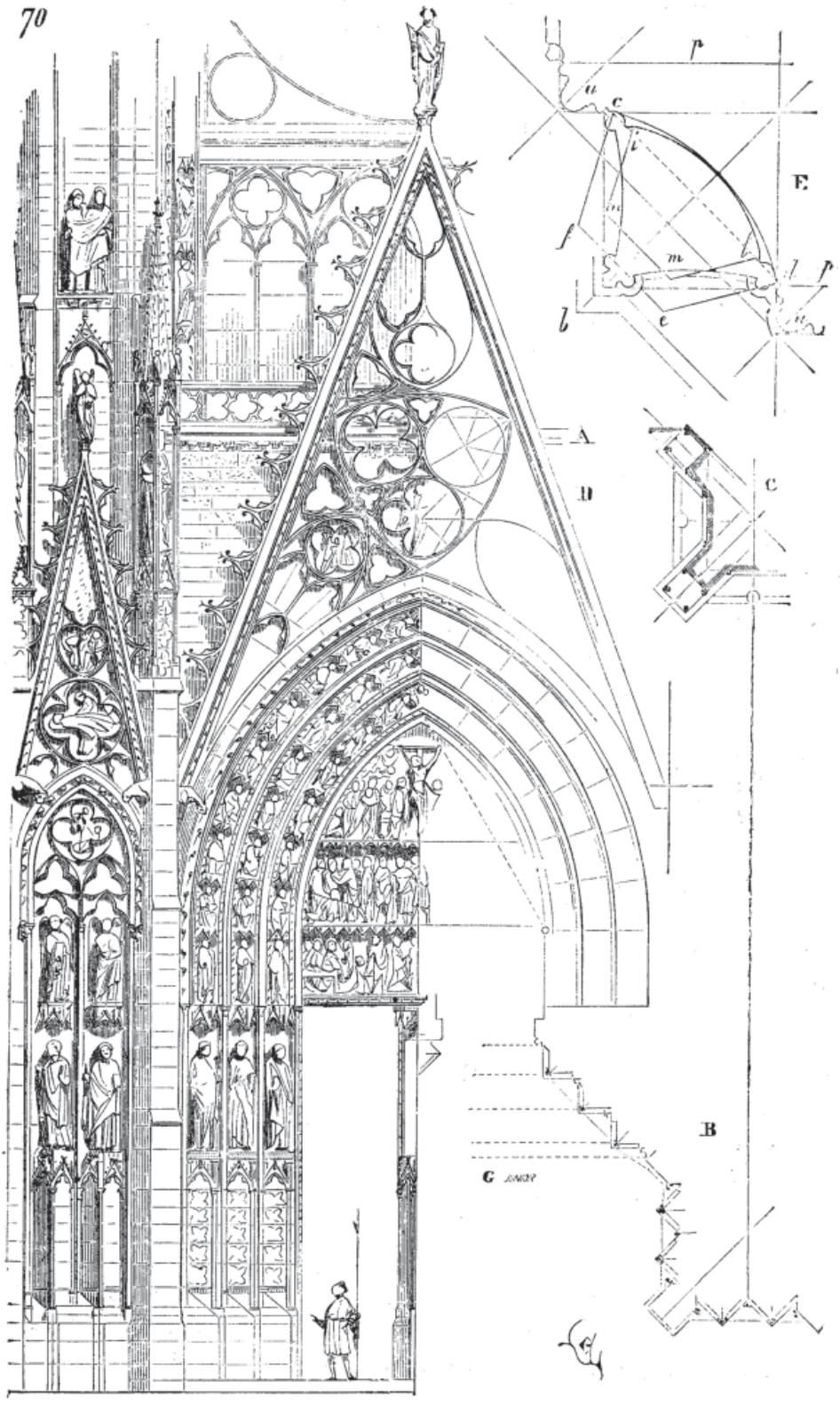
Édifices antiques de Rome. Mesurés très exactement).

نتيجةً لذلك تم ترتيب منح سفر لمدّة أربعة أعوام إلى روما لأفضل المهندسين المعماريين الفرنسيين الشباب أو ما سمّي بجائزة روما الكبرى لتكون حافزاً لإجراء دراساتٍ جديدةٍ حول المباني القديمة تقدّم مخطّطات رفعٍ معماريٍ ومصوّرات إعادة بناء مقترحةٍ رائعةً

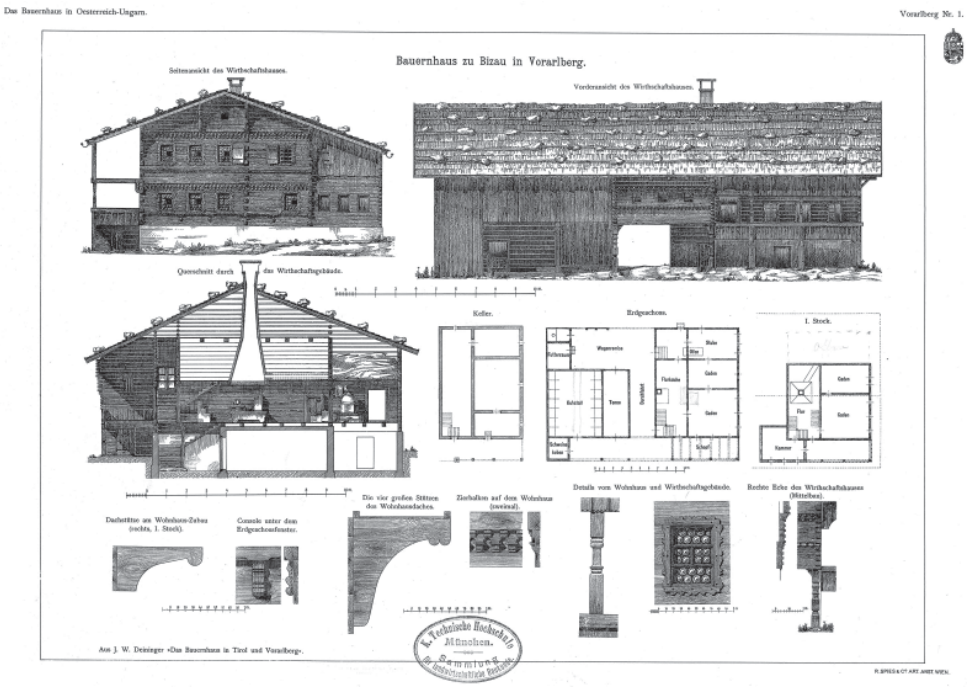
وقد أصبح العديد من „باحثي العمارة التاريخية" هؤلاء من أفضل معماريي عصرهم. اعتباراً من منتصف القرن الثامن عشر بدأ الاهتمام بالعمارة الإغريقية الموجودة في جنوب إيطاليا أو حتى في اليونان نفسها، وفي هذا المجال كانت أعمال المعماريين الإنكليز رائدةً بالنسبة للعلوم.

في عام ١٧٣٢ وبتكليفٍ من جمعية ديليتانتي

سافر كلٌّ من جيمس ستيوارت ونيكولاس ريفِت إلى أثينا العثمانية آنذاك حيث انكبّا على إنجاز كتابهما
(The Antiquities of Athens) الذي صدر في عام ١٧٦٢. مثّلت حملة نابليون على مصر إنجازاً علمياً أكثر منه عسكرياً حيث أنها قادت روّاد العمارة التاريخية إلى أماكن لم تكن معروفةً حتى ذلك الزمان مما أثمر عن حصاد وفير. نُشرت في كتاب (Description de l'Égypte) الذي صدر اعتباراً من ١٨٠٩ رسوماتٌ لا تزال مهمّة حتى وقتنا هذا للآثار المصرية القديمة بالإضافة إلى المباني الإسلامية العائدة للعصور الوسطى وهي متضمّنة في مخطّطات رفع معماري رائعة للغاية.
أصبح الرفع المعماري أمراً لا غنى عنه بالنسبة للعلاقة التي كانت في طور البدء بين البحث العلمي وصيانة المباني التاريخية. فعلى سبيل المثال قام ليو فون كلِنتسه القادم من ميونيخ خلال ثلاثينيات القرن التاسع عشر بتوثيق وتأمين وصيانة الآثار القديمة في أثينا. لم تكن العصور القديمة الفترةَ الوحيدةَ التي لعبت دوراً هاماً في القرن التاسع عشر فأنجز بول لوتاروي مثلاً في كتابه
(Édifices de Rome moderne) الصادر ما بين ١٨٤٩-١٨٦٦ عملاً مذهلاً في رفع المباني العائدة لفترة ما بعد العصور الوسطى حيث لا تزال دقّة قياساته وتفاصيل ملاحظاته تشكّل أساساً لا غنى عنه بالنسبة للعديد من باحثي العمارة في يومنا هذا. وفي نفس الوقت في وطنه الأم فرنسا كانت الصروح العظيمة ولاسيما الكاتدرائيات وكنائس الأديرة والقصور والتي تعود جميعها إلى العصور الوسطى تعاني من تدهورٍ شديدٍ سبّبته الاضطرابات المرافقة للثورة الفرنسية، وقد تطلّب هذا الوضع أعمال صيانةٍ عاجلة لإنقاذ تلك المباني. قام يوجين ـ إيمانويل فيوليت ـ لو ـ دوك ومدرسته بإجراء فحوصاتٍ تمهيديةٍ مثاليةٍ للمباني الواجب ترميمها وذلك باستخدام مخطّطات رفع معماري ذات رسومات دقيقةٍ للغاية أُمكِن بواسطتها ـ حجراً بعد حجر ـ تحديد إجراءات الترميم اللازمة، يُمثّل هذا أسلوباً منهجياً قلّ نظيره حتى في عصرنا الحالي كإجراء قياسي في كلّ مكان، وقد أدّى العدد الكبير للمباني الموثّقة إلى تراكم معرفة هامّة بتقنية البناء في العصور الوسطى. يقدّم قاموس
(Dictionnaire raisonné de architecture du XI au XVIe siècle)
الذي أصدره فيوليت ـ لو ـ دوك في الأعوام ١٨٥٤-١٨٦٨ معرفةً ممتازةً عن البناء في العصور الوسطى من الأساس إلى سطح السقف.
استُرجِعت أيضاً في ألمانيا صروح العصور الوسطى من غياهب النسيان، ففي وقتٍ مبكّرٍ للغاية قام فريدريخ غيلي وفريدريخ فريك في الأعوام ١٧٩٩-١٨٠٣ وضمن أفرودة معمارية فاخرة بنشر إعادة بناء مُقترحة للبناء القوطي لقلعة مارينبورغ في بروسيا والتي استندت بدورها على مخطّطات رفع معماري دقيقة. اعتباراً من مطلع القرن التاسع عشر برزت حاجة ماسّة إلى مخطّطات دقيقة ودراسات معمارية تفصيلية وذلك لمواكبة موجة „إكمال تشييد الكاتدرائيات" التي سادت في تلك الفترة وهدفت إلى استكمال بناء كنائس العصور الوسطى الضخمة التي لم ينته تشييدها من فلورنسا وحتى براغ. تُعتبر كاتدرائية كولن المثال الأبرز على ذلك حيث دُرِسَ بدن الكاتدرائية المبني في العصور الوسطى بدقّة متناهية مع كافة نقاط الوصل المُنتَظِرة لاستئناف البناء ومن ثم تمّ تحقيق التطابق بين المعارف المكتسبة من الدراسات مع مخططات تصميم البناء العائدة للعصور الوسطى والتي عُثر عليها قبل فترة وجيزة. وُثّقت أقسام البناء العائدة للعصور الوسطى بشكلٍ منهجي سليم باستخدام الرسم وأقدم الصور الفوتوغرافية حيث كان يجب إزالة هذه الأقسام التي ذهبت ضحيةً للتوسعة ذات الطراز القوطي الحديث. وُضِع أيضاً مخطّط تفصيلي للرافعة الخشبية الضخمة على جذع البرج الجنوبي والتي تمثّل صرحاً تقنياً من الدرجة الأولى .



البوّابة الرئيسية لكاتدرائية
روان، فيوليت لو دوك
١٨٥٤ـ١٨٦٨



توثيق بالرسم لمنزل مُزارع في بيتساو/فورأرلبرغ، ١٩٠٦

حدثت أيضاً حالات مماثلة في البلدان الأوربية الأخرى، فبعد جدلٍ طويلٍ متعلّق بصيانة المباني التاريخية وبتأثير من كتابات جون روسكين رُمِّمت واجهات ساحة القديس مرقص وقصر الدوج في البندقية. يمكن اعتبار أعمال الترميم التي قام بها أنيبالي فورتشيليني بين أعوام ١٨٧٣ و١٨٨٧ نموذجاً يُحتذى به اليوم في ترميم الصروح العظيمة. لتحضير هذا قام فورتشيليني بإعداد مخطّطات دقيقة تضمّنت أيضاً أسبار الأساسات وكافة أنواع الأضرار بالإضافة إلى تفاصيل تقنية مثل قضبان الربط أو وصلات السقف وما إلى ذلك، وقد شكّل هذا أساس خطّة عمله التفصيلية التي يتمّ وفقها ـ حجراً بعد حجر ـ تسجيل الاستبدال الضروري للأحجار وأنظمة الربط المحسّنة وفقاً لمبادئ إنشائية حديثة بالإضافة إلى طرق نحت حجارة مختلفة وما إلى ذلك.

اتخذ عمل المهندسين المعماريين في المنطقة الناطقة بالألمانية منحىً مختلفاً تماماً، ففي النمسا وسويسرا وألمانيا ظهرت حوالي عام ١٩٠٠ مجموعة من أعمال الرفع المعماري للمزارع التقليدية في المنطقة، وعلى الرغم من أن المخطّطات والمساقط والواجهات والمقاطع أو تفاصيل مثل النوافذ والأبواب والمواقد قد رُسِمَت بجودة متفاوتة إلّا أنّه للمرّة الأولى يتمّ التركيز على المباني البسيطة وليس على الصروح المعمارية البارزة فقط، فقد لُوحظ أنه كنتيجة للثورة الصناعية أن هذه المباني التي ميّزت أراضي الريف الشاسعة بشكل كبير في خطرٍ كبير وأنّ أقلّ ما يُمكن فعله تجاهها هو توثيقها للأجيال القادمة عن طريق الرسومات والنصوص الموجزة. وفي جميع أنحاء أوروبا أيضاً أصبحت منازل الطبقة البرجوازية في مدن العصور الوسطى مادّةً للأبحاث.

لوح رسمٍ مثبت على حاملٍ ثلاثي القوائم لنقل القياسات في مبنى تاريخي إلى الرسم بشكلٍ مباشر ونظيف.

٢ـ ما الذي سوف يجري قياسه وكيف يُجرى القياس؟

ماذا ولماذا؟

يمكن قياس أي نوع من المباني مهما كان عمرها بدقّة باستخدام أساليب الرفع المعماري الذي ينقلً التشوّه بواقعية، كما يمكن عرضها في المخطّطات (مساقط، واجهات، مقاطع).

وكما هو مُفصّلٌ في المقدمة فإنّ المخطّطات الأصلية غالباً ما تكون غائبةً عند الإعداد لإجراءات صيانة أو تغيير ضمن مبنى تاريخي، أو أنّها حتى وإن وُجِدَت فإنها تكون غير ذات فائدة لأن المبنى قد تعرّض خلال تاريخه إلى مُختلف التغييرات والتشوّهات.

وهكذا فإن الرفع المعماري الذي ينقل التشوّه بواقعية يخدم التوثيق الدقيق للوضع الحالي لمبنىً تاريخي.

وفي هذا الصدد سيجري رسم جميع الموجودات المعمارية التاريخية المهمّة وشرحها من خلال تعليقات قصيرة وذلك بعد تقييم المصادر الأساسية والثانوية، يمكن أن تكون هذه التعليقات على شكل مخططات عمرية للبناء أو ما شابه.

وبالتالي فإنّ الرسومات تصوِّر الوضع الراهن للمبنى بما في ذلك من تشوّهاتٍ وأضرارٍ أو تغييرات.

«الرفع المعماري القياسي» مقابل «الرفع المعماري الواقعي»

من أجل إجراء رفع معماري سريع (على سبيل المثال باستخدام عصا مقياس متري وديستومات الخ.) تُقاس أبعاد فراغ ما بشكل عام (الطول x العرض x الارتفاع إن كان متوفّراً) بحيث يمكن بجهد قليلٍ إظهار أبعاد الفراغ في المسقط أو التدرّج العمودي في المقطع. بما أن السطوح المحدِّدَة للفراغ (الجدران والأسقف والأرضيات) تُفتَرَض للتبسيط على أنها خطوط مستقيمة من دون تغيير في سماكة الجدران أو ارتفاع الأسقف وعلى أنها تلتقي في زوايا قائمة مع بعضها البعض فإن هذا يؤدّي إلى غياب المعلومات الخاصّة بالهندسة الفعلية للفراغ وبالخصائص المميِّزة للمبنى المدروس.

وبالمقابل فإن الرفع المعماري الذي ينقل التشوّه بواقعية يستند على شبكة قياس مستقلّة تسمح بتصوير هندسي صحيح للبُنى الفراغية بما في ذلك جميع سماكات الجدران وارتفاعات الأسقف وتغييرات المسارات. تسمح القياسات الدقيقة والرسم المتقن ذو التفاصيل الواقعية بنقل كثافة معلوماتٍ كبيرةٍ بشكلٍ مضغوطٍ جدّاً ولكن سهل القراءة.

معايير الرفع المعماري

يمكن أن تكوّن شبكة القياس المذكورة شبكة حبال منصوبة من أجل الرفع اليدوي التقليدي أو مستويات ليزر أو نقاط مرجعية مُحَدَّدة من أجل الرفع المعماري باستخدام جهاز المحطّة الشاملة (Total Station).

يجب أن ترتبط جميع العلاقات الفراغية العمودية والأفقية ببعضها البعض، أي أن جميع الفراغات الداخلية والخارجية المطلوب قياسها يجب أن تُشمل بالقياس وربما تطلّب الأمر ربط الطوابق ببعضها البعض. من المهم وضع شبكات القياس المادية مثل شبكة الحبال أو مستويات الليزر في مستوى أفقي أو عمودي والذي يمثّل في نفس الوقت مستوى القياس. (انظر الفصول ب، د)

عادةً ما تختلف المباني التي يتمّ رفعها بشكلٍ كبير عن بعضها البعض، يمكن أن تظهر مهام من جميع الأنواع سواءً عند التعامل مع المشيّدات الضخمة كالكاتدرائيات أو مع أصغر منزل مزارع. يجب اتخاذ القرار بشكلٍ منفصل حول الطريقة المناسبة للتعامل مع كل مبنى وفقاً للحجم والتعقيد والإتاحة ومتطلّبات المواد والوقت. يُحدِّد هدف الرفع المعماري الطريقة أو مجموعة الطرق المتّبعة بشكلٍ حاسم. عادةً ما تكون رسومات CAD ضروريةً لإصدار المخطّطات الحديثة الخاصّة بأعمال

الصيانة أو البناء المرتقبة ضمن مبنى تاريخي، بينما تقدّم الرسوم اليدوية فائدةً أكبر عندما يتعلّق الأمر ببعض مجالات البحث في تاريخ العمارة. بالإضافة إلى الرفع المعماري اليدوي التقليدي باستخدام الرسم اليدوي أو الرفع المعماري المعتمد على رسومات CAD وجهاز Total Station توجد توليفات أخرى ممكنة مختلفة أيضاً للعمل، مثل استخدام نقاط القياس المحدَّدة بواسطة جهاز Total Station كإطارٍ أساسيٍ للرسومات اليدوية كما أنه من الممكن أيضاً إضافة تفاصيل مثل تفاصيل إطارات النوافذ المرفوعة يدوياً على مخطّطات مرسومة باستخدام رسومات CAD وجهاز Total Station.

وحسب المبنى المدروس فإنّ الرفع المعماري اليدوي باستخدام رسومات CAD في الموقع قد يكون مفيداً أيضاً. سيتمّ عرض الطرق ومجموعاتها الممكنة المختلفة في المقالات الواردة في الفصول اللاحقة كما سيتمّ توضيح تطبيقها من خلال مشاريع نموذجية.

الإظهار والمقياس

يتمّ دائماً عرض وضع المبنى وقت القيام بالرفع المعماري، تُرسم الأضرار والعيوب كما هي ولا تتمّ إضافة حالات أصلية مُقترَحة مكانها، كما تُسجَّل في الرسومات الأصلية جميع الملاحظات والموجودات المسجلّة في الموقع (كالخصائص التأريخية مثلاً).

يمكن وضع علاماتٍ للموجودات على شكل ملاحظاتٍ نصّيةٍ قصيرةٍ و/ أو كتهشيراتٍ أو رموز. من ناحيةٍ أخرى يمكن على أساس الرفع المعماري إعدادُ رسومات إعادة بناء مُقترَحة للأوضاع الأصلية أو المتوسّطة للمبنى أو لأجزاءٍ منه ولكن يجب تمييزها كرسومات إعادة بناءٍ منفصلة.

يمكن إعداد مخطّطات المراحل الإنشائية التي تصنّف المبنى أو أقسامه زمنياً استناداً على مخطّطات الرفع المعماري.

يمثّل مقياس الرسم عاملاً حاسماً في شكل إظهار المخطّط أو كثافة المعلومات الواردة فيه وهو يعتمد على نوع المبنى وعلى الغرض من الرفع المعماري.

الرسم يتضمّن عادةً جميع معطيات تاريخ العمارة ذات الصلة مثل نوع المواد أو أسلوب تنفيذ السطوح وأيضاً الموجودات التي تساعد على تحليل المبنى مثل خصائص التأريخ أو دلالات حدوث تغييرات في البناء. إذا تمّ اختيار مقياس رسم صغير (1:50 ـ 1:200) بسبب كِبر حجم المبنى المدروس فيمكن عندها إعداد رسومات تفصيليةٍ بمقياس رسم أكبر للقطّاعات ذات الأهمّية وذلك لزيادة التوضيح، قد تكون هذه الرسومات أيضاً كافية لتحليل المُشيَّدة. أمّا بالنسبة للمباني ذات كثافة الموجودات العالية فيجب اختيار مقياس رسم كبيرٍ مناسب (1:20/25 ـ 1:1). يجب أن تطابق دقّةُ القياس دقّةَ الرسم. يجوز جبر القيمة المقاسة إلى الأعلى أو الأدنى ضمن حدودٍ مسموحة معيّنة وذلك حسب مقياس الرسم المُستَخدَم. (انظر الفصل ز-١)

يضمّ التوثيق المعماري إلى جانب الرسومات أيضاً وثائق كتابيةٍ مثل وصف البناء أو تقييم الموجودات أو نتائج وسائل التأريخ العلمية (التأريخ بالكربون المُشعّ أو التأريخ الشجري) أو سجل وصف المبنى أو الوثائق الفوتوغرافية. إن محتوى هذه الوثائق الكتابية يكمل الموجودات أو يوضحها فعلى سبيل المثال يمكن للسجلات الوصفية أو الوثائق الفوتوغرافية أن تقدّم بواسطة الصور معلومات عن المظهر العام أو صفات أو تصميم الفراغات. (انظر الفصل و) .

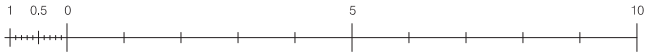
„أُونترِر إنغرامهوف" الواقعَ في ماتسون المطلّة على نويماركت في مقاطعة جنوب التيرول (منظر من الجهة الجنوبية الغربية).

عرضٌ موجزٌ لمشروع "أُونترِر إنغرامهوف"

يمثّل مشروع "أُونترِر إنغرامهوف" (Unterer Yngramhof) الذي أجراه قسم تاريخ العمارة وأبحاث العمارة التاريخية والحفاظ على المباني التاريخية في أعوام ٢٠١٢/٢٠١١ أساساً لدليلٍ إرشادي خاص بالرفع المعماري. يقع مقر الإقامة هذا في إقليم جنوب التيرول وقد جرى رفعه معمارياً بشكلٍ نموذجي باستخدام مختلف أساليب القياس والرسم التي تنقل التشوّه بواقعية وذلك بغرض مقارنة هذه الأساليب ودراسة نقاط قوتها وضعفها ومن ثمّ تقييم نتائج هذه المقارنة.

يتألّف مقرّ الإقامة المنعزل من مبنى مكوّن من ثلاثة طوابق، يتألّف الطابق الأرضي المرتفع من غرفتين كبيرتين مسقوفتين بعقد ومُلحقات، بينما يتكوّن الطابقان الآخران من طابقين سكنيين لهما ممرٌّ مركزيٌّ عريضٌ حيث يضمّ كل جانبٍ من هذا الممرّ غرفتين. تمّ اختيار طريقة قياسٍ مختلفة عند إعداد مسقط كلٍّ طابق وكذلك الأمر بالنسبة للمقاطع. أجريت القياسات في الطابق الأرضي المقبّى والطابق الثاني باستخدام جهاز Total Station من طراز (Leica TS02 أو Leica Builder) بينما تمّ الرسم بالاعتماد على الحاسوب. أما بالنسبة للطابق الأول الغنيّ بالتفاصيل فقد تمّ اختيار أسلوب الرفع المعماري اليدوي التقليدي المُعتمِد على شبكة الحبال والرسم اليدوي.

تمّ لهذا الغرض إعداد نظام شبكة حبال مؤلّف من ثلاثة محاور رئيسية كما تمّت توسعتها من خلال نظام ثانوي مكوّن من حبالٍ محاذيةٍ للجدران. وفي حين تمّ رسم المقطع الطولي بشكلٍ يدوي بالكامل بمساعدة شبكة الحبال وخيطِ المطمار وخطوط الليزر المتعامدة، رُسِم المقطع العرضي باستخدام CAD وجهاز Total Station. بعد ذلك تمّ تنقيح رسومات CAD كما تمّت أيضاً عند الحاجة الاستعانة بالرسومات اليدوية الأولية لإضافة تفاصيل معيّنة مثل إطارات النوافذ أو فتحات الأبواب. تمّ مسحُ مسقط الطابق الأول المرسوم بشكلٍ يدوي بالإضافة إلى المساقط الطولية إلكترونياً



مقطع طولي لمبنى
„أونترر إنغرامهوف".
يمكن ملاحظة الغرف المقببة
في الطابق الأرضي والقاعة
في وسط المبنى في الطابقين
الأول والثاني.

ومن ثمّ حُوِّلت إلى صيغة CAD وذلك من أجل إنشاء مجموعة مخطّطات رقمية كاملة للمبنى. تمّ رسم الواجهات اعتماداً على الصور المقوّمة الموجودة في المخطّطات المصورة. تمّ وضع مخطّط مراحل إنشائية بالإضافة إلى رسومات إعادة إنشاء مقترحة متعلّقة بالتاريخ المعماري للمبنى وذلك اعتماداً على المخطّطات ودراسة الموجودات ونتائج التأريخ الشجري. في كل من الفصول التالية المتعلّقة بالرفع اليدوي (الفصل ب) والرفع باستخدام جهاز المحطّة الشاملة (الفصل د) وتقويم الصور (الفصل هـ) سيجري تقديمُ خطوة عملٍ ضمن المشروع وشرحها بالتفصيل.

٣ـ الفائدة العلمية والجدوى الاقتصادية

كما سبق الذكره هناك سببان رئيسيان للقيام بالرفع المعماري: اكتساب المعرفة العلمية أو إنتاج أسس التخطيط للعمل ضمن بنيةٍ معمارية (تاريخية).

يستفيد تخصّص أبحاث العمارة التاريخية العلمي بشكلٍ كبير من تحليل البنية المعمارية، فيمكن بمساعدة أعمال الرفع المعماري الدقيقة الجزم فيما يخصّ الظروف التقنية والمعمارية وتوثيقها. فمن جهة يُستَخدَم الرفع المعماري كمصدرٍ لاكتساب المعرفة ومن جهة أخرى كأساسٍ لإعداد الخطط العلمية لعرض المعرفة المذكورة آنفاً، على سبيل المثال يمكن ذكر مخطّطات إعادة الإنشاء المقترحة أو المخطّطات العمرانية. يجب على الرفع المعماري أن يستوفي أعلى متطلّبات الدقّة إذا كان الغرض منه علمياً. في كثير من الحالات يكون الرفع اليدوي هو الأسلوب المُفضّل لأنه يتطلّب ملاحظةً مكثّفة ويقدّم خيارات إظهار أكبر.

يجب مراعاة الجوانب الاقتصادية عند إعداد أسس التخطيط. في كثير من الأحيان لا توجد مخطّطاتٌ موثوقةٌ للمباني التاريخية مع أنها ضرورية للغاية في أعمال البناء الأكثر شمولاً. لا يعتبر الرفع العادي (الذي يقوم به المهندسون المعماريون) كافياً لهذا الغرض لأن التشوّهات والأضرار يجب أن تسجّل بشكلٍ دقيقٍ للغاية. بدون هذه المعرفة التفصيلية للمبنى المدروس لا يمكن منذ البداية للمهندسين المعماريين والمهندسين الإنشائيين وغيرهم من المشاركين في عملية التخطيط معالجة المشاكل الخاصّة وأخذها بعين الاعتبار في حلولهم. إن النتيجة السلبية لذلك ستكون خسارة الوقت والموارد عند تخطيط وتنفيذ أعمال البناء. بالتالي يمكن لباحث العمارة التاريخية أن يقوم بنفسه بدعم تخطيط التدابير مباشرةً عند إعداده للرفع المعماري الذي ينقل التشوّه بواقعية.

كما يعمل الرفع المعماري كأساسٍ جوهري لتحديد القطّاعات ذات الصلة بالآثار والتي يمكن بالتالي تمييزها بوضوح عن القطّاعات غير ذات الصلة بالآثار ضمن بنية معمارية. كلّما كانت المُشيّدة أكبر وموقعها أفضل كلّما ارتفع تقدير القيمة المالية لاكتساب المعرفة من الرفع المعماري.

يسهم الرفع المعماري أيضاً في تحديد الأسس عند التخطيط ضمن بنية معمارية تاريخية. تقوم هيئة الآثار المسؤولة أيضاً بفرض إجراء رفع معماري عندما تكون هناك العديد من أعمال التخطيط ضمن بنية أثريةٍ حسّاسة.

تثبيت شبكة قياسٍ مستقلّة مكوّنة من حبال في زاوية غرفة بأقلّ ضرّر ممكن.

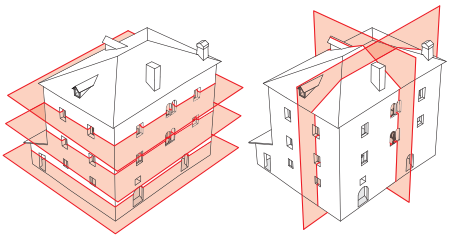
ب. الرفع المعماري اليدوي

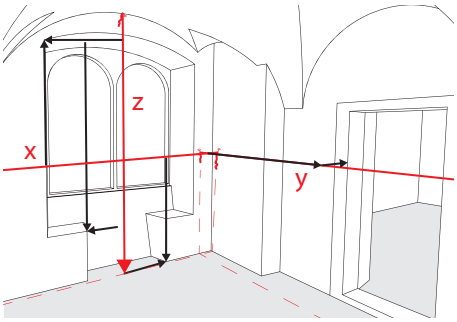
١ـ نظامُ قياسٍ مستقلّ

إنّ أساس كُلّ رفع معماري ناقلٍ للتشوّه بواقعية هو نظام قياس مستقلّ مكوّن من نظام إحداثيات يتألّف من مستويات قياس أفقية وعمودية، يُقصَد بالمستقل أنه عند القياس لا يتمّ استخدام المبنى أبداً كمرجع بل تُجرى القياسات دائماً عبر نظام القياس.

يتمّ في بداية كلّ عملية رفع معماري تحديد ارتفاع وموضع مستويات القِياس وفقاً للمبنى المُقاس (انظر الفصل ب ٢ـ١) حيث يتمّ تمثيل إلى هذه المستويات بواسطة حبال الشبكة المنصوبة أو حُزم أشعة الليزر ويُحدَّد موضع كلّ نقطة وفق نظام إحداثيات ثنائي الأبعاد (انظر الفصل ب ٤).

لمشاهدة أمثلة جاهزة عن مخططات رفع معماري انظر (الصفحة ٥٢ ومايليها)





الأدوات:

لكل مجموعةِ عمل:

ـ حافظة مخططات
ـ شريط لاصق قابل للإزالة
ـ مساطر (فولاذية)، مسطرة T
ـ براغي، مسامير (فولاذية)، من مختلف الأحجام
ـ دبابيس رسم ودبابيس عادية
ـ مطرقة، كماشة
ـ حبل البنّاء (لا يُسمَح باستخدام خيوط الربط الرقيقة، لا ينبغي أن يكون الحبل قابلا للتمدّد!)
ـ أشرطة قياس (لا يقلّ طولها عن عشرة أمتار)، عصا قياس (٣ أمتار)
ـ خيوط مطمار (صغيرة الحجم)
ـ ميزان تسوية أنبوبي
ـ مشرط
ـ مَلزمة
ـ عيدان سلكية من أجل السبر
ـ عند الحاجة: مسطرة منحنيات ومسطرة دوائر
ـ عند الحاجة: قلم طلاء وأقلام شمعية ملوّنة
ـ عند الحاجة: منشار صغير، إزميل ومبضع
ـ عند الحاجة: مكنسة، فرشاة كبيرة أو صغيرة، مشط تحديد المقطع الجانبي، قدمة ذات ورنية

لكل شخص:

ـ لوح رسم من الورق المقوّى (خالي من الأحماض والخشب، السماكة يجب أن تكون أكبر من ١٥٠ غ / م٢) أو صفيحة خالية من التشوّهات
ـ ورق رسم، دفتر ملاحظات
ـ لوحة رسم، مع حامل عند الحاجة
ـ أقلام رصاص TK مع أعواد الرصاص بدرجات صلادة مختلفة (من ٦H إلى ٢H يجب ألا تكون بأيّ حال من الأحوال أكثر ليونة من ذلك)
ـ قلم ماحي، ممحاة
ـ مبراة
ـ فرجار
ـ مثلثات (٤٥ درجة، ٦٠/٣٠ درجة)
ـ مسطرة قياس
ـ عصا قياس قابلة للطوي (٢ متر، بيضاء، المفاصل قابلة للتزييت)
ـ فرشاة رسم
ـ مصباح يثبّت على الرأس

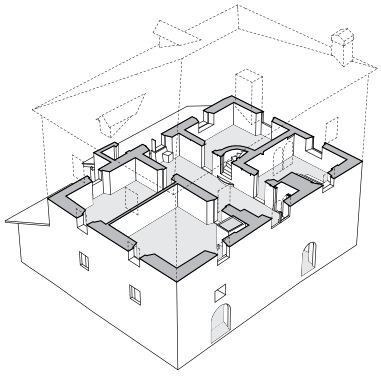
٢ـ إعداد شبكة القياس

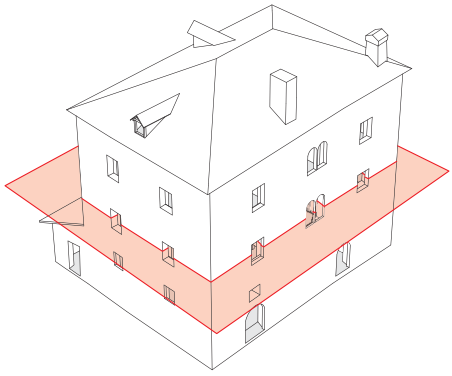
قُم بإعداد شبكة القياس بعناية لتجنّب الأخطاء وعدم الدقّة منذ البداية!

٢ـ١ المساقط

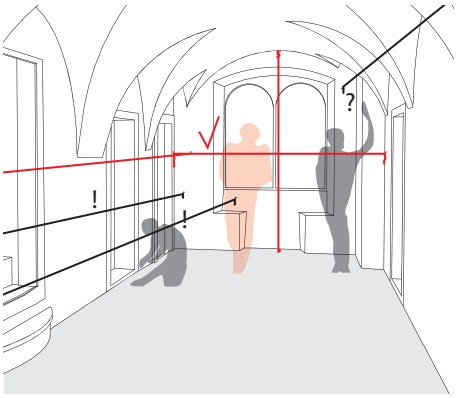
٢ـ١ـ١ تحديد ووضع علامات مستويات القياس الأفقية

يجب أن يمر المقطع من خلال فتحات مهمّة.





لا تقم بتحديد مستوى كثير الارتفاع أو الانخفاض حتى تضمن أن تعمل بشكلٍ مريح في وقت لاحق.



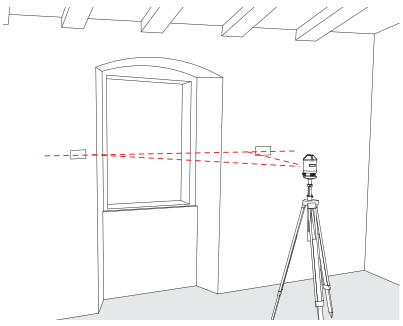
يجب أن تكون العلامات قابلة للإزالة ولا تسبّب أية أضرار كما يجب أن تكون مرئيةً طوال عملية الرفع (للتوجيه أثناء نصب الحبال ولضبط الارتفاع خلال عملية الرفع).

يمكن حسب المبنى المدروس استخدام عدّة طرق لوضع العلامات:

ـ علامات بقلم الرصاص (خطوط قصيرة)
ـ الشريط اللاصق (ليس مع السطح ذي الإطار)
ـ دبابيس
ـ مسامير صغيرة
ـ الطبشور، قلم الطلاء، الدهان الزيتي (مقاومة للعوامل الجوية)

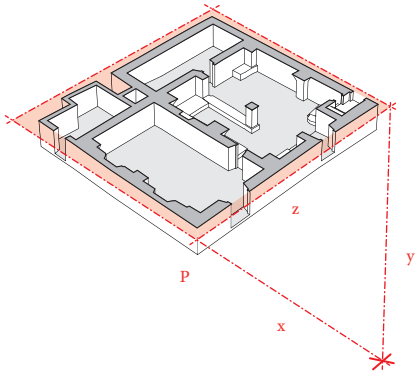
لا تُكثر من وضع العلامات، فقط على النقاط المميّزة مثل الزوايا والنوافذ وفتحات الأبواب.

قُم بإعداد ووضع علامات الارتفاع المختار ضمن كامل المبنى المدروس بغضّ النظر عن مستوى الأرضية وذلك باستخدام الليزر أو جهاز التسوية.
(لمعرفة المزيد عن طريقة العمل انظر الفصل د)

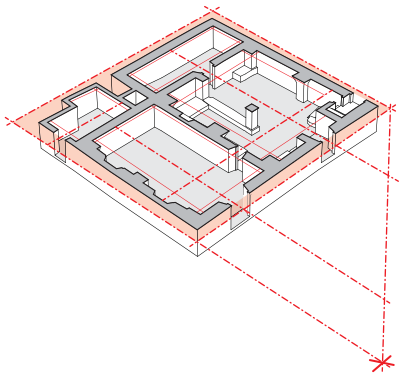


٢ـ١ـ٢ نصب شبكة الحبال الأفقية عند الارتفاع المعيّن:

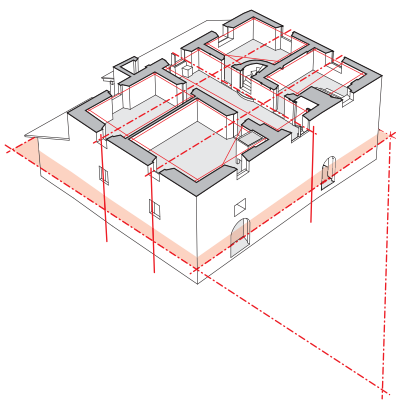
يجب أن تكون شبكة الحبال:
ـ معلّقةً بشكل أفقي تماماً
ـ منصوبةً بشكل مشدود
ـ منصوبة بشكلٍ يسمح بحرية التحرّك بين الحبال لتجنّب العرقلة



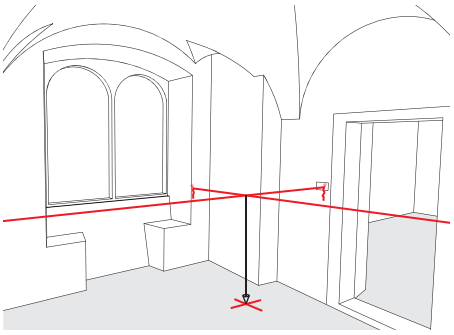
الخطوة الأولى تتمثّل في نصب شبكة حبال حول المبنى، سيكون مثالياً لو كانت على شكل مضلّع مغلق.
من أجل تحديد مواضع الحبال عند الرسم (الفصل ب ٣) يُمدّدُ حبلٌ (x) إلى ما بعد نقطة التقاطع P بحيث يلتقي مع حبلٍ آخر (y) مُشكّلاً بذلك مثلثاً (x-y-z).



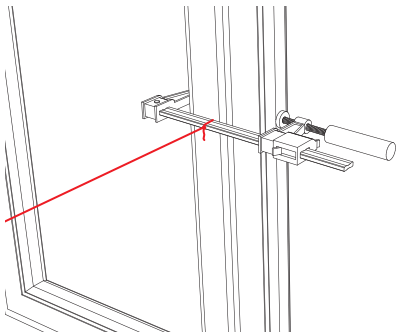
بعد ذلك يتمّ نصب شبكة الحبال داخل المبنى المُراد قياسه:
يجب على النظام الرئيسي أن يشمل جميع الفراغات ذات الصلة كما يجب أن يكون منصوباً بحيث يمكن ربطه مع حبال النظام الخارجي (عبر فتحات النوافذ مثلاً)، عندئذٍ فقط يمكن تحديد سماكة الجدران.
بالإضافة إلى ذلك يتمّ نصب شبكة فرعية في كل فراغ وفي الحالة المثالية تثبَّت حبالها بشكلٍ قريب جداً من الجدار المُراد قياسه وهذا يُتيح سهولة العمل ودقّةً أكبر.



لتحديد مواضع الطوابق وعلاقتها المكانية يجب أن تُربَط شبكات الحبال لكلِّ طابقٍ ببعضها البعض باستخدام ما لا يقلُّ عن خيطيِّ مطمار.



من باب الحيطة، تُسقَط نقاط تقاطع الحبال عمودياً بواسطة خيط المطمار على الأرضية وتُوضَع علاماتٌ لها، وفي اليوم التالي يمكن التحقّق منها أو تصحيحها إن لزم الأمر.
بالإضافة إلى ذلك، يجب التأكّد أثناء الرفع المعماري من ما إذا كان ارتفاع الحبال لا يزال مطابقاً لعلامات الارتفاع الموضوعة.

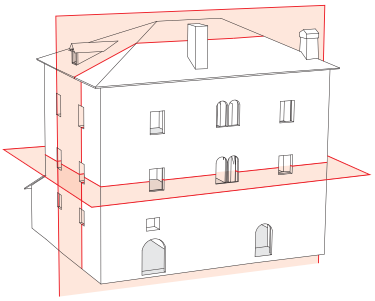


يجب أن يكون تثبيت الحبال قابلاً للإزالة وألا يتسبب قدر الإمكان بالضرر للمبنى المدروس.
يمكن استخدام الأوتاد الخشبية أو القضبان على سبيل المثال لتثبيت حبال شبكة القياس الخارجية.
هنالك عدّة طرقٍ لتثبيت الحبال داخل المبنى، على سبيل المثال باستخدام المسامير الصغيرة أو الدبابيس.
يجب الارتجال في حال وجود سطوح حسّاسة (استخدام أسافين خشبية صغيرة أو مَلازِم وما إلى ذلك).

٢ـ٢ المقاطع والواجهات

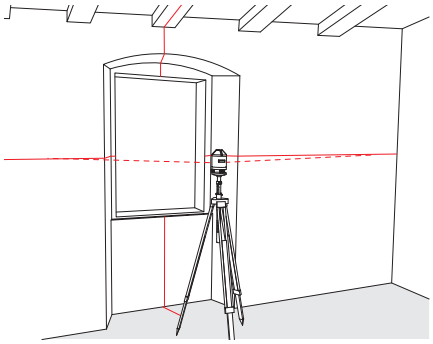
٢ـ٢ـ١ وضع وتحديد مستويات القياس:

يجب أن يمر القطع خلال الفتحات المهمّة والقطّاعات المميزة في المبنى (كبيت الدرج مثلاً).



لقياس المقاطع والواجهات نحتاج إلى كلّ من مستوى قياس عمودي وشبكات حبال أفقية.
يمكن أيضاً تحديد خط مسار القطع في حال وجود رسم للمسقط حيث يمكن في هذه الحالة قياسَ مواقع نقطتي البداية والنهاية من المخطّط.
لنصب شبكة الحبال الأفقية تُتَّخذ نفس الإجراءات عند إعداد شبكة القياس للمسقط. (الصفحة ٢٠)
يمكن استخدام ارتفاع شبكة قياس المخطّط في حال وجودها.

يُحدَّد المستوى الأفقي على النحو الأمثل في المنتصف بين السقف والأرضية بحيث يصبح الوصول إلى الطرفين العلوي والسفلي سهلاً عند القيام بالقياس لاحقاً.
يجب أن تكون العلامات قابلة للإزالة ولا تسبّب أية أضرار كما يجب أن تكون مرئيةً طوال عملية الرفع (للتوجيه أثناء نصب الحبال وخيوط المطمار وعند إعداد حزم الليزر وللتحقّق من الارتفاع خلال عملية الرفع المعماري).
يتمّ وضع العلامات وفق ما تمّ وصفه في (الصفحة ٢٠)



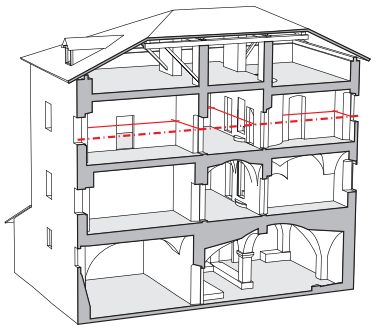
قُم بإعداد وتحديد مستويات القياس باستخدام جهاز التسوية الليزري أو جهاز التسوية اليدوي (الفصل د).

٢ـ٢ـ٢ تثبيت شبكة الحبال على الارتفاعات وخطوط القطع المُحَدَّدة:

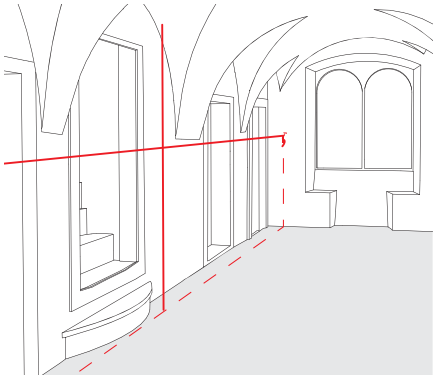
يجب نصب شبكة الحبال بشكلٍ أفقي تماماً كما يجب أن تكون الحبال مشدودةً بشكل جيّد.

يجب أن يقع المحور الرئيسي الأفقي على خط القطع.
عند إنشاء مقاطع يجب أيضاً نصب شبكة حبالٍ أفقيةٍ أمام الجدران المراد قياسها من أجل إنشاء المقطع. في حال وجود شبكة قياس عند القيام بإنشاء المسقط فيمكن استخدامها وتعديلها في حال اقتضت الضرورة ذلك.

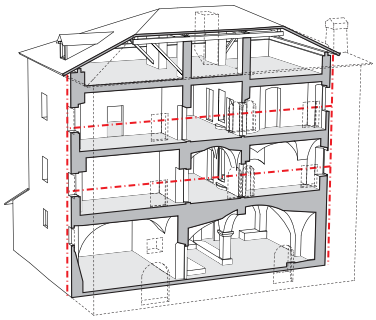
يتمّ استخدام خيوط المطمار أيضاً بالإضافة إلى شبكة الحبال الأفقية. يجب أن تكون خيوط المطمار قريبةً قدر الإمكان من الجدران المراد قياسها لإعداد المقطع.



من أجل قياس الواجهات قُم بتثبيت شبكة الحبال على مسافة قريبة جداً أمام الجدار المراد قياسه.
في حال كان الحبل يقع على الجدار مباشرةً، يجب أن يثبّت على الارتفاع المُحَدَّد مسبقاً.

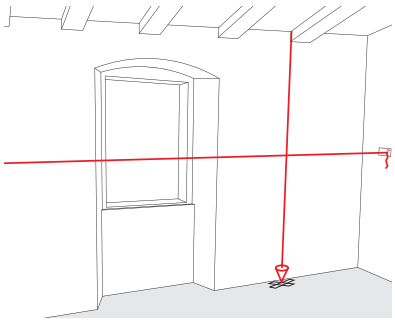


لتحديد مواضع عدّة طوابق وعلاقتها المكانية يجب ربط المستويات الأفقية (شبكات الحبال) مع بعضها البعض وذلك بواسطة خيوط المطمار من خارج المبنى أو عبر فتحات في الأرضيات.



تُوضع علامات على الأرضية كإجراء احترازي لتحديد موضع خيوط المطمار، ويتمّ في اليوم التالي التحقّق من دقّتها أو تصحيحها إذا اقتضى الأمر.

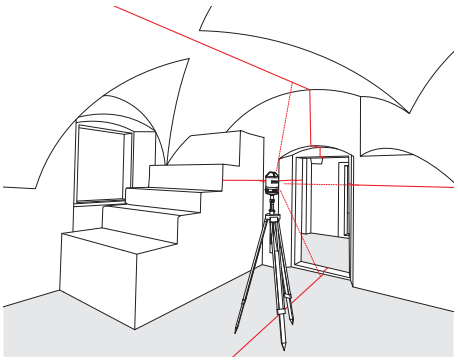
بالإضافة إلى ذلك، يجب في سياق عملية الرفع المعماري التأكّد مما إذا كان ارتفاع الحبال الأفقية لا يزال مطابقاً لعلامات الارتفاع المُحَدَّدة.



فيما يخصّ تثبيت الحبال راجع فقرة المسقط. (الصفحة ٢٢)

يمكن عند قياس المقاطع والواجهات استخدام جهاز قياس ليزري بدلاً عن شبكة الحبال، حيث يُوضَع بشكلٍ دائم أمام الجدار المراد مسحه ويقوم بإظهار خطوطٍ أفقية وعمودية. (انظر الفصل ج ٢)

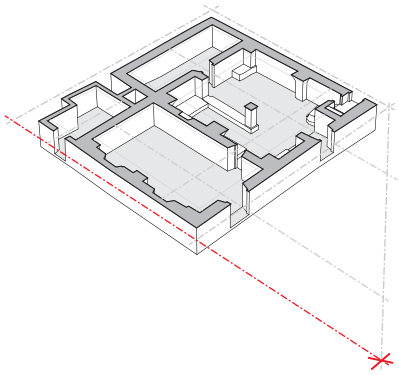
لكي تتمكّن من إعادة وضع جهاز القياس الليزري في نفس الموضع بدقة مراراً وتكراراً من المهمّ وضع علاماتٍ مُحَدَّدةً لمسار خطّ القطع ولارتفاع المستوى الأفقي.
(الصفحة ٢٠)



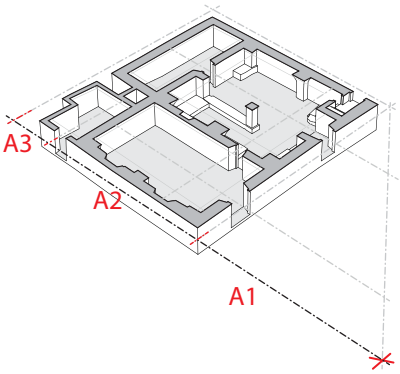
٣ـ قياس وتحويل شبكة القياس

قبل قياس شبكة القياس:
ـ تقدير مدى حجم المبنى المدروس حسب المقياس المُحَدَّد وبناء على ذلك تحديد الموضع التقريبي على الورقة (الورقة أو الورق المقوّى).
ـ في حال كان هناك حاجةٌ لاستخدام عدّة أوراق: تحديد نقاط تحكّم.
ـ رسم مقياس تحويل (انظر الفصل ز).

٣ـ١ المسقط

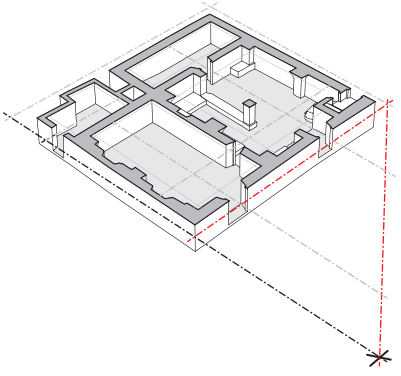


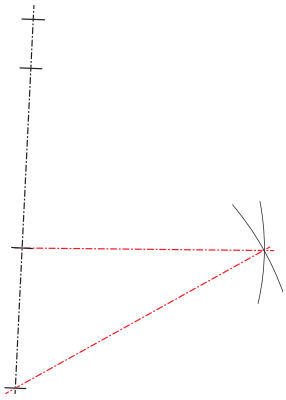
قم بقياس طول الحبل الأول.
استخدم شريط القياس بشكل مشدود ومن ثم حوِّل المسافة المقاسة.



انتبه إلى نقطة الصفر عند استخدام شرائط القياس!
قُم بقياس المسافات الطويلة مرتين (ومن الطرفين) وذلك لتجنّب حدوث أخطاءٍ في القراءة.
في حال العمل مع العديد من شرائط القياس وعصي القياس المختلفة، تأكّد من استخدام نفس المقاييس.

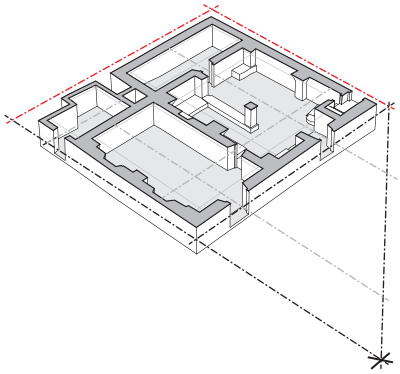
قم بقياس وتحويل نقاط التقاطع.

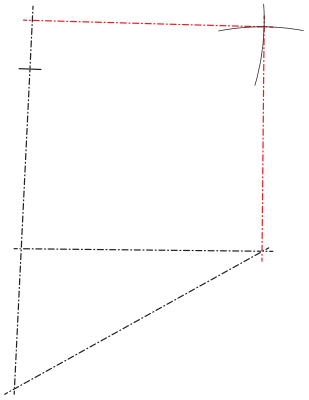




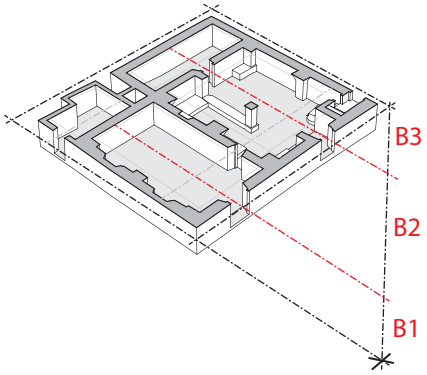
الحبال لا تتقاطع أبداً في زوايا قائمة، لذا يجب تحديد موقعها بالضبط:
لهذا الغرض يتمّ قياس الحبال المنصوبة بشكل مثلّث ومن ثمّ تُحوَّل قيم الطول المُقاسة باستخدام الفرجار إلى الورقة.

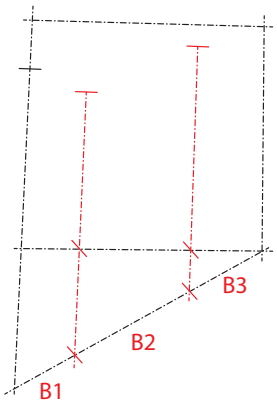
تُربَط نقاط تقاطع خطوط الفرجار مع نقاط التقاطع التي تمثّل الخطوط المستقيمة للحبال الأخرى.





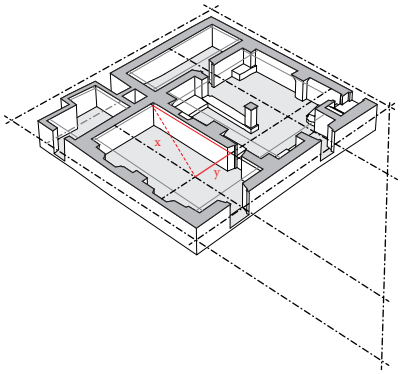
تُقاس نقاط تقاطع الشبكتين الداخلية والخارجية وتُحوَّل. تُقاس أطوال الحبال وتُحوَّل إلى الرسم.

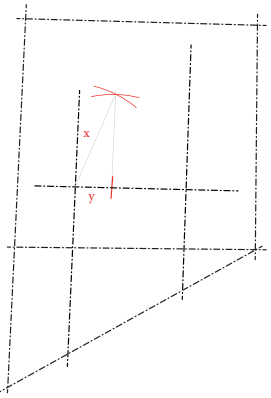




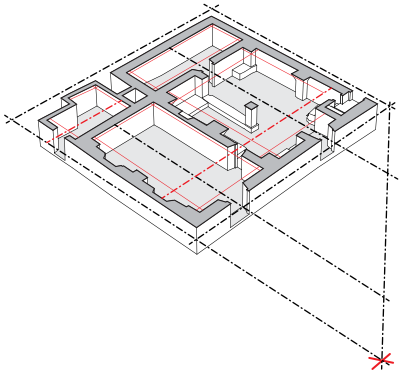
يتمّ تحويل حبال نظام القياس الداخلي إلى الرسم بواسطة قياس المثلثات.

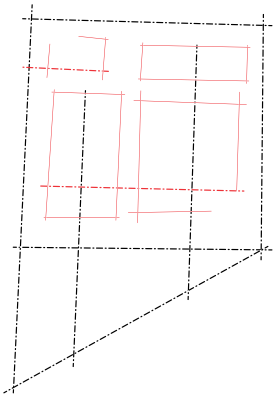
المثلثات:
ـ قُم بقياس الأطوال فقط، لا تنصب أي حبال إضافية (الخط x)
ـ تجنّب الزوايا الحادّة لتحقيق دقّةٍ أعلى!



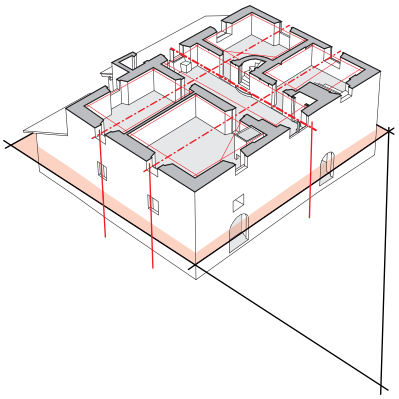


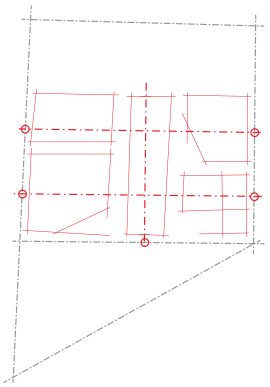
قُم بقياس الحبال في جميع الطوابق وفقاً لهذا النموذج حتى تكتمل شبكة القياس كرسم.





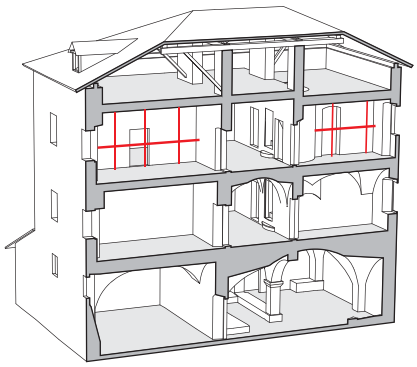
تُستخدَم خيوط المطمار التي سبق ذكرها (الصفحة ٢١) لتحديد مواضع وعلاقات الطوابق.



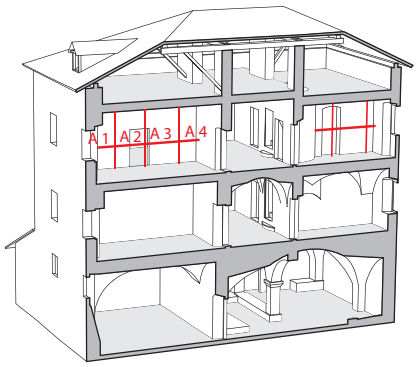


٢ـ٣ المقطع والواجهة

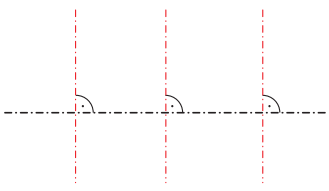
قُم بقياس الحبل الأول. استخدم شريط القياس بشكلٍ مشدود ومن ثم قُم بتحويل المسافة المقاسة. (انظر الصفحة ٢٥) لتجنّب القراءة الخاطئة.



قُم بقياس وتحويل نقاط التقاطع بين الحبل الأفقي وخيوط المطمار.



قُم بتحويل خيوط المطمار إلى الرسم.



٤ـ القياس والرسم

إرشادات عملية:

ـ قسّم الفراغات المُراد رسمها بين أعضاء المجموعة.

يجب على جميع أعضاء المجموعة أن يقيسوا ويرسموا وأن يقوموا بإعداد الشبكة سويّةً إن لزم الأمر.

ـ قُم دائماً بالقياس في الموقع مباشرةً.

ـ قُم بتحويل الأبعاد المقاسّة فوراً فالرسومات المبدئية تشكّل مصدراً للأخطاء.

ـ قُم دائماً بالعمل أمام القطاع الذي تدرسه.

ـ قُم بقياس زوايا الفراغات وإطارات فتحات النوافذ والأبواب وغيرها من النقاط المميَّزة، في حال وجود جدرانٍ طويلة قُم بقياس نقاطٍ على هذه الجدران.

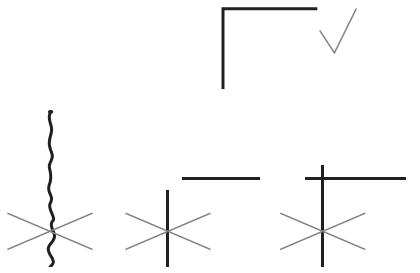
ـ قُم بإظهار الحواف المقطوعة، المظاهر العلوية (بنية الأرضية مثلاً)، المظاهر السفلية (أسفل السقف والعوارض والأقواس والأقبية) بالإضافة إلى الواجهات والحواف المخفية.

ـ يجب أيضاً إظهار البنى السطحية مثل الخشب والحجر وملاط الجدران وما إلى ذلك.

(للمزيد عن دقّة الإظهار انظر الفصل ز)

ـ قُم بتحديد النقاط الغير قابلة للقياس أو لإعادة الإنشاء بشكلٍ واضح على المخطّط.

لا ترسم بخطٍّ متعرّج. يجب على نهايات الخطوط أن تلتقي في نقطة واحدة. يمكن من الناحية النظرية الرسم باستخدام الكمبيوتر.

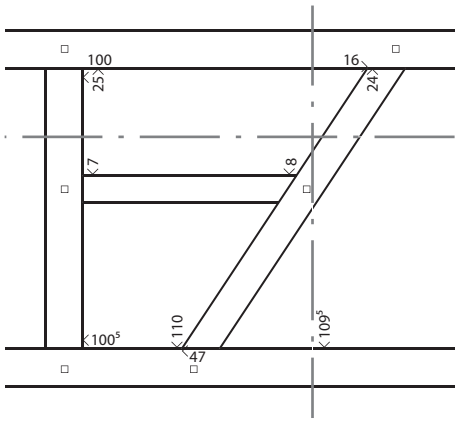


يمكن الحصول على معلومات إضافية حول الإظهار في الفصل ز ١.

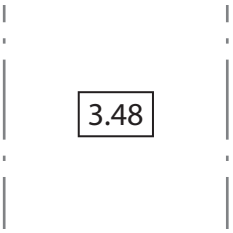
وضع الأبعاد:

يتمّ وضع التسميات في اتجاه القياس.

تُحَدَّد النقاط المقاسة بواسطة أسهم (البعد الأساسي فقط).



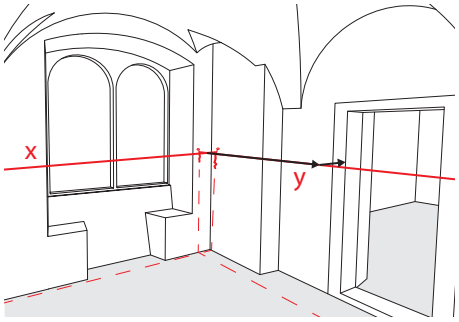
عند قياس المسافة بين محوري قياس تُوضَع القيمة المقاسة ضمن مربّع صغير.



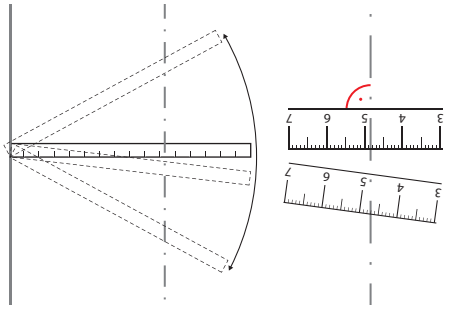
لمشاهدة مخطّط رفع معماري مُكتمل انظر (الصفحة ٥٢ ومايليها)

٤ـ١ المسقط

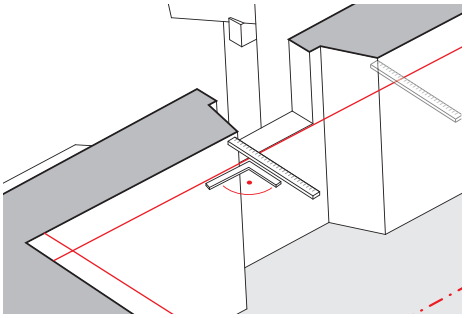
قُم دائماً بقياس إحداثيتين لكلّ نقطة في المستوى الأفقي.



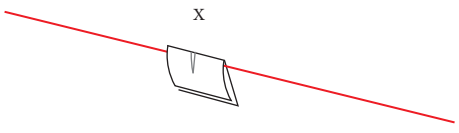
حدّد المسافة المتعامدة بين النقطة المراد قياسها والحبل باستخدام طريقة التأرجح:
تمثّل أقصر قيمة مقاسة المسافة بين النقطة والحبل.



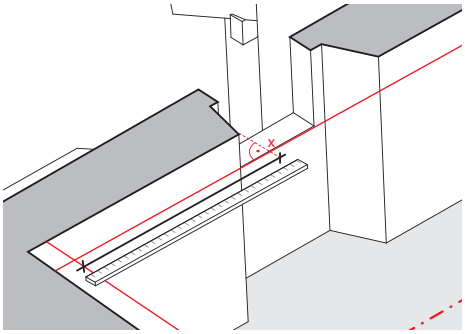
بالنسبة للمسافات الطويلة استخدم الزوايا أو المثلثات القائمة.



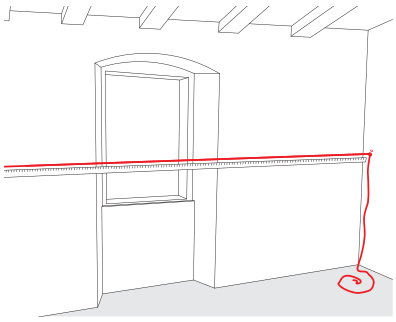
يمكن تحديد موضع النقطة x على الحبل باستخدام الشريط اللاصق.



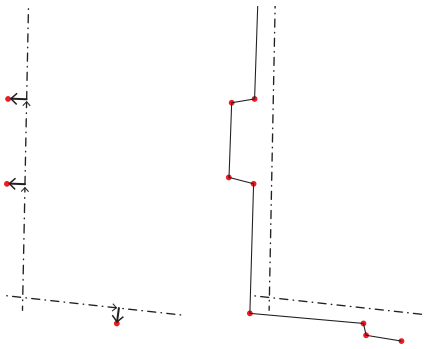
قس المسافة بين النقطة x على الحبل ونقطة الصفر أو نقطة التقاطع.



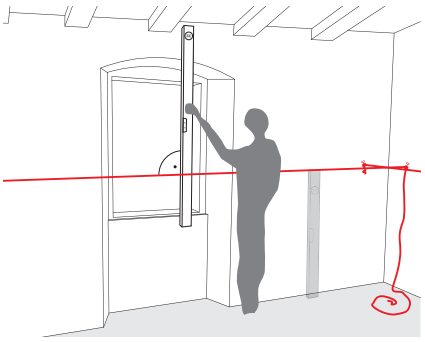
من الممكن أيضاً تثبيت شريط قياس أمام الحبل بحيث يمكن قراءة القيم منه مباشرةً.
يجب مراعاة الفروقات عند قراءة القيم في حال عدم تطابق نقطة صفر شريط القياس مع نقطة صفر الحبل.



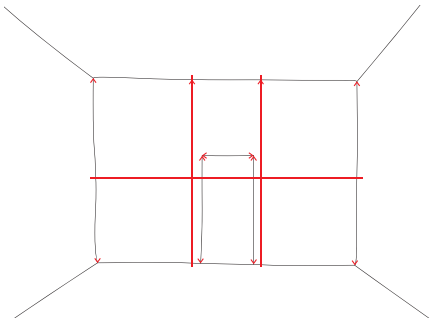
انقل النقط المقاسة إلى الرسم وقُم بوصلها (يمكنك رسم الخطّ مبدئياً بالمسطرة ومن ثمّ رسمه يدوياً).



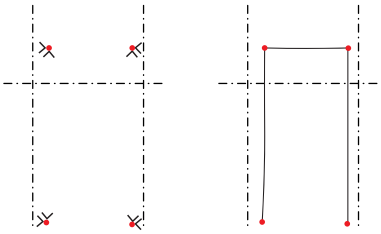
بالنسبة للنقاط الموجودة تحت أو فوق مستوى القياس (على السقف أو الأرضية)، يمكن قياس البعد المتعامد بينهم وبين مستوى القياس بواسطة خيط المطمار أو ميزان تسوية مائي طويل.



٢ـ٤ المقطع والواجهة



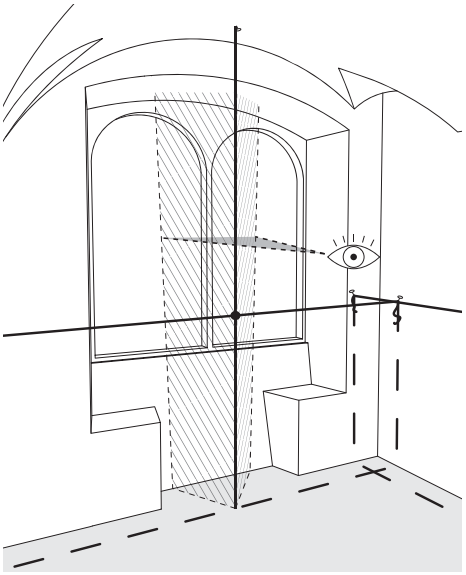
قُم بالقياس باستخدام تعامد النقاط المطلوبة مع الحبل الأفقي أو مع خيط المطمار.
يمكن القيام بذلك بشكلٍ مثالي باستخدام طريقة التأرجح (الصفحة ٢٩)



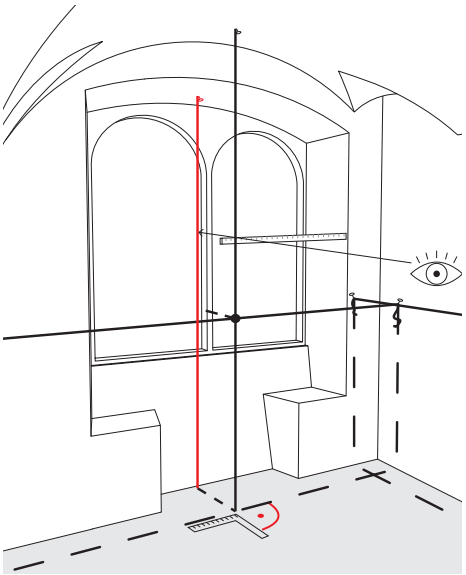
انقل النقاط المقاسة إلى الرسم وقُم بوصلها (يمكنك رسمِ الخطّ مبدئياً بالمسطرة ومن ثمّ رسمه يدوياً).

يمكن استخدام ميزان تسويةٍ مائي مزوّد بمسطرة بدلاً عن خيط المطمار لقياس ارتفاع النقاط المطلوبة عن المستوى الأفقي.

حالة خاصّة:



لا يفي خيط المطمار المتعامد مع المستوى الأفقي بالغرض إذا لم تكن جميع القطاعات المطلوب رسمها لإعداد الواجهة واقعةً على نفس المستوى مثل تجاويف النوافذ أو الجدران أو السطوح ذات النتوءات البارزة. فبسبب العمق المكاني لا يمكن تحديد مواضع النقاط الواقعة على المستوى الخلفي بدقّة على خيط المطمار.



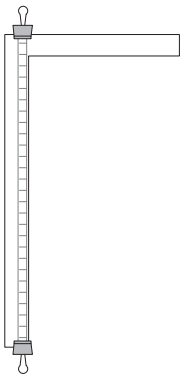
لذا فإنه من الضروري استخدام خيط مطمارٍ ثانٍ لإنشاء مستوى عمودي متعامد مع مستوى الإسقاط (مستوى الواجهة).

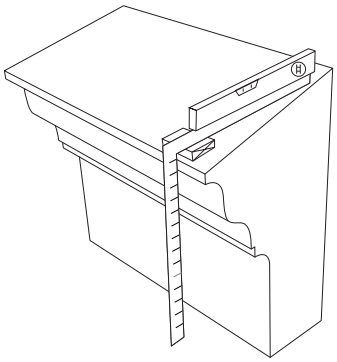
باستخدام مسطرة زاوية قائمة طويلة يُمدُّ مستقيمٌ من نقطة خطّ المطمار الأول ليتعامد مع مستوى الإسقاط (مستوى الواجهة). خطّ المطمار الثاني يجب أن يثبّت مباشرةً فوق هذا المستقيم.

يمكن الآن قياس أبعاد المستوى الخلفي المهمّة للواجهة من خلال التسديد عبر خطّي المطمار (أي وضعهما فوق بعضهما البعض بحيث يظهران للناظر وكأنّهما خطٌّ واحد).

٥ـ تفاصيل

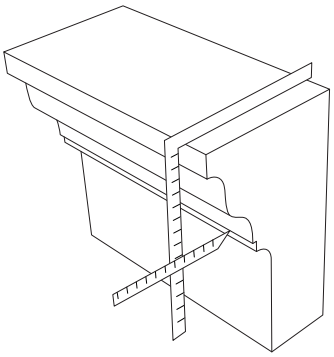
من المنطقي إعداد نظام قياسٍ خاصٍّ في حال قياس التفاصيل (مثل الأجزاء المعمارية أو المعدّات).
يتألّف هذا النظام أيضاً من مستويين أفقي وعمودي ويمكن إعداده بواسطة مسطرة زاوية قائمة.
يمكن إضافة مقياسٍ على هذه المسطرة لتسهيل العمل.



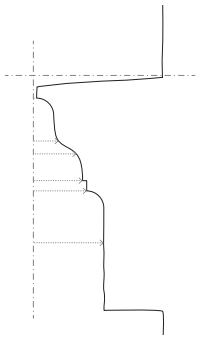


إذا كان التفصيل مثبّتاً ضمن الفراغ المراد رفعه فيجب عندئذ أن يتمّ إعداد نظام القياس أفقياً وعمودياً بدقة تامّة، وذلك لكي يمكن ربطه بشبكة قياس هذا الفراغ.

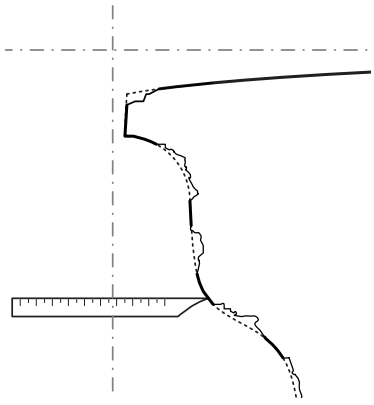
يجب نقل نظام القياس إلى ورقة الرسم.



يمكن بواسطة مسطرة ثانية قياس جميع القيم الأفقية اللازمة لإعداد رسم المقطع الجانبي ونقلها إلى الرسم.
يمكن قياس النقاط المطلوبة بدقّة كاملة إذا كانت المسطرة ذات نهايةٍ مُدبّبة!



في حال وجود أجزاء معماريةٍ متضرّرة بشكلٍ كبير بسبب العوامل الجوية، تُقاس الأقسام السليمة عندئذ وتُرسم ومن ثمّ يمكن رسم الأقسام المفقودة من المقطع الجانبي بواسطة مسطرة منحنيات إذا لزم الأمر.



جهاز تيودوليت تاريخي(عائلة هيلدبراند، فرايبرغ في ساكسونيا)، حوالي ١٨٩٠

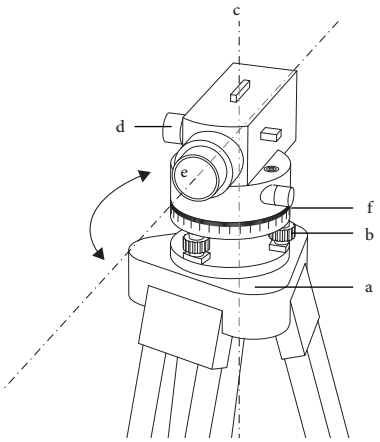
ج. وسائل المساعدة البصرية والضوئية

قبل استخدام الأجهزة ووسائل المساعدة:
ـ تحقّق دائماً من ضبط الجهاز لأنه قد يتأثّر بسبب النقل أو الصدمات لذا وجب ضبطه دائماً قبل الاستخدام، وإلا فإن الأخطاء سوف تبدأ بالظهور منذ البداية ولن يكون من الممكن تلافي عواقبها فيما بعد.
ـ قُم للتحقّق بنصب الجهاز وإجراء قياس تجريبي ومن ثم ضع علامات على النقاط المقاسة، قُم بإعادة القياس بعد تغيير الموقع وتأكّد من تطابق نتائج القياس مع نتائج القياس الأول.

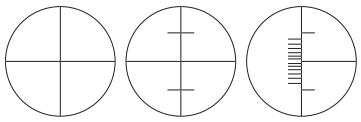
١ـ جهاز التسوية (النيفو أو الليفل)

طريقة عمل الجهاز

يمكن بواسطة جهاز التسوية رصد جميع النقاط الواقعة على نفس الارتفاع أو المستوى الأفقي.
يُثبّت الجهاز قبل الاستخدام على حامل ثلاثي القوائم ومن ثمّ يتمّ تحقيق الأفقية المطلقة بواسطة الزئبقية الكروية، حيث تُستخدم لوالب التسوية الأفقية الثلاثة لضبط أفقية الجهاز الدقيقة بحيث تُصبح الفقاعة الهوائية ضمن الدائرة تماماً. الجهاز مزوّدٌ دائماً بعدسة جسمية مزوّدة عادةً بشعيرة تسديد يضاف لها أحياناً شعيرات مسافة أو شبكة شعيرات. يمثّل الخطّ الأفقي للشعيرة المستوى الأفقي.
تحتوي بعض الأجهزة أيضاً على تجهيزات لقياس الزوايا الأفقية مما يسمح باستخدامات أخرى مثل قياس النقاط في المسقط. (انظر الفصل ج ٣)



بنية ومكوّنات جهاز تسوية:
a)لوح ارتكاز الحامل
b)لوالب التسوية الأفقية + الزئبقية الكروية
c)المحور الرأسي ومحور الدوران
d)لولب الحركة البطيئة
e)العدسة الجسمية مع مفتاح ضبط الرؤية
f)قفل الحركة الأفقية

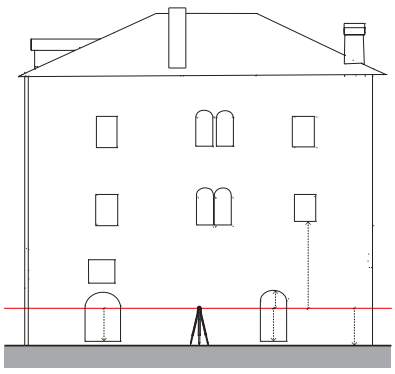


نظرة من خلال العدسة:
a)شعيرة التسديد فقط
b)شعيرة التسديد مع شعيرات مسافة إضافية
c)شبكة شعيرات

الاستخدامات

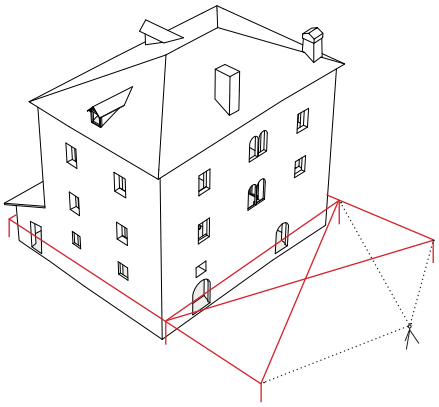
- قياس الارتفاعات أو التسوية:

يمكن بسهولة „تسوية" نقاط حتى وإن كانت تبعد كثيراً عن بعضها البعض، أي قياس مناسيب ارتفاعاتها بالنسبة لبعضها البعض. ولذلك يجب بواسطة الرصد تحديد المسافة العمودية بين النقطة المراد قياسها والمستوى الأفقي، يُحسب فرق الارتفاع بعد ذلك عن طريق طرح أو جمع القيميتين. إذا كانت هناك قيمة ارتفاع مطلقة معروفة فيمكن عن طريق فروق الارتفاع عن هذه القيمة حساب ارتفاعات جميع النقاط الأخرى.



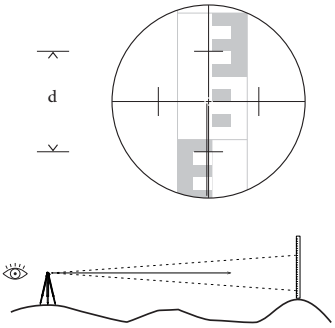
قياس الارتفاعات باستخدام جهاز التسوية:
يمثّل المستوى الأفقي الذي يحدّده ارتفاع العدسة المستوى المرجعي دوماً.

إنشاء شبكة القياس الخارجية عن طريق رصد النقاط بواسطة جهاز التسوية.



- إنشاء شبكة القياس:

إن شبكات القياس المكوّنة من الحبال الأفقية الممتدة على مسافاتٍ بعيدةٍ أمام الجدران ضروريةٌ لقياس الغلاف الخارجي لمبنى ما. من أجل الحصول على أنظمة قياسٍ أفقيةٍ بالفعل، يمكن باستخدام جهاز التسويةٍ رصدٌ نقاط التثبيت بدقّة والتأكّد من صحتّها. وعلى العكس من طريقة جهاز التسوية الليزري فإنّ هذه الطريقة لا تعتمد على حالة الضوء.



- قياس المسافات:

يمكن استخدام شعيرات المسافة الموجودة على العدسة الجسمية (فوق وتحت الشعيرة) في قراءة القيم على مقياس الميرا أو الشاخصة الموجودة فوق نقطة الهدف. إذا ضربنا قيمة المسافة d بين الخطّين بـ ١٠٠ فسوف نحصل على قيمة المسافة الفعلية. هذه الطريقة ذات دقّة محدودة لكنها شائعة الاستخدام في مسح الأراضي.

معلومات عملية:

ـ انتبه إلى أفقية الزئبقية الكروية من أجل القيام بقياسٍ دقيق! سوف تتضاعف أخطاء القياس بسرعة إذا كانت أفقية الجهاز غير محقّقة.

ـ احرص عند النظر في العدسة على أن تقرأ القيمة باستخدام شعيرة التسديد دائماً وليس باستخدام شعيرات المسافة سهواً.

ـ في حالة الشكّ قُم دائماً بالتحقّق من القياسات من خلال إجراء القياس من نقطة تمركز أخرى.

ـ قُم بتحقيق الأفقية من جديد عند تعرّض الجهاز أو الحامل إلى ارتجاجات! من غير الممكن استعادة وقفة الجهاز السابقة بالضبط.

٢ـ جهاز التسوية الليزري

طريقة عمل الجهاز

يبثّ جهاز التسوية الليزري الأفقي مستوى أفقي واحد في حين يبثّ جهاز التسوية الليزري المتعامد حسب مدى نطاقه مستويين أو ثلاثة مستويات متعامدة مع بعضها البعض، جميع هذا المستويات تسقط على السطوح المحيطة (الجدران والأسقف والأرضيات إلخ.) وتظهر على شكل خطوطٍ أفقية أو عمودية. لا تبلغ أقصى زاوية إسقاطٍ لخطوط الليزر ٣٦٠° عند جميع الأجهزة مما يجعل تغيير مكان أو تدوير الجهاز أمراً ضرورياً.

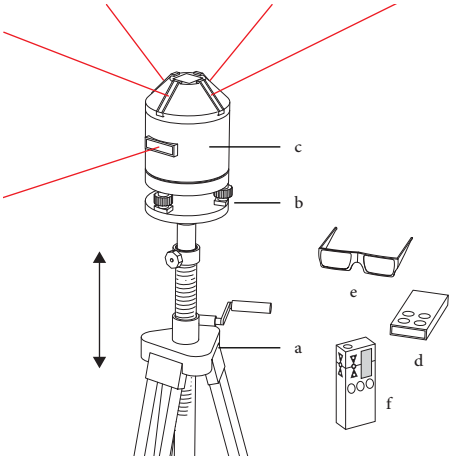
يُفضّل أن يتمّ تركيب الجهاز على حاملٍ ثلاثي القوائم ولكن يمكن أيضاً وضعه على الأرض إذا تطلّب وضع المكان ذلك. عادةً ما تكون الأجهزة مزوّدةً بلوالب تسويةٍ أفقية حيث يتمّ تحقيق الأفقية بواسطة الزئبقية الكروية. ووفقاً لجودة وسعر الأجهزة المتوفّرة في السوق يتراوح مدى الجهاز أو عدد محاوره أو سماكة أشعّة الليزر التي يصدرها أو غيرها من الميزات.

من الصعب أو المستحيل رؤية وتمييز خطوط الليزر عند استخدام الجهاز خارج المبنى وخصوصاً تحت أشعّة شمسٍ قوية. يمكن في هذه الحالات استخدام مُستقبِلٍ كهربائي محمول (f) يمكنه التعرّف على إشارة الليزر وإظهار الارتفاع بدقّة على الشاشة.

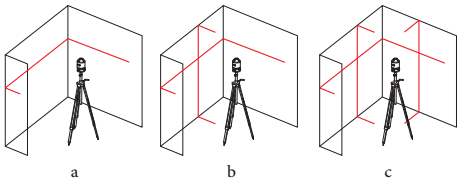
يجب تجنّب النظر مباشرةً في أشّعة الليزر، يمكن وضع نظّارات وقايةٍ خاصّةٍ (e) كإجراءٍ احترازي.

الاستخدامات

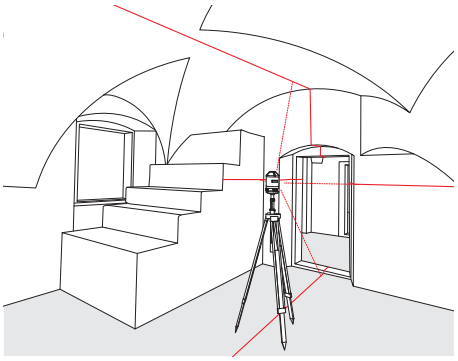
ـ كبديلٍ لشبكة الحبال: يعدُّ نصب شبكة قياسٍ باستخدام الحبال أمراً مسبّباً للضرر وخصوصاً إذا كان ذلك في مباني مأهولة أو عند وجود سطوح حسّاسة (كالرسوم الجدارية مثلاً). في هذه الحالة يمكن الاستفادة من جهاز التسوية الليزري الدوّار في إنشاء شبكة قياسٍ مستقلّة.



مكوّنات جهاز تسوية ليزري:
a)لوح ارتكاز الحامل (مع ذراع تدويرٍ يدوي)
b)لوالب التسوية الأفقية + الزئبقية الكروية
c)جهاز الليزر مع عدّة محاور
d)جهاز التحكّم عن بُعد
e)نظارات واقية
f)مُستقبِلٍ كهربائي



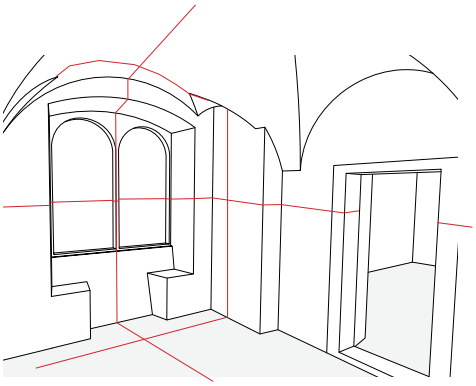
أجهزة تسوية ليزرية متنوّعة ذاتٍ نطاقاتٍ عملٍ مختلفة:
a)ليزر أفقي
b)ليزر متعامد (محوران)
c)ليزر متعامد (ثلاثة محاور)



خطوط الليزر المتعامدة على سطوح غرفة:
لا يمكن لأشعّة الليزر أن تصل إلى الأجزاء الخلفية العميقة.

إنّ خطوط الليزر المُسقَطة مفيدةٌ في إعداد الواجهات والمقاطع لأنها تمثّل بتقاطعاتها بديلاً لخيوط المطمار والحبال الأفقية.

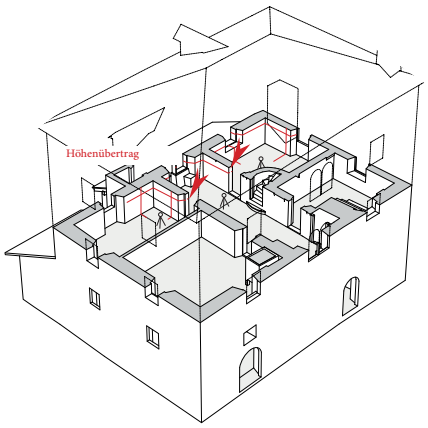
خطوط الليزر على الجدار والأرضية والسقف: مفيدةٌ للرفع باستخدام المحطّة الشاملة وبشكل خاصّ عند وجود سطوح منحنية.



- إظهار مستويات القياس:

يُستخدم الليزر بشكلٍ خاص في عمليات المسح بالأجهزة الإلكترونية مثل المحطّة الشاملة (الفصل هـ) وذلك بغرض إظهار مستوى القياس على الجدران أو الأسقف وما شابهها، أي أنه يلعب دور وسيلة المساعدة البصرية في تسجيل جميع النقاط على ارتفاعٍ واحد من أجل رفع مسقطٍ على سبيل المثال. لا يمكن دوماً الاعتماد فقط على العين المجرّدة في الرصد وخصوصاً عند التعامل مع أشكال هندسية معقّدة (مثل المنحنيات أو الأقواس).

نقل ارتفاع مستوى القياس عبر عدّة غرف، على سبيل المثال عبر باطن فتحة الباب.



- تغيير مكان الجهاز:

إذا كان من المفروض قياس النصف الثاني من غرفة ما، يمكن عندها إدارة الجهاز بمقدار ١٨٠° على الحامل الثلاثي القوائم. أما إذا كان من الضروري تغيير مكان الجهاز (إلى غرفة أخرى على سبيل المثال) فلا مفرّ عند ذلك من وضع علامة الارتفاع السابق على نقطة يمكن الوصول إليها من كلا الجانبين (باطن فتحة الباب على سبيل المثال). يسهّل رأس الحامل المزوّد بذراع تدوير يدوي إعداد الارتفاع المناسب.

معلومات عملية:

ـ ضع من باب الحيطة علامات (بقلم الرصاص مثلاً) عند مواضع خطوط الليزر المُسقَطَة على السطوح!، يمكن بالتالي متابعة العمل الذي يستغرق عدّة أيام وفقاً لمستوى القياس السابق حتى في حالة تعطّل الجهاز.

ـ ولكن: لا تضع أية علامات (باستخدام الأقلام أو الشريط اللاصق أو المسامير الخ.) على السطوح الحسّاسة!

ـ من الضروري التحقّق من عمودية الجهاز! فالأجهزة الرخيصة الثمن خاصّةً يمكن أن تؤدّي إلى عدم الدقّة، وقد يحدث هذا أيضاً بسبب وقوع أو سقوط الجهاز. لذلك يفضّل وضع علامات للارتفاعات على الجدار ومن ثمّ التحقّق منها عن طريق رصدها من مواقع أخرى.

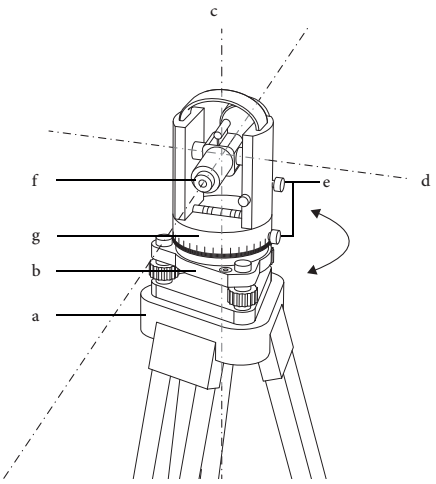
ـ من الضروري وضع النظّارات الواقية! يجب تنبيه الأشخاص الآخرين إلى أن الجهّاز قيد الاستخدام، يمكن استخدام لافتات تحذيرية معلّقة على الأبواب مثلاً.

ـ من الضروري توفّر بطاريات احتياطية جاهزة (للجهاز ولجهاز التحكّم عن بُعد)!

٣ـ المِزواة (التيودوليت)

طريقة عمل الجهاز

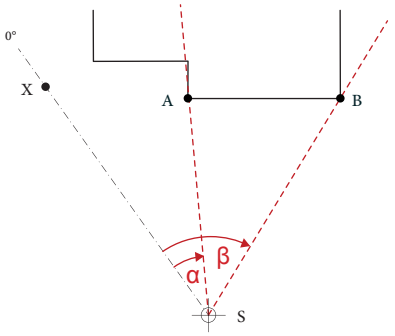
تتشابه التيودوليت من ناحية البنية مع جهاز التسوية إلا أنها تتميّز عنه بامتلاكها لمحور إمالة عمودي وبالتالي القدرة الإضافية على قياس الزوايا العمودية، بذلك يمكن للجهاز قياس الزوايا بالاتجاه الأفقي والاتجاه العمودي.



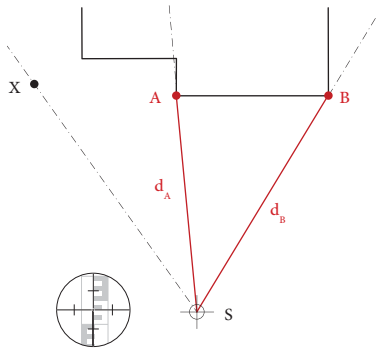
تركيبة ومكوّنات جهاز تيودوليت:
a) لوح ارتكاز الحامل
b) لوالب التسوية الأفقية +الزئبقية الكروية
c) محور الوقوف والدوران
d) محور الإمالة
e) لوالب الحركة البطيئة
f) العدسة العينية وبزال توضيح الرؤية
g) أداة ضبط الزوايا (الأفقية والعمودية)

الاستخدامات

يمكن استخدام أجهزة التيودوليت أيضاً في جميع تطبيقات جهاز التسوية لأنها تقوم بنفس الوظائف التي يقوم بها جهاز التسوية، بالإضافة إلى ذلك يوفّر مستوى القياس العمودي إمكانيات إضافية. يُستخدَم كلا الجهازين في تحديد النقاط في الفراغات. التقنيات الأساسية المطلوبة هي قياس المسافة (راجع الفصل ج ١) بالإضافة إلى قياس الزوايا وتحديد الاتجاه.



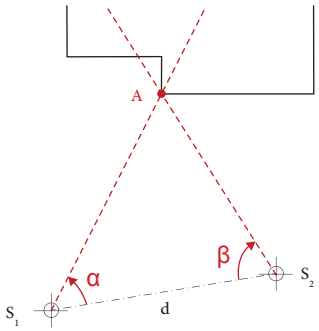
- قياس الزاوية أو تحديد الاتجاه:
يُحدَّد خطٌ مستقيمٌ من نقطة الجهاز إلى نقطة x الثابتة وهذا المستقيم سيُعرَّف على الجهاز كخط درجة الصفر، واعتماداً على هذا الخطّ يمكن حساب مواقع نقاطٍ أخرى مطلوبة بالاعتماد على الزوايا المقروءة على الجهاز.



- القياس القطبي:
يمكن قياس مسقطٍ ما على سبيل المثال بسرعة نسبياً إذا تمّ التوفيق بين قياس الزاوية المذكور أعلاه مع قياس المسافات بواسطة شعيرات المسافة على العدسة مثلاً. لتحديد موقع نقطة ما تُجرى قراءة زاوية الاتجاه الخاصّة بها على الجهاز ومن ثم نقل الاتجاه إلى الورق كخط مستقيم تُوضع عليه المسافة المقاسة.

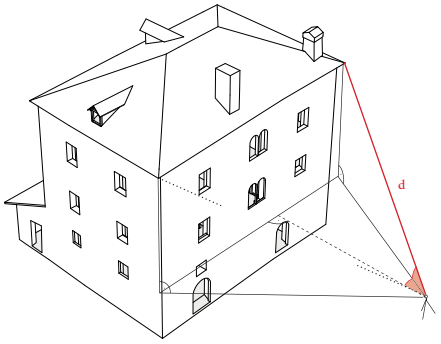
- التقاطع:

يمكن في حال توفّر جهازي تيودوليت استخدامهما لتحديد الاتجاهات منهما وفق قياس الزاوية الموصوف آنفاً وذلك بعد حساب المسافة الفاصلة بينهما. يُعتبر كلّ جهاز نقطةً ثابتةً بالنسبة للجهاز الآخر. تمثّل نقطةُ تقاطعِ المثلّث الناشئ عن قياس الزاويتين النقطةَ المطلوبةَ. باستخدام هذه الطريقة ليس من الضروري قياس المسافة وهذا بالتالي يسمح بدقّة قياس أعلى.



تحديد نقطة في الفراغ باستخدام التاكيومتر:

يُستَنتَج الموقع بواسطة الزوايا الأفقية والعمودية والبُعد المطلق عن الجهاز.



لمحة عن التاكيومتر

لا تمتلك أجهزة التيودوليت بشكل معياري ميزة قياس المسافات بدقّة عالية. يمكن تجهيز بعض أجهزة التيودوليت بالأدوات اللازمة لذلك وعند ذلك تُدعى التيودوليت باسم التاكيومتر أو مقياس المسافات (الفصل د ٢).

وهذا يجعل من الممكن تحديد النقاط في الفراغ بوضوح بواسطة زواياها الأفقية والعمودية وبُعدها الدقيق عن الجهاز، لكن الجهد الحسابي والإنشائي مرتفع في هذه الحالة. في أجهزة التاكيومتر الحديثة يتولّى الجهاز تلقائياً أمر هذه المهمّة حيث يمكن أيضاً استخدامه مع الكمبيوتر وفي هذه الحالة يُدعى الجهاز بالمحطّة الشاملة أو محطّة الرصد المتكاملة (Total Station) والتي تسمح بالتحكّم في عملية القياس على الشاشة في الموقع وبالتعرّف الفوري على الأخطاء في حال حدوثها. وقد أدّت الكفاءة العالية لأجهزة المحطّة الشاملة الحديثة إلى إزاحة أجهزة التيودوليت الكلاسيكية من الواجهة. لا تزال بعض أجهزة التيودوليت قيد الاستخدام في قطّاع البناء إلا أنها محدّثة ومزوّدة ببعض الوظائف الرقمية المفيدة.

د. الرفع الإلكتروني

١ـ المباني

لا يمكن القول بوضوح ما هي طريقة الرفع المعماري ـ يدوياً كان أو إلكترونياً ـ التي تناسبً مبنىً مُعيّناً، يجب بالأحرى على الشخص المسؤول أن يتّخذ هذا القرار بناءً على حالة المبنى وعلى معرفته المسبقة وقدراته. ولكن هناك بعض المؤشّرات التي قد تساعد على اختيار الطريقة الصحيحة:

يعتمد الرفع الإلكتروني باستخدام التاكيومتر على المعالجة من خلال برمجية CAD والتي توفّر الوقت والجهد مقارنةً بالرفع اليدوي حيث أنها تؤمّن إعدادات غير معقّدة لنظام القياس لأن الرفع الإلكتروني يعتمد على النقاط المرجعية.

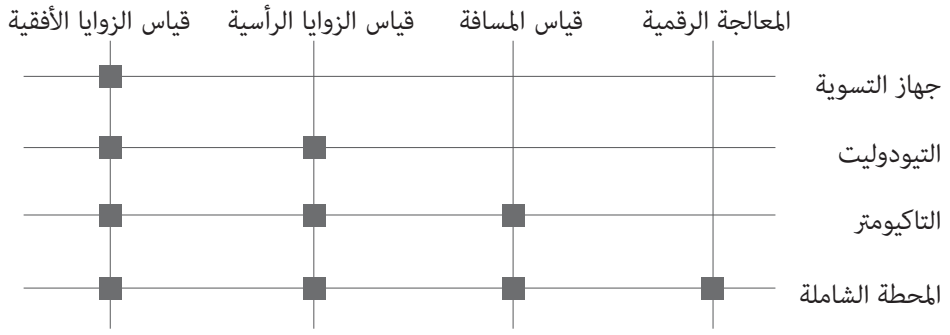
إحدى المزايا الكبيرة للرفع الإلكتروني هي القدرة على القياس بدقّة كبيرة حتى ولو كان القياس يُجرى على مسافات طويلة وهذا يسمح برفع سريع وفعّال وفي نفس الوقت دقيق جدّاً للفراغات الكبيرة والمباني أو غيرها من الكيانات.

وفي حين يتعيّن على الشخص الذي يقوم بالرفع اليدوي أن يكون دوماً موجوداً مباشرةً عند النقاط المطلوب قياسها، يمكن عند القيام بالرفع الإلكتروني الوصول إلى عدد كبير نسبياً من النقاط وذلك انطلاقاً من نقاطٍ ثابتة قليلة وبعيدة. وتظهر أهميّة ذلك كلّما ازدادت صعوبة الوصول إلى المبنى فالرفع اليدوي بالنسبة لواجهات المباني الكبيرة أو سطوح المباني وما شابهها لا يمكن أن يُجرى إلا بإستخدام سقالة أو سُلَّم أما الرفع الإلكتروني فيمكن أن يُجرى من الأرض باستخدام التاكيومتر.

من ناحيةٍ أخرى يعيق العمل من نقطة نصب الجهاز عمليةَ المراقبة الدقيقة للمبنى أثناء القياس لذا يجب إجراء المعاينة التفصيلية على النقيض من الرفع اليدوي قبل أو بعد القياس الفعلي.

إنّ إمكانية إدراج الموجودات المعمارية المُشاهَدة بشكلٍ تفسيري ضمن رسم ما أو رسم قطّاعاتٍ معيّنة (آثار شغل يدوي، تفاصيل البنية السطحية، حواف الانقطاع أو الكسر، حواف المونة أو الملاط التزييني،إلخ.) أصبحت أكثر صعوبةً عند تنفيذ الرسم باستخدام برمجيةٍ CAD. من المناسب رسم هذه التفاصيل يدوياً على مخطّطاتٍ مطبوعة في الموقع أو إضافتها رقمياً فيما بعدٍ.

لمحة عن النطاق الوظيفي للأجهزة:



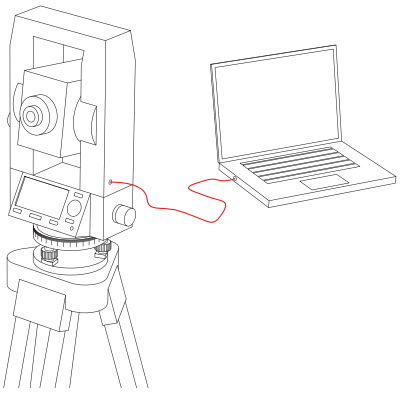
٢ـ التاكيومتر / المحطّة الشاملة

٢ـ١ طريقة عمل الجهاز

كما ذُكر سابقاً (الفصل ج ٣) فإن التاكيومتر هو جهاز تيودوليت أُضيفت إليه وظيفة قياس المسافات. يُرسل التاكيومتر حزمة ضوئية تنعكس عند نقطة الهدف وباستخدام المسافة والزاوية بين هذه النقطة والجهاز يقوم الأخير بحساب إحداثيات النقطة.

يُشار إلى الجمع بين التاكيومتر وجهاز الكمبيوتر المحمول بالمحطّة الشاملة حيث أن المعلومات المُقاسة ستكون مرئيةً على الشاشة مباشرةً.

يتمّ نقل المعلومات سلكياً أو عن طريق البلوتوث (إذا كان الجهّاز مجهّزاً لذلك).



محطّة شاملة مكوّنة من تاكيومتر وجهاز كمبيوتر محمول موصول به.

قائمة المعدّات:

تاكيومتر، حوامل ثلاثية القوائم، لوح رسم، جهاز كمبيوتر محمول مع برمجيات AutoCAD و TachyCAD، مصباح ضوء كشّاف، بكرة كابل، مسطرة قابلة للطي، شريط قياس، مصباح يدوي، نقاط قياس ولوازم تثبيت (صمغ، شريط لاصق، مسامير، إلخ.)

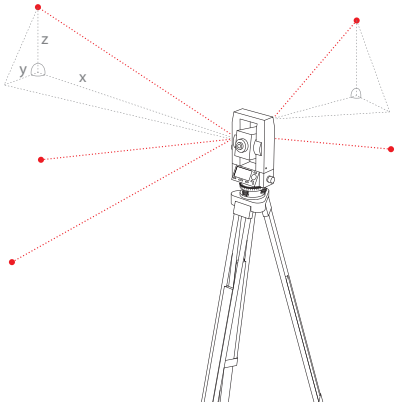
معدّات إضافية إذا لزم الأمر: دفتر رسم، سُلّم، آلة تصوير، جهاز ليزر متعامد، بوصلة

٢ـ٢ المعدّات

على النقيض من القياس اليدوي يعتمد القياس بواسطة التاكيومتر على الطاقة الكهربائية وكما هو معروفٌ فإن مدّة تشغيل الكمبيوتر والتاكيومتر بالأخص لا تتعدّى بضع ساعات، لذا يجب التأكّد مسبقاً ما إذا كان مصدر الطاقة متاحاً لشحن البطاريات بما يضمن سيراً سلساً للعمل دون انقطاع. هنالك أيضاً محوّلات يمكن بواسطتها شحن البطاريات المتوفّرة تجارياً.

٢ـ٣ أسلوب العمل

إن الهدف من القياس بواسطة التاكيومتر هو تماماً نفس هدف القياس اليدوي المتمثّل بإنشاء نظام قياس مستقلّ، غير أن هذا لا يتمّ عن طريق نصب شبكة حبال بل عبر تحديد مجموعة نقاط ضمن الفراغ والتي يتمّ قياس وتعيين إحداثيات z,y,x الخاصّة بها بواسطة التاكيومتر. تُدعى هذه النقاط بالنقاط المرجعية وهي التي تُحدِّد نظام الإحداثيات.



شبكة قياس مستقلّة في الفراغ: النقاط المقاسة تمتلك إحداثيات z,y,x .

٢ـ٣ـ١ الأعمال التمهيدية

شبكة القياس

تتمثّل الخطوة الأولى دائماً في الحصول على نظرة دقيقة على الكيان المعماري المطلوب قياسه وهذا يتضمّن جولة أوّلية ورسوم مبدئية للمساقط وللتفاصيل المهمّة المحتملة. فالتمركز الجيد والقياس الذكي لا يمكن أن يحصلا دون معرفة تقريبية للمبنى. من المهم عند التعامل مع المباني الكبيرة خاصّةً التفكير مسبقاً بعناية في مسار المسح المُقرّر وذلك بغرض الحصول على أقصى حدٍّ من المعلومات من خلال عدد قليل من نقاط تمركز الجهاز الفعّالة. قبل كلّ شيء يجب تحديد عدد المساقط والمقاطع والواجهات التي سيتمّ قياسها وتحديد مواضع مسارات مستويات القطع، وإن كان ممكناً تحديد المقياس المطلوب. وعلى هذا الأساس يمكن بالفعل تحديد نقاط تمركز الجهاز بشكلٍ تقريبي على الرسومات الأوّلية (انظر ٢ـ٣ـ٢).
علاوةً عن ذلك يجب الانتباه إلى أن بعض السطوح قد لا تكون مناسبة في ظل ظروفٍ معيّنة لنصب الأجهزة أو أنها قد تتسبّب بحدوث مشاكل. وهذا قد يكون الحال خاصّةً في جملونات الأسقف أو الغرف ذات الأرضيات الخشبية حيث يمكن حدوث اهتزازات ـ حتى ولو كانت طفيفة ـ قد تشوّش ضبط الجهاز، لذا يجب أخذ هذا الأمر بعين الاعتبار عند اختيار موضع نصب الجهاز.

البرمجية

كخطوة تالية يجب إعداد البرمجية بحيث تسمح بالعمل السلس قدر الإمكان وبحيث يمكن لاحقاً تعيين جميع المعلومات المقاسة بشكلٍ لا لُبس فيه لأنه لا يمكن دائماً العودة مرةً ثانية إلى المبنى المدروس.
من المفيد استخدام البنية الطبقية للبرنامج لإنشاء مستويات مختلفة. لا توجد من حيث المبدأ توصية معيّنة بشأن المعايير الواجب اتخاذها ضمن هذا الترتيب. مع ذلك يجب دائماً ـ وفقاً لنوع المشروع ـ مراعاة أن يكون العاملون الآخرون قادرين على العمل بسهولة ضمن هذه البنية.
على سبيل المثال قد تشكّل القدرة على التمييز بين مناطق المقاطع وسطوح الواجهات خطوة هيكليةً مفيدة كما أن التصنيف وفق أنواع مختلفة كعناصر البناء والمواد والسطوح يمكن أن يساعد في تحديد اتجاه العمل.

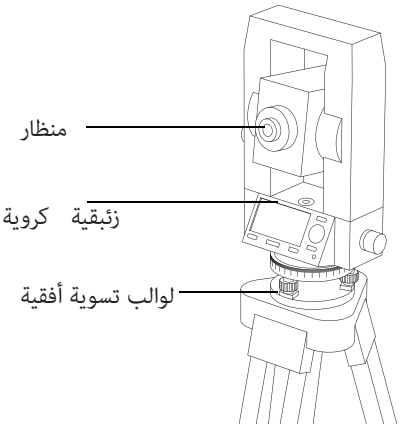
٢ـ٣ـ٢ تمركز الجهاز

يصف تمركز الجهاز موقع جهاز التاكيومتر ضمن نظام الإحداثيات المُحَدّد أو الذي سوف يُحدّد قبل أول تمركز للجهاز. يعتمد التمركز على ما يسمّى بنقاط التحكّم أي النقاط المرجعية والتي تُحدّد في الفراغ وتقاس بواسطة الجهاز.

طريقة العمل

تُحدَّد نقطة تمركز التاكيومتر الأولى وفقاً للمخطّطات الأوّلية، يُنصَب الحامل الثلاثي القوائم بشكلٍ قائم قدر الإمكان ومن ثم يُثبّت التاكيومتر بإحكامٍ على ركيزة الحامل. يُضبَط الحامل بشكلٍ تقريبي في هذه الخطوة، يُوصل الكمبيوتر المحمول مباشرةً بالتاكيومتر بواسطة كبل USB. الخطوة التالية تتمثّل في الضبط المحكم لمحاور الجهاز لضمان الحصول على قياس دقيق، ولهذا الغرض فإن الجهاز مزوّد بميزاني زئبقية. الجهاز مزوّد أيضاً بميزان تسوية إلكتروني يظهر عند التشغيل الأول وذلك من أجل الضبط النهائي الدقيق. يمكن إجراء الضبط أيضاً عن طريق لولب التسوية.
إذا لم يكن التاكيومتر في وضعية أفقية تماماً فستظلّ هناك عدم دقّةٍ في القياس!

الجهاز مزوّدٌ بزئبقية كروية للضبط التقريبي لأفقية التاكيومتر. يتمّ الضبط الأفقي الدقيق باستخدام ميزان تسوية أفقية رقمي موجود ضمن الجهاز. يتمّ الضبط باستخدام لوالب التسوية الأفقية.

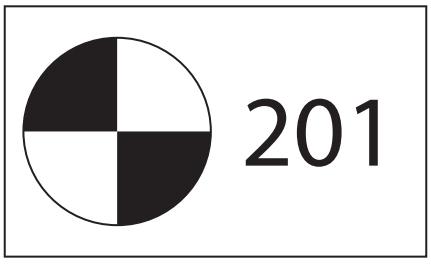


يجب الانتباه:
تشكّل اهتزازات الأرضيات الخشبية في جملونات السقف أو الأرضيات غير المستوية خطراً دائماً يتمثّل في انزياح التاكيومتر عن محوره العمودي، لذلك يجب إعادة عملية تمركز الجهاز كلّ مرّة من جديد. من غير الممكن إجراء القياس من خلال إعادة الضبط الأفقي للجهاز بدون عملية تمركز جديدة لأن هذا الأمر سوف يؤدّي إلى عدم الدقّة في القياس!

نقاط التحكّم

الخطوة الأولى التي يجب اتباعها هي تحديد نقاط التحكّم والتي تتمثّل عادةً بشعيرات تسديد مطبوعة على الورق ومرقّمة لتسهيل ترتيبها في الكمبيوتر المحمول. يمكن أيضاً استخدام نقاط مميّزة ضمن الغرفة أو أشياء أخرى (رؤوس البراغي على سبيل المثال) وهذا قد يكون ضرورياً في بعض الأحيان عندما تكون هناك حاجةٌ لنقاط تحكّم على ارتفاعات عالية أو في حال وجود سطوح حسّاسة قد تتأثّر بلصق نقاط التحكّم عليها.
يجب عند تحديد نقاط التحكّم مراعاة أن تكون هذه النقاط قابلة للاكتشاف لاحقاً من ناحية ومن ناحية أخرى يجب ألا تكون كبيرة لأن ذلك قد يؤدّي إلى عدم الدقّة.
تقع مهمّة توزيع النقاط على عاتق المسّاح وينبغي أن يكون هذا التوزيع وفقاً للمعايير التالية:
- اختيار اتجاهات وارتفاعات مختلفة (الجدار، الأرضية، السقف).
- ينبغي ألا توضع النقاط على أجسام متحرّكة.
- ينبغي تحديد بعض نقاط التحكّم بحيث يكون من الممكن التسديد عليها من نقاط تمركز أخرى. من المهمّ التأكّد من وضع نقاط التحكّم في جميع القطّاعات.

نقطة تحكّم مطبوعة على ورقة لكي تثبّت على المبنى



يجب الانتباه:
لا يمكن وضع نقاط التحكّم على جميع السطوح. قد يكون من الضروري أن يتكيّف تثبيت النقطة مع المحيط أو يجب غضّ النظر عن تثبيت النقطة في حال التعامل مع سطوح معيّنة (كالرسوم الجدارية مثلاً).

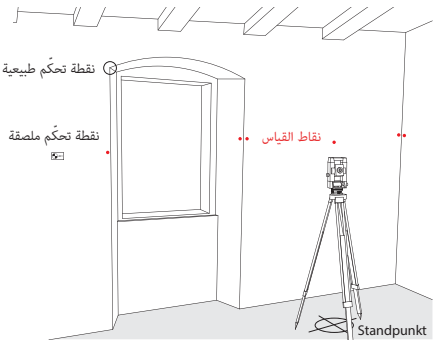
قياس نقاط التحكّم

في الخطوة التالية يجب قياس نقاط التحكّم المثبّتة بواسطة التاكيومتر لتحديد إحداثياتها. تشكّل هذه النقاط شبكة القياس المصمّمة خصّيصاً للمبنى ويمكن في سياق العمل إضافة العديد من النقاط الأخرى وفقاً للحاجة.

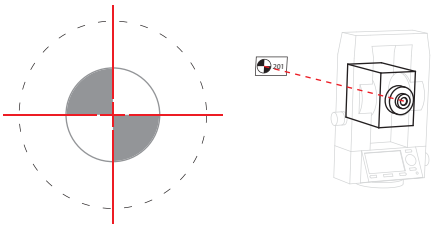
من أجل إجراء القياس يتمّ التسديد على نقطة التحكّم أولاً حيث يمكن أن يتمّ هذا بشكلٍ تقريبي بواسطة شعاع الليزر ومن ثم يتمّ التسديد الدقيق من خلال المنظار حيث يجب أن تتطابق شعيرة التسديد في المنظار مع التصالب الموجود على نقطة التحكّم الملصقة.

سيتمّ تنسيق جميع الأوامر فيما بعد من خلال برمجيات Autocad وملحق Tachy-CAD على سبيل المثال. يمكن عرض النقاط مباشرةً على الشاشة والتحقّق من صحّتها.

الآن يمكن البدء بالرفع الفعلي.



نقاط التحكّم والنقاط المراد قياسها في الغرفة



عند النظر من خلال العدسة يجب أن تتطابق شعيرة التسديد في الجهاز مع التصالب الموجود على نقطة التحكّم.

تغيير نقطة تمركز الجهاز

هناك حاجةٌ إلى عدّة نقاط تمركزٍ من أجل قياس جميع المعلومات الضرورية، لذلك يتمّ فك الجهاز وتثبيته في موقع آخر على الحامل الثلاثي القوائم وتوصيله بالكمبيوتر المحمول. وتماماً كما كان الحال مع أوّل تمركز يجب ضبط أفقية التاكيومتر مرّةً أخرى لدى تغيير نقطة التمركز.

بعد ضبط الأفقية يكفي قياس ثلاث نقاط معروفة مرّة أخرى (من المفضّل أن تقع في اتجاهات وعلى ارتفاعات مختلفة) من أجل ربط الجهاز بشبكة القياس بشكلٍ موثوق.

بمجرّد قياس هذه النقاط وتحديد موقع الجهاز يمكن إمّا قياس نقاط تحكّم جديدة كتلك الواقعة في غرفٍ مرئيةٍ بالنسبة للجهاز أو الاستمرار بعملية الرفع الفعلي.

٢ـ٣ـ٣ القياس

التحضير

يُحَدَّد مسار خطوط القطع في الحالة المثالية مسبقاً حيث يمكن تحديد هذه الخطوط على المبنى بالاستعانة بجهاز ليزر (انظر الفصل ج) أو بحبالٍ.

قبل البدء بالقياس الفعلي يجب أن تكون الدقّة التفصيلية المطلوبة للمخطّطات اللاحقة معروفةً وبناء على ذلك يمكن اختيار المقياس المناسب، تُحدّد هذه المعلومات دقة القياس.

يعتمد عدد النقاط التي يجب قياسها على طبيعة المبنى المقاس، فعلى سبيل المثال يجب وضع نقاط أكثر على جدار مشوّه أو متعرّج للغاية بينما يحتاج جدارٌ ذو مظهر مستقيم إلى عددٍ أقلّ من النقاط.

كيف يتمّ القياس

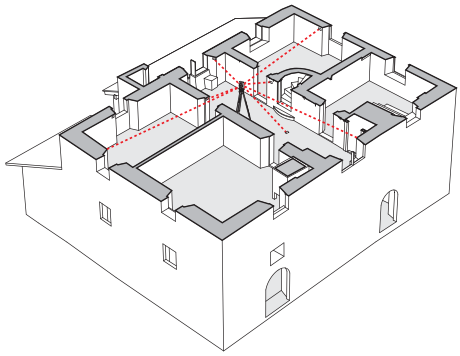
يتمّ التسديد على النقطة بواسطة شعاع الليزر أو عدسة المنظار ومن ثم يتمّ تشغيل القياس إمّا على الجهاز مباشرةً أو على جهاز الكمبيوتر المحمول من خلال البرنامج.

بما أن القياس ـ كما سبق الإيضاح ـ يستند على مبدأ انعكاس شعاعٍ ضوئي لذا من الممكن أن تتواجد بعض السطوح الغير مناسبة أو السيئة بالنسبة للقياس. قد تطرأ مشاكل عند إجراء القياس على سطوح مظلمة للغاية أو على الزجاج حيث يُكسر الشعاع الضوئي. من المفيد في تلك الحالات وضع قطعة من الورق على النقطة المطلوب قياسها أو استخدام العاكس.

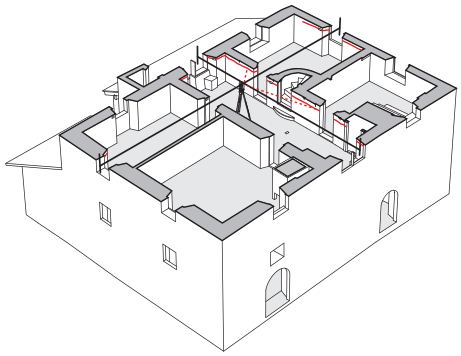
ما الذي سوف يُقاس

تُقاس جميع أجزاء البناء والسطوح والبُنى والعناصر المُدمجة في البناء والتي يمكن رصدها جميعاً من نقطة تمركزٍ واحدة. من المهمّ عدم وجود أجسام قادرة على كسر الشعاع الضوئي لأن هذا قد يؤدّي إلى حدوث أخطاءٍ في القياس.

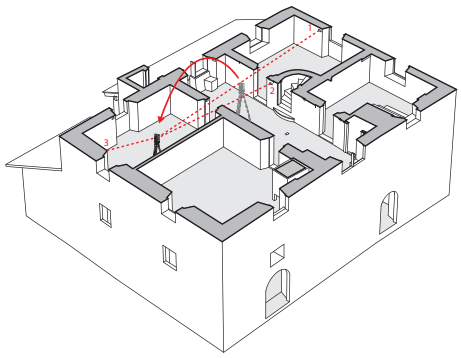
يتمّ من نقطة تمركزٍ واحدة قياسٌ أكبر قدرٍ ممكن من النقاط حسب الحاجة، وذلك من أجل إعداد المساقط والمقاطع والواجهات على



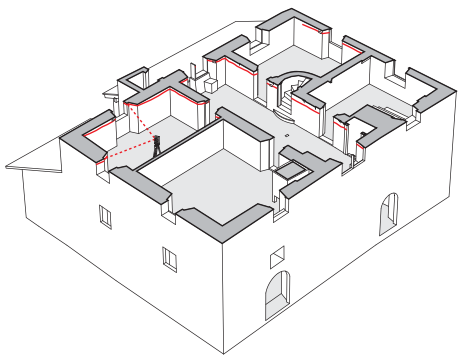
الخطوة ١:
نصب الجهاز وقياس نقاط التحكّم الأولى



الخطوة ٢:
قياس جميع النقاط الضرورية للمساقط والواجهات والمقاطع



الخطوة ٣:
تغيير نقطة تمركز الجهاز وربطه بنظام القياس عن طريق قياس ٣ نقاط تحكّم معروفة على الأقل



الخطوة ٤:
متابعة قياس المساقط الواجهات والمقاطع

حدٍّ سواء.
كقاعدة عامّة لا يمكن قياس العناصر الدقيقة أو الصغيرة تحديداً بشكلٍ دقيق بواسطة التاكيومتر. تظهر هذه المشكلة بوضوح ولا سيما عند رسم النوافذ والأبواب، في هذه الحالة يمكن إجراء القياس التقريبي بواسطة التاكيومتر ومن ثم استكمال رسم التفاصيل يدوياً.

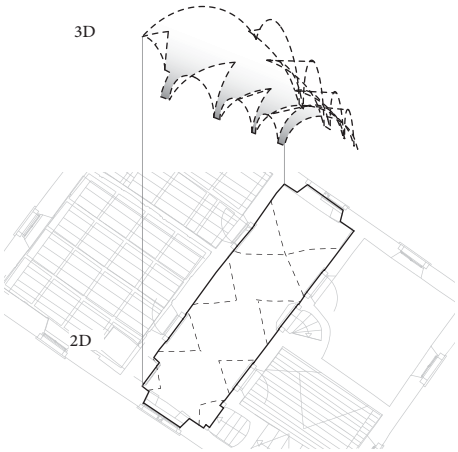
فوتوغرامترية، حيث يمكن رسم المعلومات من الصورة مباشرةً. الشرط الرئيسي لذلك هو أن يكون المستوى مسطّحاً وأن تكون النقاط المطلوبة قد قيست مسبقاً (انظر الفصل هـ إظهار المخطّط، الفصل ز الفقرة ١).

٢ـ٣ـ٤ المعالجة اللاحقة

لا تمثّل البيانات التي تمّ الحصول عليها مخطّطاً مُكتملاً. يجب عند وضع الجدول الزمني الأخذ بعين الاعتبار أن المعالجة اللاحقة تستغرق نفس الفترة الزمنية اللازمة لإجراء القياس في الموقع.

التمهيد

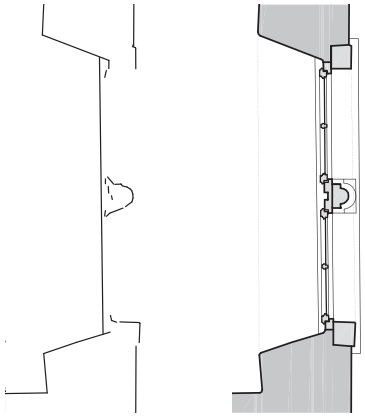
تمتلك النقاط المقاسة في البداية جميع إحداثيات x وy وz ولكن بما أن المخطّطات الثنائية الأبعاد هي المطلوبة عادةً لأن المعالجة اللاحقة للبيانات تتمّ أيضاً بشكل ثنائي الأبعاد، لذلك يجب أولاً إسقاط النقاط على مستوى الإظهار الخاصّ بها. يتمّ ذلك عن طريق ما يدعى بالتمهيد وهو وظيفة مضمنة في برمجية Tachy-CAD، من خلال هذه العملية يجري تمهيد نقاط القياس فقط وليس نقاط التحكّم. هذا يعني أنّه حتى بعد تمهيد الرسم لا يزال من الممكن قياس نقاطٍ أخرى ضمن نفس النظام، يعود سبب ذلك إلى أنّ تمركز التاكيومتر لا يزال ممكناً من خلال نقاط التحكّم.



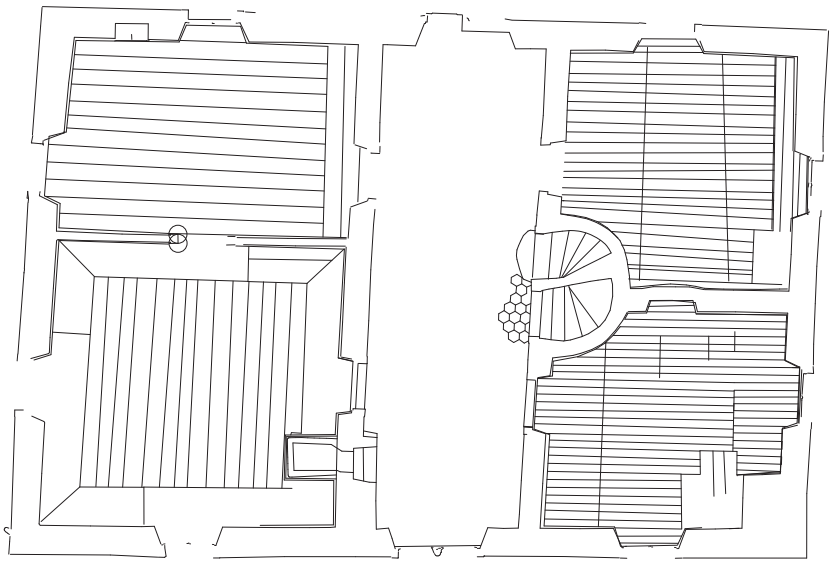
تمهيد الرسم يعني أنّ البيانات المقاسة بشكل ثلاثي الأبعاد تُسقَط على مستوى واحد بحيث يمكن متابعة معالجة الرسم بشكلٍ ثنائي الأبعاد.

الإكمال / الإضافة

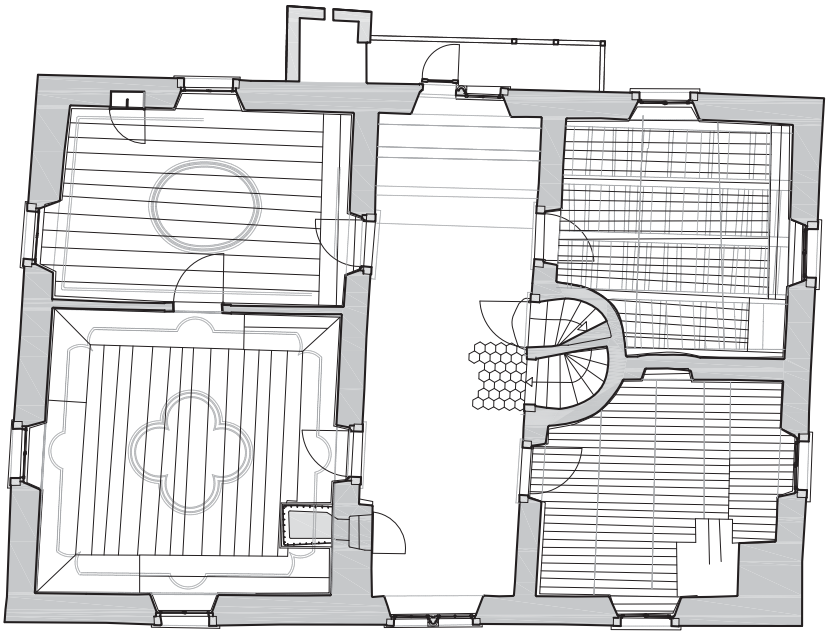
يمكن البدء بمعالجة البيانات بمجرّد تمهيدها. بما أنّ استخدام شعاع الليزر عند الزوايا والحواف يمكن أن يؤدّي إلى نتائج غير دقيقة فلذلك يجب استكمال هذه المعلومات بشكل يدوي، وكذلك الأمر مع النوافذ والأبواب والعناصر الدقيقة أو الصغيرة للغاية كما سبق الذكر.
من الممكن أيضاً إكمال القياس من خلال بياناتٍ



يجب استكمال المناطق الدقيقة مثل مقاطع النوافذ والأبواب لاحقاً بشكل يدوي. (إلى اليسار: رسمٍ أوّلي، إلى اليمين: الرسم المستكمل).



مخطّط أوّلي للطابق الأول في „أونترر إنغرامهوف"



مخطّط مُكتمل المعالجة وجاهز للنشر للطابق الأول في „أونترر إنغرامهوف"

معلومات عملية:

ـ تحقّق من حالة البطاريات القابلة للشحن قبل البدء بالعمل.

ـ انتبه إلى طبيعة الأرضية التي يجري نصب الجهاز عليها. تجنّب الأرضيات الملساء أو المهتزّة.

ـ قم إذا لزم الأمر بوضع وقياس نقاط تحكّم جديدة قبلٍ تغيير تمركز الجهاز.

ـ يمكن للزوايا البارزة والأجسام المتحرّكة (المصابيح مثلاً) والنباتات أن تكسر شعاع الضوء وتفسد القياس.

ـ قم بالتخطيط لوقتٍ كافٍ للمعالجة اللاحقة للمخطّطات.

الأخطاء المحتملة:

ـ إذا كان الكمبيوتر المحمول لا يتعرّف على التاكيومتر: قم باختيار منفذ USB آخر.

٣ـ المسح الثلاثي الأبعاد

يجري في مجال المسح منذ أواخر ثمانينيات القرن العشرين تطوير الإجراءات التي تسمح بالمسح الثلاثي الأبعاد لمختلف الكيانات مهما كان شكلها سواء كانت آلة أو هيكل سيارة أو عمارة أو منحوتة. في الوقت الحالي تمّ تجاوز المشاكل والعقبات الفنّية التي ظهرت في البداية وأصبحت هذه الطرق التقنية تعتبر قياسيةً وستظلّ سائدةً في المستقبل.

يعتبر الماسح الليزري التقليدي مناسباً للرفع المعماري للمباني الكبيرة وهندسة الفراغات المعقّدة حيث أنه يقوم بواسطة جهاز إصدار يدور في جميع الاتجاهات بجمع الزوايا الأفقية والعمودية لمبنى ما بأقصر فترة زمنية ممكنة ضمن سحابة نقطية شاملة، في حين يُستخدم ماسح الضوء المنتظم الثلاثي الأبعاد الذي يتميّز بدقّة تبلغ حتى أجزاء من الملمتر في المسح المفصّل للكيانات الصغيرة ذات الأشكال الهندسية السطحية المعقّدة كالتماثيل مثلاً. من الممكن أيضاً المعالجة اللاحقة باستخدام ماسح يدوي وذلك لتقليل المساحات المظلّلة التي تنتج عن طريق المسح من جهاز ثابت. يمكن أيضاً الجمع بين الطرق المختلفة بشكل تزايدي وذلك بعد المعالجة المناسبة لبيانات القياس. تحتاج جميع الماسحات المستخدمة في الرفع المعماري إلى نظام مرجعي كأساس للقياس ولتحديد النتائج. إنّ القاسم المشترك لجميع الماسحات يتمثل في استخدام تقنية قياس متخصّصة وعالية الدقّة يؤدّي إلى توفير كبير في الوقت وعدد العاملين في الموقع بالإضافة إلى أن المباني يمكن أن تُمسح بواسطة الضوء دون حدوث احتكاك فيزيائي كما يمكن تحقيق درجة عالية من الدقّة. إلا أنّ مجهود المعالجة اللاحقة لبيانات المسح بالإضافة إلى إعداد مخطّطات الرفع المعماري استناداً على عمليات المسح الثلاثي الأبعاد يتطلّبان عدداً كبيراً من ساعات العمل ومجهوداً كبيراً باستخدام الكمبيوتر من أجل معالجة كمية البيانات الضخمة. يشكّل الفصل شبه الحتمي بين موقع الرفع ومكان التقييم مشكلةً كبيرةً أثناء العمل، لذلك يجب تطبيق تقنية المسح على المباني المناسبة فقط.

لا تمثّل تقنية المسح بديلاً عن الرفع المعماري باستخدام التاكيومتر. كأمثلة على المباني المناسبة للمسح يمكن هنا ذكر الكنائس الضخمة أو الكاتدرائيات ذات الأقبية التي تشكّل هندسة سطحية معقّدة أو المنحوتات المتقنة الصنع أو الزخارف المعمارية. تضع الكيانات المعمارية الصعبة من الناحية الإنشائية مثل الأسقف الجملونية الكبيرة حدوداً لقدرات تقنية المسح وذلك نظراً لعدد القطاعات المظلّلة الكبير الذي يظهر في كلّ عملية مسح. يجب في المقام الأول الانتباه إلى أنه يمكن للقطّاعات المظلّلة جزئياً والتي جرى مسحها أن توهِم بوجود دقّة قياس خادعة تكشف عن نفسها على شكل أخطاء قياس فادحة في بعض الأحيان وذلك عند التحقّق منها بواسطة التاكيومتر. لهذا يجب هنا توخّي الحذر الشديد عند استخدام تقنية المسح وذلك من أجل تحقيق دقّة القياس الفعلية من خلال التحقّق من القطّاعات المظلّلة جزئياً وتكرار مسحها. تُنَفَّذ وتُقيَّم عمليات المسح عادةً من قبل مكاتب متخصّصة حيث أن التجهيزات الفنّية والماسحات وبرامج التقييم بالإضافة إلى إتقان العمل عليها لاتزال أمراً مكلفاً للغاية في الوقت الحاضر. يمكن تسليم البيانات الخامّ على شكل سُحُب نقطية ثلاثية الأبعاد أو مخطّطات جاهزة على شكل رسومات خطّية وذلك حسب الغرض والمعالجة اللاحقة المخَطَّطَة للمبنى.

بالمقارنة مع الرفع المعماري اليدوي التقليدي والرفع باستخدام التاكيومتر اللذين يدمجان تسجيل الموجودات المعمارية التاريخية في عملية الرفع فإنّ بيانات المسح ليست سوى صورة خالية من الموجودات المعمارية التاريخية حيث يجب استكمالها وتفسيرها لاحقاً. يتطلّب هذا خبرة كبيرة لدى العاملات والعاملين الذين يقومون باختيار بيانات المسح والمواعيد الأخرى في الموقع من أجل توثيق الموجودات وتسجيلها بدقّة كافية.

٣ـ١ الماسح الليزري

مناطق الاستخدام: يُستخدَم الماسح الليزري في الفراغات الكبيرة والمفتوحة قدر الإمكان ذات الأشكال الهندسية الفراغية والسطحية المعقّدة، وفي المباني التي لا يمكن مسحها بالتاكيومتر نظراً لطبيعتها أو لغرض المسح كالكاتدرائيات والكنائس ذات الأقبية، وفي قياسات الرصد المحدودة التوقيت المستخدمة في توثيق الأضرار الناجمة عن ضغط أحمال القبو، وفي الواجهات ذات الزخارف المعمارية المعقّدة والمتعدّدة المستويات، وفي المباني المتضرّرة بشدة بسبب الكوارث (بما فيها الطبيعية) بالإضافة إلى المواقع الأثرية ذات الأشكال غير المنتظمة. عند الاستخدام في الهواء الطلق يجب الانتباه للعلاقة القوية للنظام مع عوامل الطقس والضوء. يتمّ تحديد مدى ودقّة الماسح الليزري اعتماداً على ثخانة وإمكانية تناثر شعاع الليزر. يبلغ مدى الماسح الليزري عادةً حوالي ٣٠ م ولكنه يمكن أن يصل حتى ١٠٠ م عند استخدام الأجهزة المناسبة.

النظام المرجعي: يُربط الماسح الليزري الثلاثي الأبعاد بنظام مرجعي شبيه بشبكة القياس الخاصّة بالرفع المعماريّ المعتمد على التاكيومتر. لذلك يتمّ وضع وقياس نقاط مرجعية مربعّة على شكل رقعة شطرنج على المبنى.

كيفية العمل: يقوم الماسح الليزري بواسطة شعاع الليزر المستمر باستشعار المجسّم بشكل شبكي. تستقبل المستشعرات الموجودة في الجهاز انعكاس الضوء وتقوم بحساب موقع النقطة المقاسة في الفراغ عن طريق قياس الوقت الذي استغرقه الضوء لقطع المسافة بين الجهاز والمجسّم وعن طريق التثليث. يمكن إنشاء شبكات نقطية (Raster) بكثافة تصل إلى ١ مم كما يمكن مسح عدد كبير من نقاط القياس بالثانية حسب سرعة قياس الماسح. يمكن تحقيق كثافات عالية جداً من المعلومات أي ما يُسمَّى بمجموعة متفرّقة من نقاط القياس وذلك حسب الشبكة. وهكذا تنتج إشارة شعاع الليزر المنعكسة والمعالجة رياضياً سحابةً نقطيةً كثيفةً مكوّنةً من نقاط قياس ثلاثية الأبعاد والتي تحدّد كلٌ منها بثلاث إحداثيات. باستخدام طريقة المسح الليزري التصويري أي من خلال تحديد كثافة الإشارة من خلال إزاحة الطور يمكن الحصول على معلومات عن النسيج السطحي للمجسّم يمكن عرضها على شكل صورٍ بتدرّج رمادي.

من الضروري مراعاة حالات التظليل الناجمة عن طبيعة الفراغ الهندسية أو حالات التظليل الجزئية الناجمة عن اعتراض شعاع الليزر من قبل أشجارٍ أو منسوجاتٍ قبل الوصول إلى الهدف الفعلي، كما يجب التقليل من هذه الحالات عن طريق إجراء قياساتٍ متعدّدة.

النتيجة القابلة للتقييم: سحابةٌ نقطية مكوّنة من نقاط قياس ثلاثية الأبعاد.

المعالجة اللاحقة وإعداد المخطّط: لإعداد المخطّط يمكن الآن من خلال قيم القياس للسحابة النقطية إمّا إنشاء سطح ضامٍّ لمجسّم افتراضي ثلاثي الأبعاد عبر التشبيك المثلثي الشكل، وهكذا يمكن على سبيل المثال الحصول على معلومات مثالية عن هندسة قبو ما وتشوّهاتها. أو تُدرَج مستويات معالجةً أفقيةً وعموديةً على شكل خطوط تقاطع يمكن اعتماداً عليها إنشاء مساقط ورسوماتٍ واجهات ومقاطع متعامدة، لذلك يجب تحويل كلّ نقطة من بيانات القياس إلى رسمٍ خطّي.

٣ـ٢ ماسح الضوء المنتظم

مناطق الاستخدام: يُعتبر هذا الماسح مُكمّلاً للرفع المعماري باستخدام التاكيومتر أو للمسح الليزري للقطاعات المعمارية المعقّدة بشكلٍ خاصّ مثل المنحوتات أو الزخارف المعماريةً الخاصّة ذات التفاصيل الدقيقة السطحية القيّمة. يمكن أن تمثّل السطوح المُظلمة جدّاً أو شديدة الانعكاس مشاكل بالنسبة لهذا الماسح. يقتصر مدى ماسح الضوء المنتظم على القطاعات القريبة حيث يمكن أن تكون الدقّة عالية للغاية.

النظام المرجعي: لربط بيانات المسح بسياقٍ مكاني أكبر يجب توفّر إما شبكة قياسٍ ذاتٍ ترتيب أعلى أو عدد كافٍ من نقاط التحكّم في جميع الأبعاد الهندسيةً، أي أن نقطة تمركز جهاز المسح واتجاهه سوف يقاسان كنقطة مرجعية بالنسبة لمقاطع المسح الجمعية التلقائية.

كيفية العمل: يمكن تلخيص مبدأ عمل ماسح الضوء المنتظم على النحو التالي: تتكوّن وحدة المسح الضوئي من جهاز إسقاط ضوئي وآلتي تصوير مثبّتتين على حامل، باستخدام طريقة التثليث يُحسب بعد المجسّم عن وحدة المسح بالإضافة إلى العلاقة الهندسية الفراغية بين المجسّم ووحدة المسح. من خلال الإسقاط الدقيق للعديد من خطوط الضوء المتوازية وفق التباينات القاتمة والفاتحة الثابتة أي ما يُدعى بنهج الضوء المُشفّر، يمكن تحديد كل خطٍ من خطوط سطح المجسّم على حدة من خلال حساب جدولٍ خاصّ. تُشكّل خطوط الضوء هذه أساس ما يُسمّى بطريقة المقطع الضوئي حيث يرسل جهاز الإسقاط خطّاً مستقيماً لكن آلتا التصوير تلتقطان أدقّ الانحرافات بسبب وجهتيهما المائلة وفق مبدأ الرؤية التجسيمية. انطلاقاً من هنا يمكن حساب الشكل الهندسي للمجسّم من خلال طريقة إزاحة الطور أي من خلال تقييم تغيّرات مراحل الضوء وتعديلات سطوع الانعكاس مقابل شعاع الضوء المُرسَل.

النتيجة القابلة للتقييم: سحابةٌ نقطيةٌ ثلاثية الأبعاد بصيغة ASCII يمكن تحويلها إلى بيانات متوافقة مع CAD بالإضافة إلى صورة قياس بدقّةٍ عالية للغاية للبنية السطحية إذا لزم الأمر.

المعالجة اللاحقة وإعداد المخطّط: لتقييم نتائج القياس هناك حاجةٌ لبرامج كومبيوتر متخصّصة تقوم بحساب سحابة نقطية أو تقوم بتشبيك بيانات القياس لتنتج منها سطحاً ثلاثي الأبعاد. هنا أيضاً يتمّ إعداد المخطّط بعد معالجة بيانات القياس يدوياً. يمكن إنشاء سطوحٍ أو نماذج أُطرٍ سلكية أو رسوم خطّية من صورة القياس باستخدام CAD أو برامج معالجة الصور.

٣ـ٣ الماسح المحمول

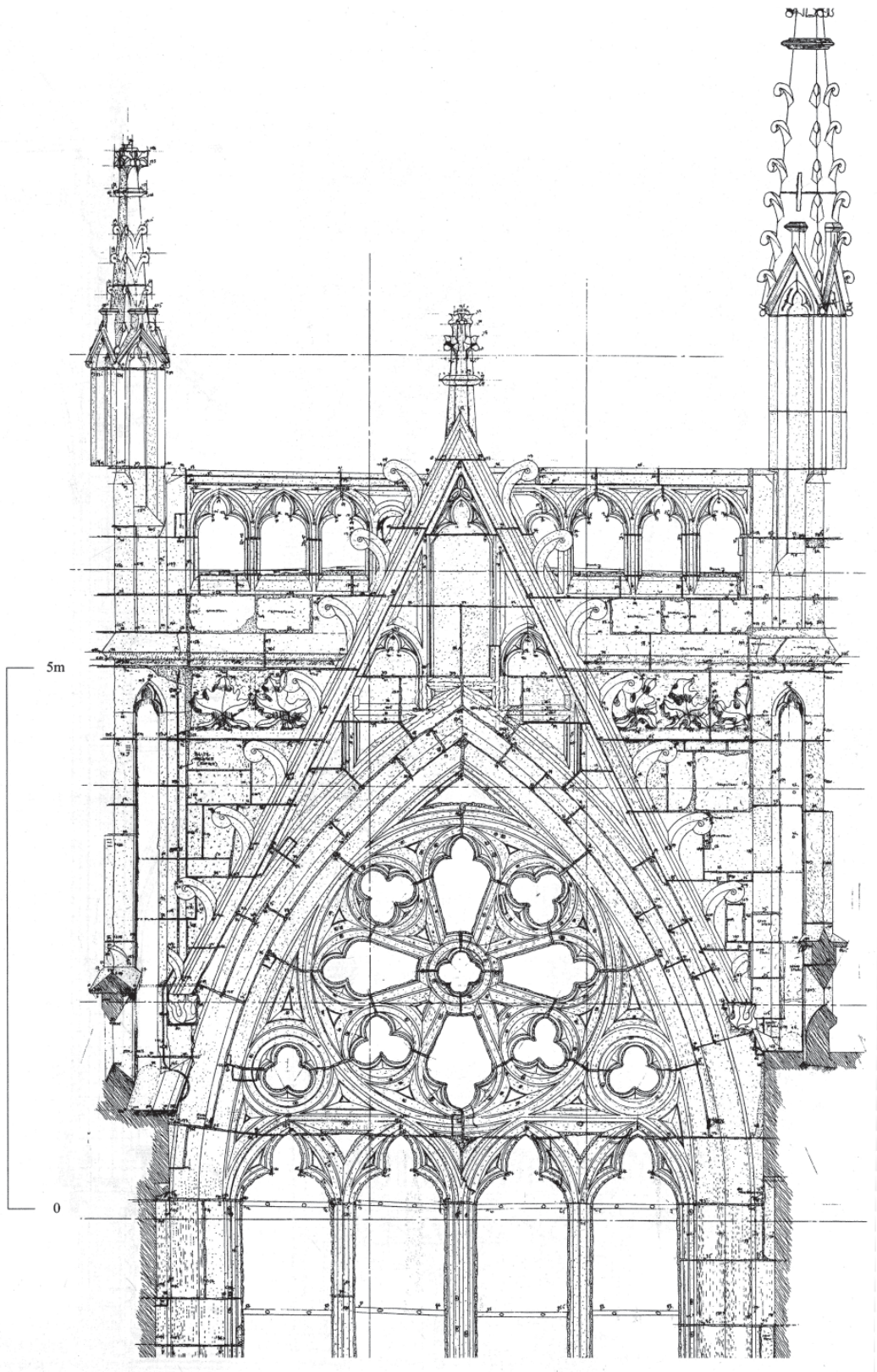
مناطق الاستخدام: القطّاعات القريبة من أجل استكمال وتكثيف نتائج مسح الوسائل الأخرى، على سبيل المثال من أجل تقليل المساحات المظلّلة أو من أجل مسح الجوانب الخلفية للمنحوتات أو الزخارف المعمارية.

النظام المرجعي: نظراً لأن الماسح المحمول يُستخدم عادةً لاستكمال مسح التفاصيل التي تلي استخدام وسائل المسح الأخرى فيجب تأمين عدد كافٍ من نقاط التحكّم في جميع الأبعاد الهندسيةً من أجل المطابقة مع قيم القياس. يمكن إنشاء بيانات قابلة لأن تكون مرجعية من خلال طريقة التثليث ومن خلال اتجاهات مسحٍ محدّدة.

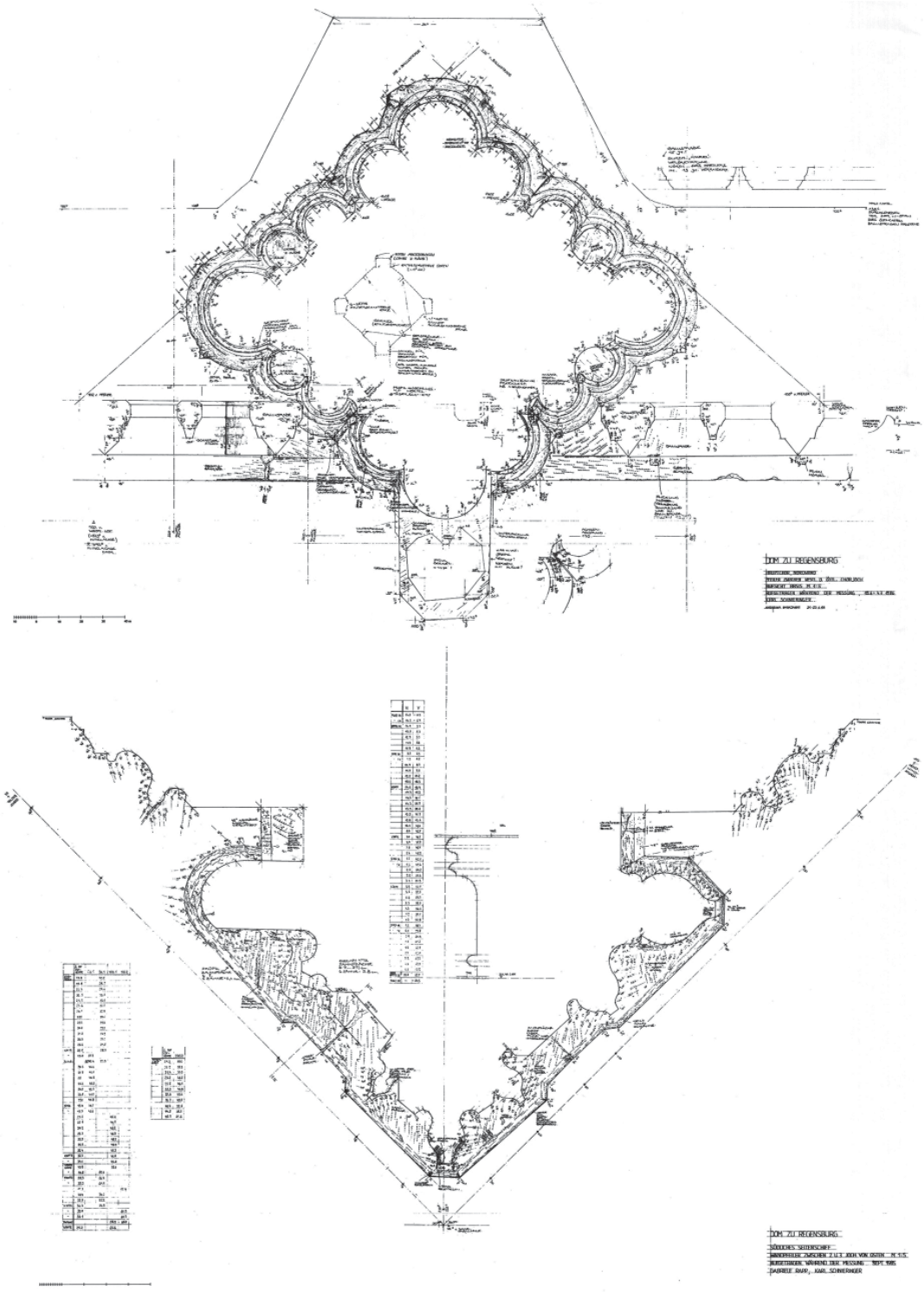
كيفية العمل: يُتيح أسلوب التشغيل المرن للماسح المحمول استخدامه في أماكن لا تستطيع وحدات المسح الثابتة الوصول إليها. يمكن للماسحات المحمولة العمل وفقاً لطرقٍ مختلفة: المسح الليزري، مسح الضوء المنتظم، الرنين المغناطيسي، إلخ.

النتيجة القابلة للتقييم: سحابة نقطية وصورة سطحية.

المعالجة اللاحقة وإعداد المخطّط: يتمّ عادةً إدراج بيانات أجهزة المسح المحمولة في السياقات الأكبر وتحويلها بالاقتران مع السحب النقطية الأخرى إلى مخطّطات أو مجسّمات افتراضية ثلاثية الأبعاد.

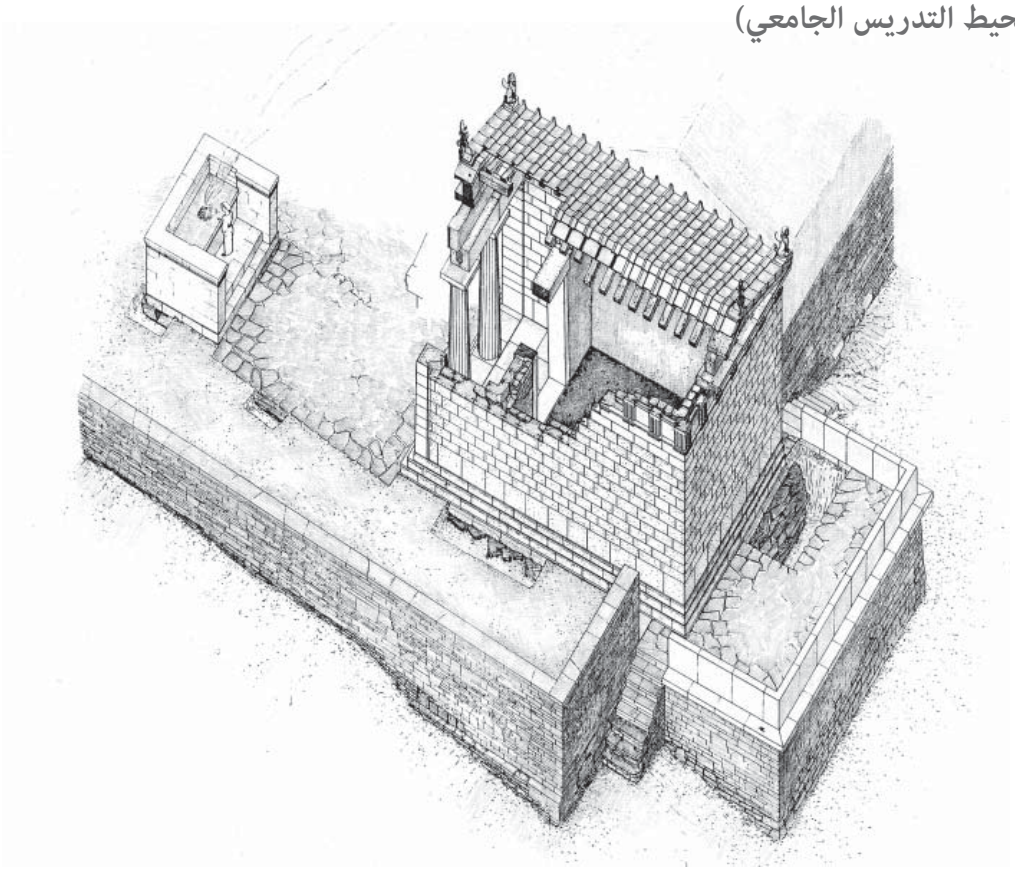


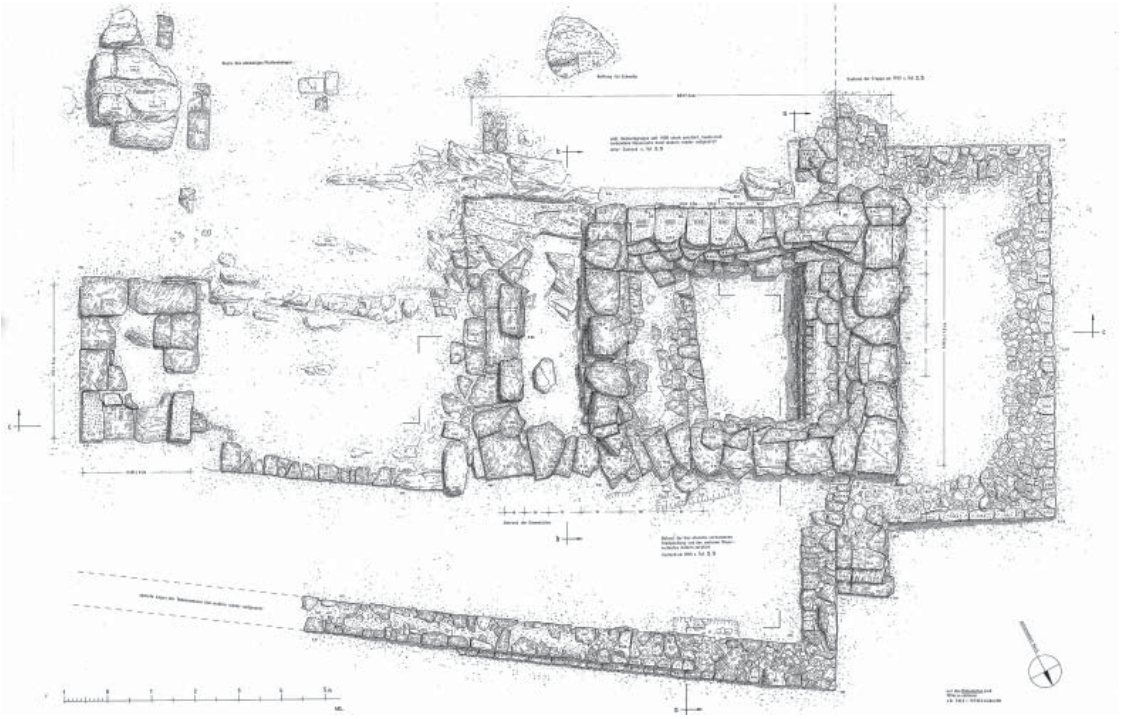
كاتدرائية ريغنسبورغ
واجهة نافذة الخورس ذات الزخرفة التشجيرية، رفع يدوي على السقالة
رفع ورسم ف. كاستون، ١٩٨٦ـ٢٠٠١



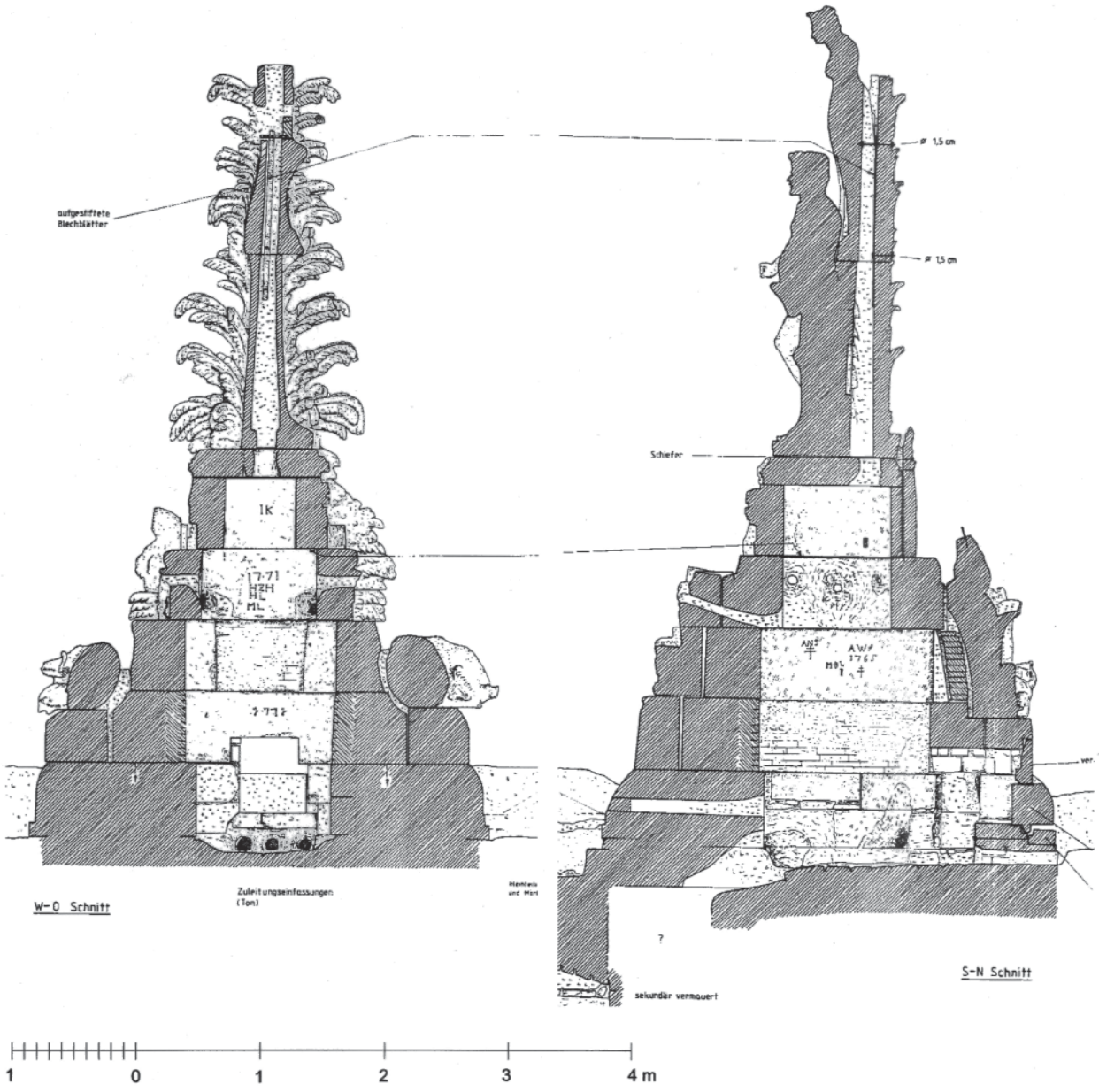
كاتدرائية ريغنسبورغ
مقاطع للجدار الشمالي للخورس الرئيسي ولدعامة جدارية في الصحن الجانبي، رفع يدوي
رفع ورسم ك. شنيرينغر ٩٤/٨٦/١٩٨٥

أمثلة (من محيط التدريس الجامعي)

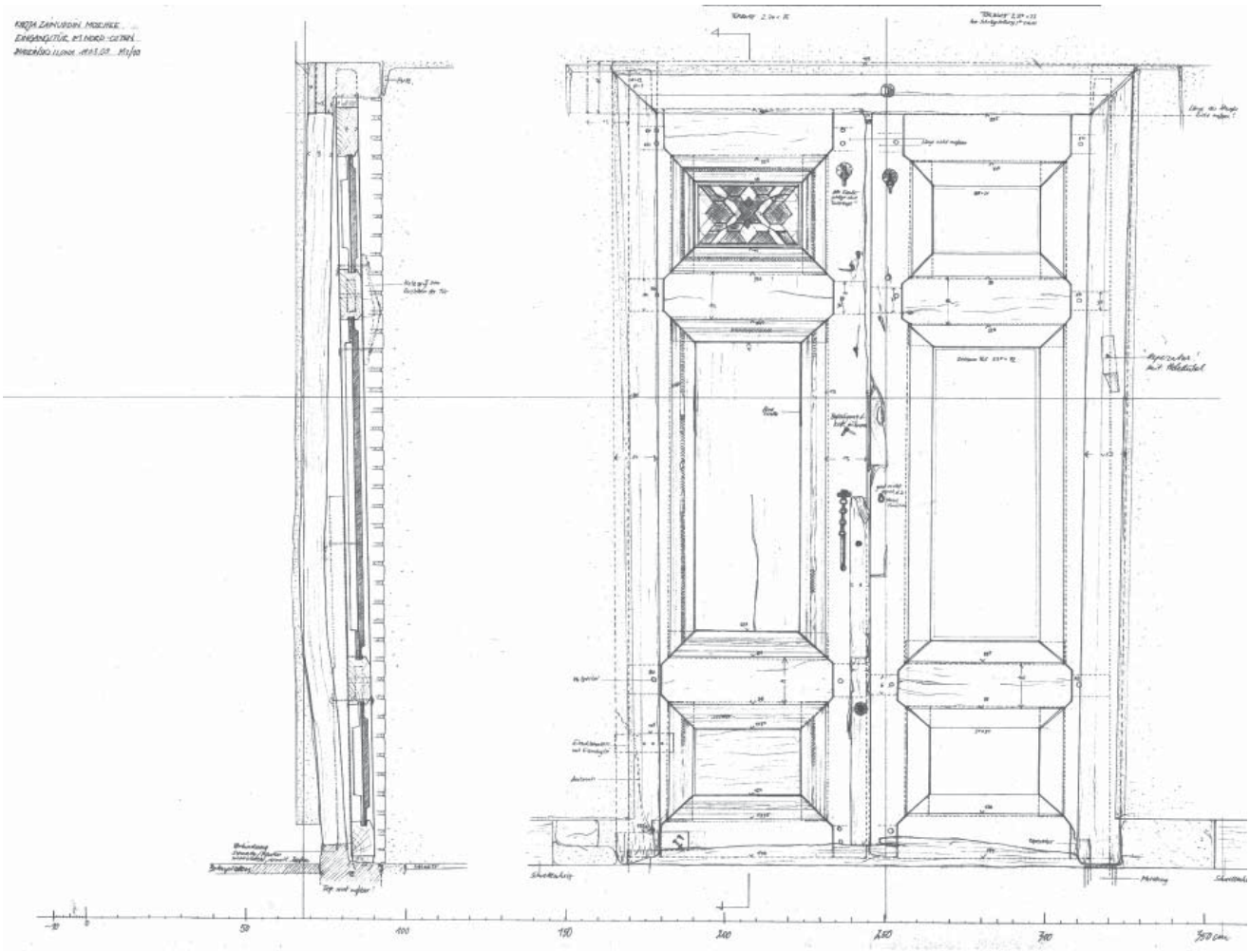




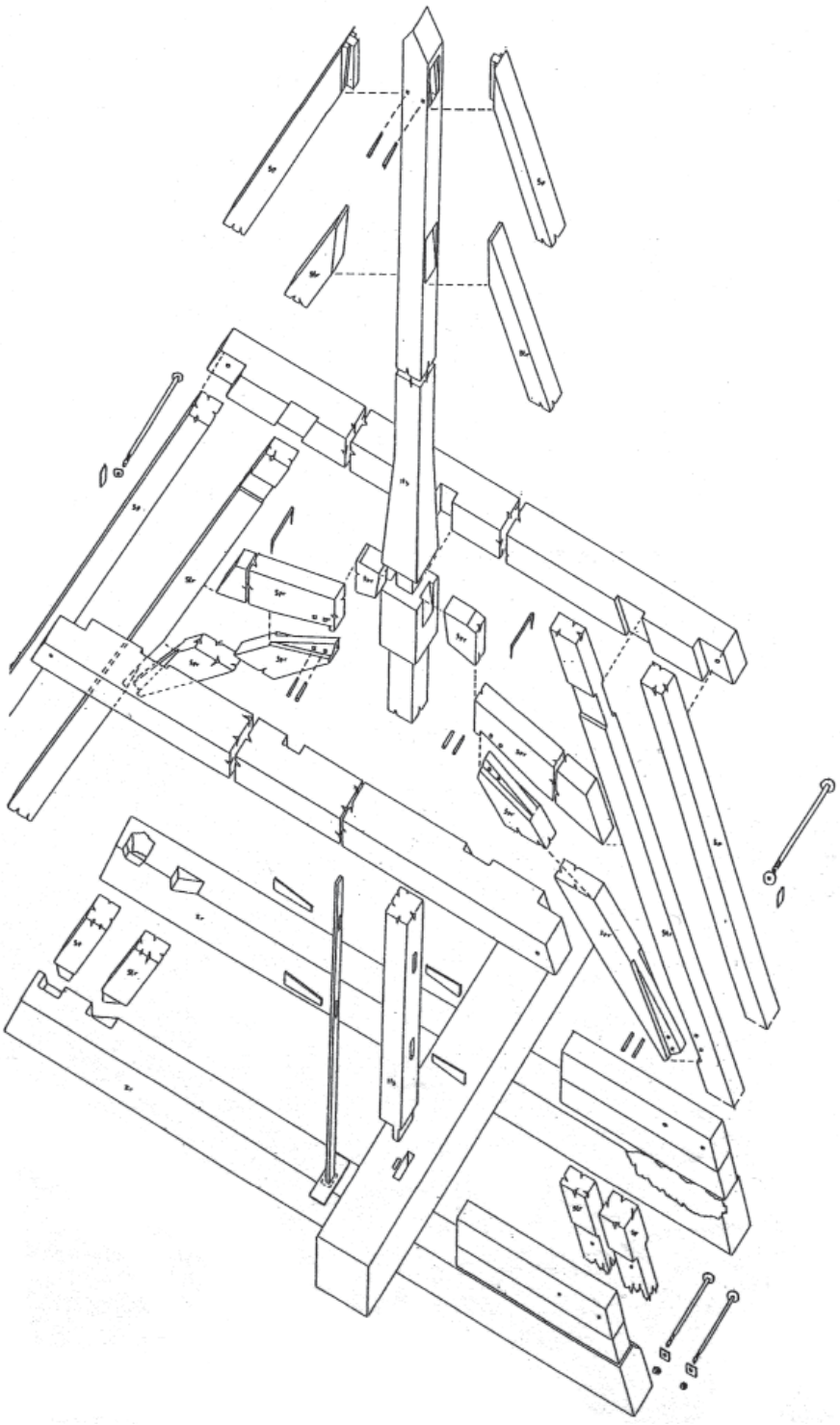
معبد أرتميس في ديلون في جزيرة باروس
في الأسفل: مخطط المسقط الحجري، في الأعلى: إعادة إنشاء مُقترحة
رفع ورسم م. شولر ١٩٨٠
(رسالة دكتوراه)



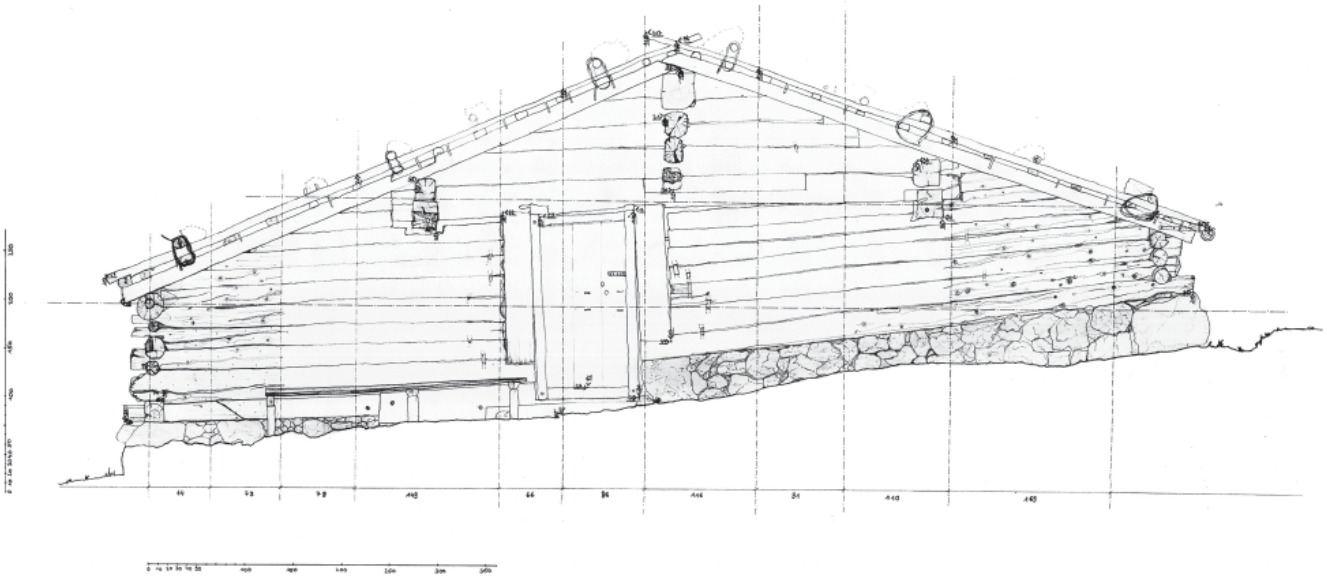
نافورة في قصر زيهوف
مقاطع ضمن مجموعة „هرقل"، رفع يدوي
رفع ورسم م. شولر ١٩٨٦

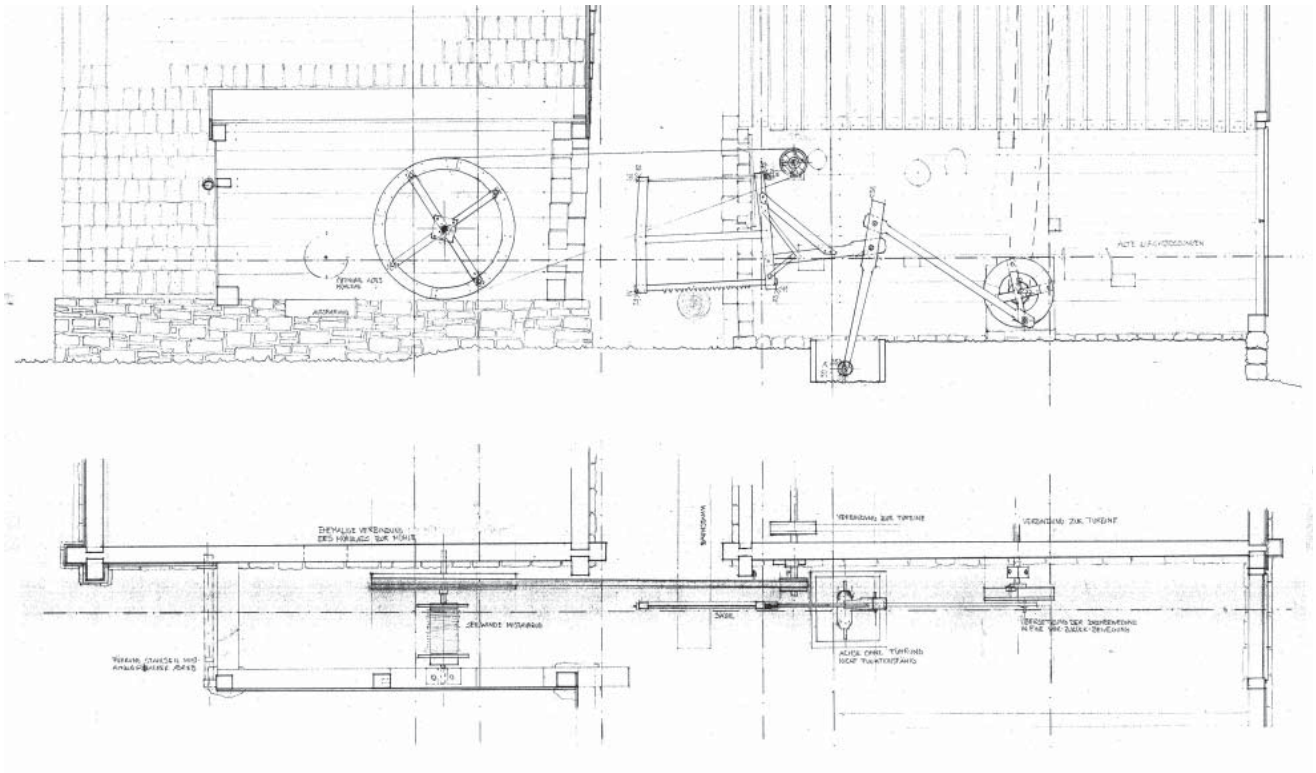


مسجد خوجا زين الدين، بخارى/أوزبكستان
مقطع وواجهة باب المدخل الشمالي الشرقي، رفع يدوي
رفع ورسم إ. دودزينسكي، ٢٠٠٩



سانكت إليزابيت، بامبرغ
مخطّط منظوري مفصّص للسقف الباروكي
رسم ر. ماوَرسبرغر، ١٩٩١
(مشروع تخرّج، دراسات عليا في الحفاظ على المباني التاريخية، جامعة بامبرغ)



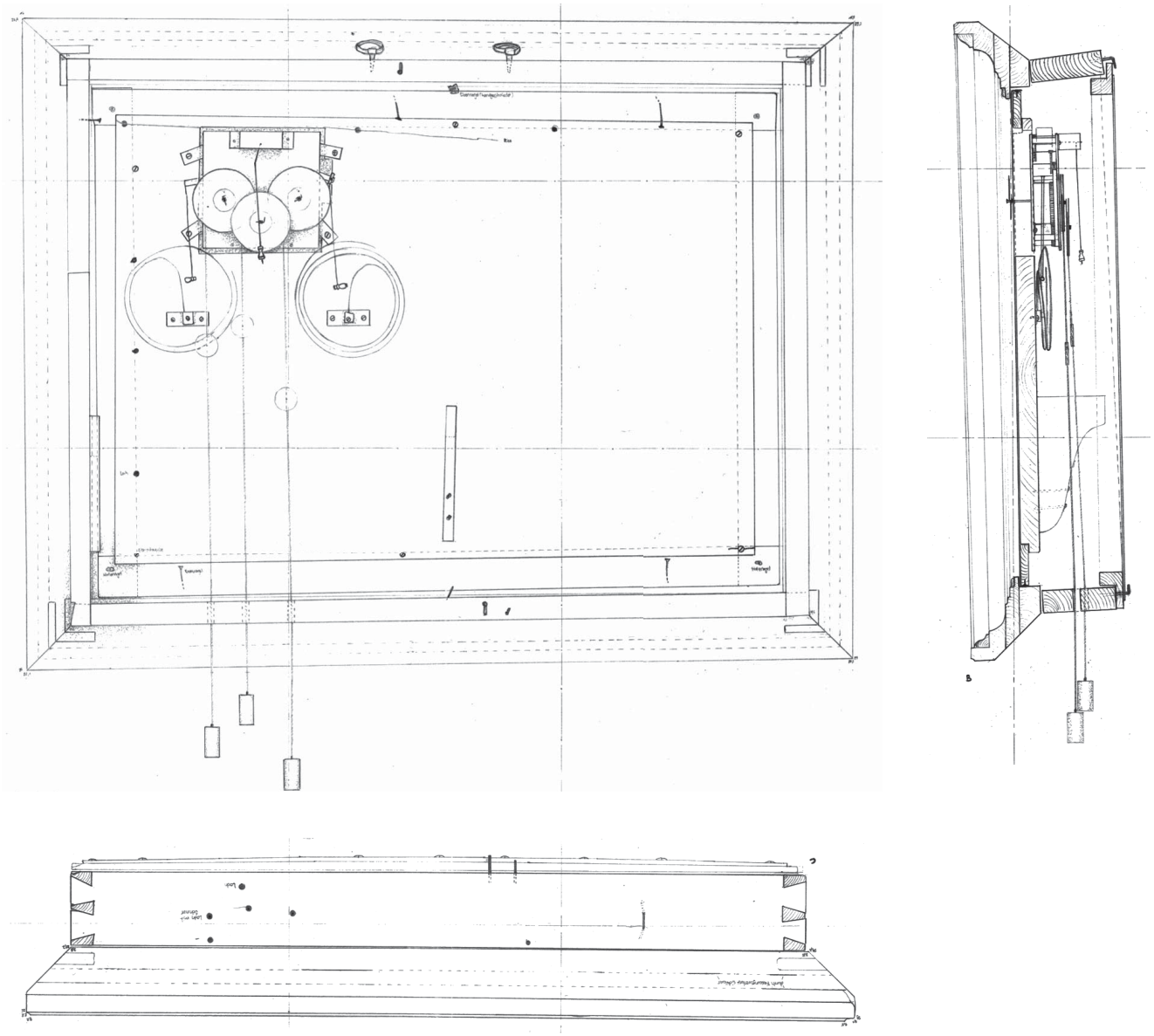


متحف الهواء الطلق في غلِنتلايتن

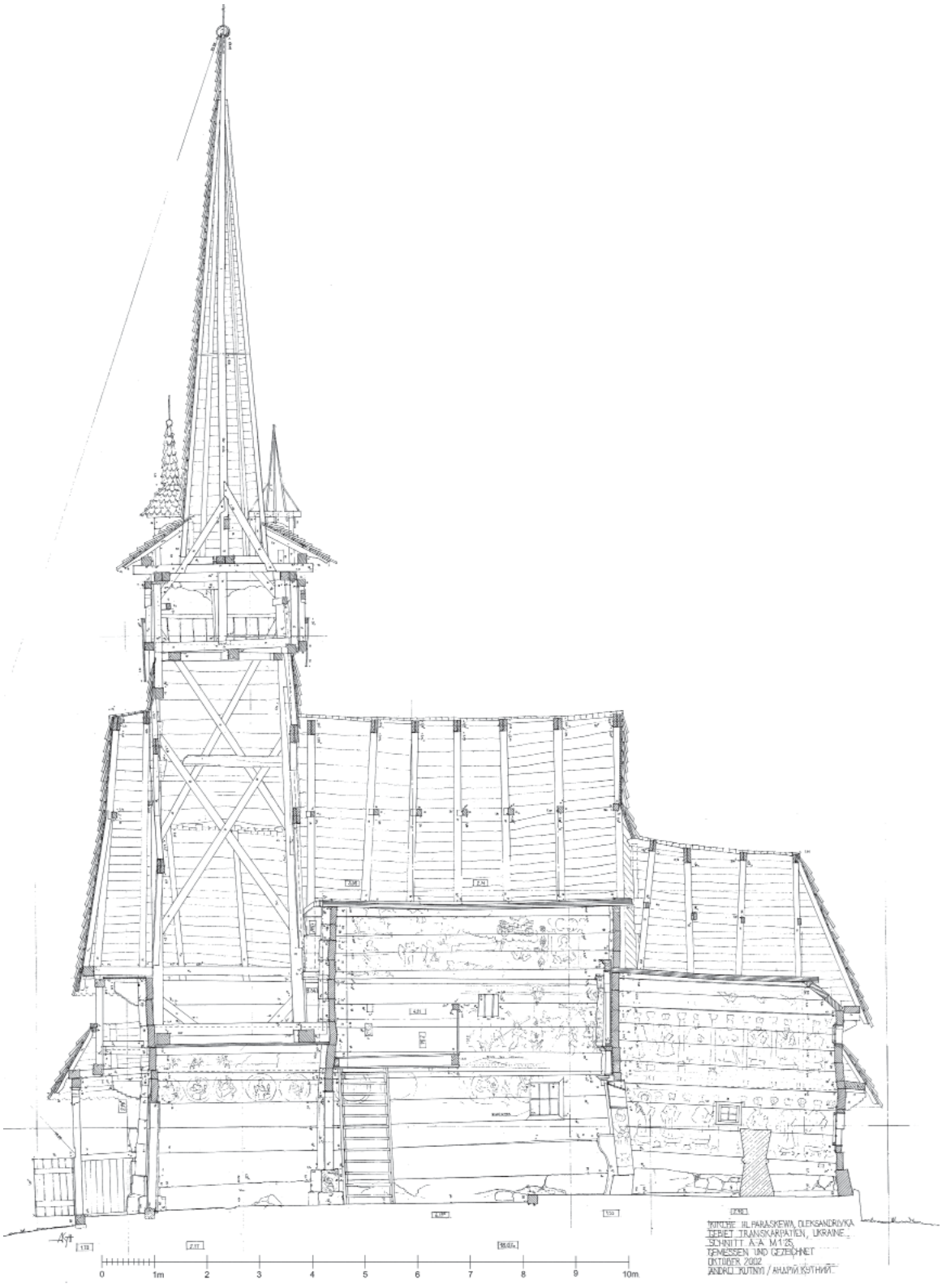
في الأعلى: الكوخ الجبلي (Hainzenkaser)، واجهة، رفع ورسم أبو شقرا/بوك/إكَرت/غليزر/لودفيغ/شيدلو، ٢٠١٤

في الأسفل: منشرة (Talgutlehen)، رفع ورسم كروباسيك/هارتمان/ترورِ/فرومِنغ/شتولتس/تراكسلر، ٢٠١٤

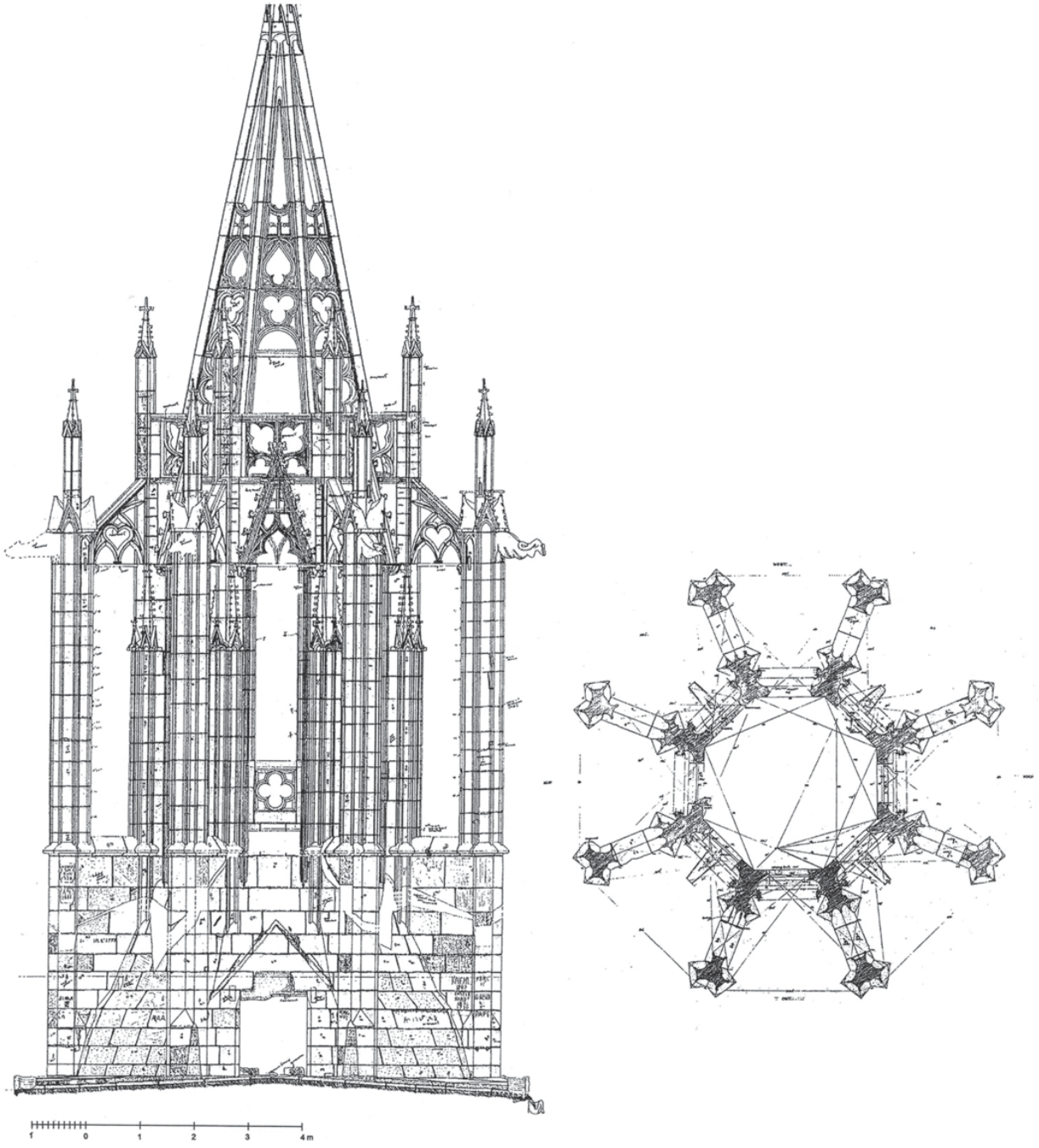
(في إطار مادّة „الرفع المعماري وعلم العمارة التاريخية"، برنامج البكالوريوس في العمارة في جامعة ميونيخ التقنية).



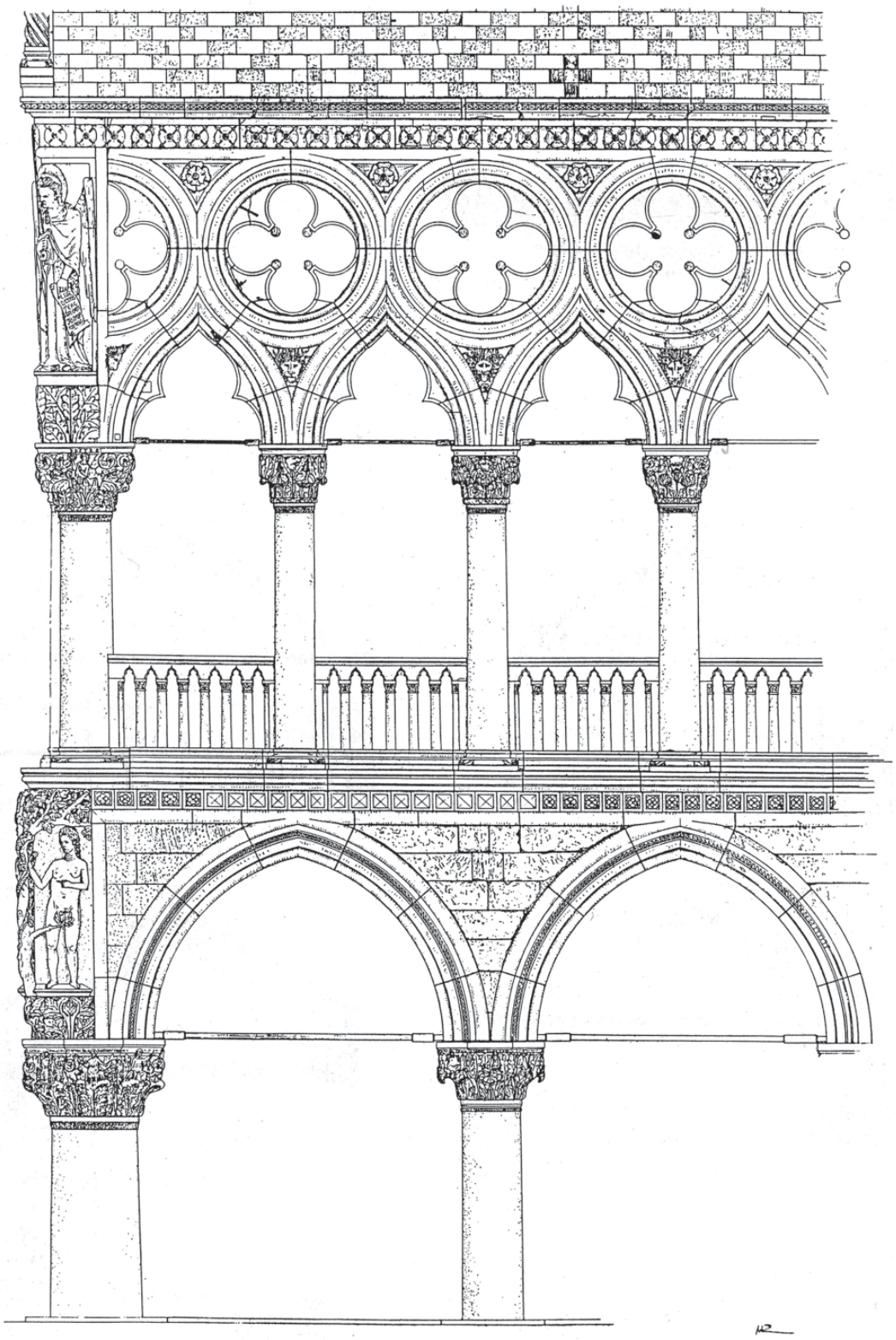
ساعة جدارية
منظر خلفي، مقطع ومنظر جانبي، رفع يدوي
رفع ورسم أ. كيرتس، ٢٠١٥
(في إطار مادّة „توثيق المشروع"، برنامج الماجستير في علو م الترميم في جامعة ميونيخ التقنية)



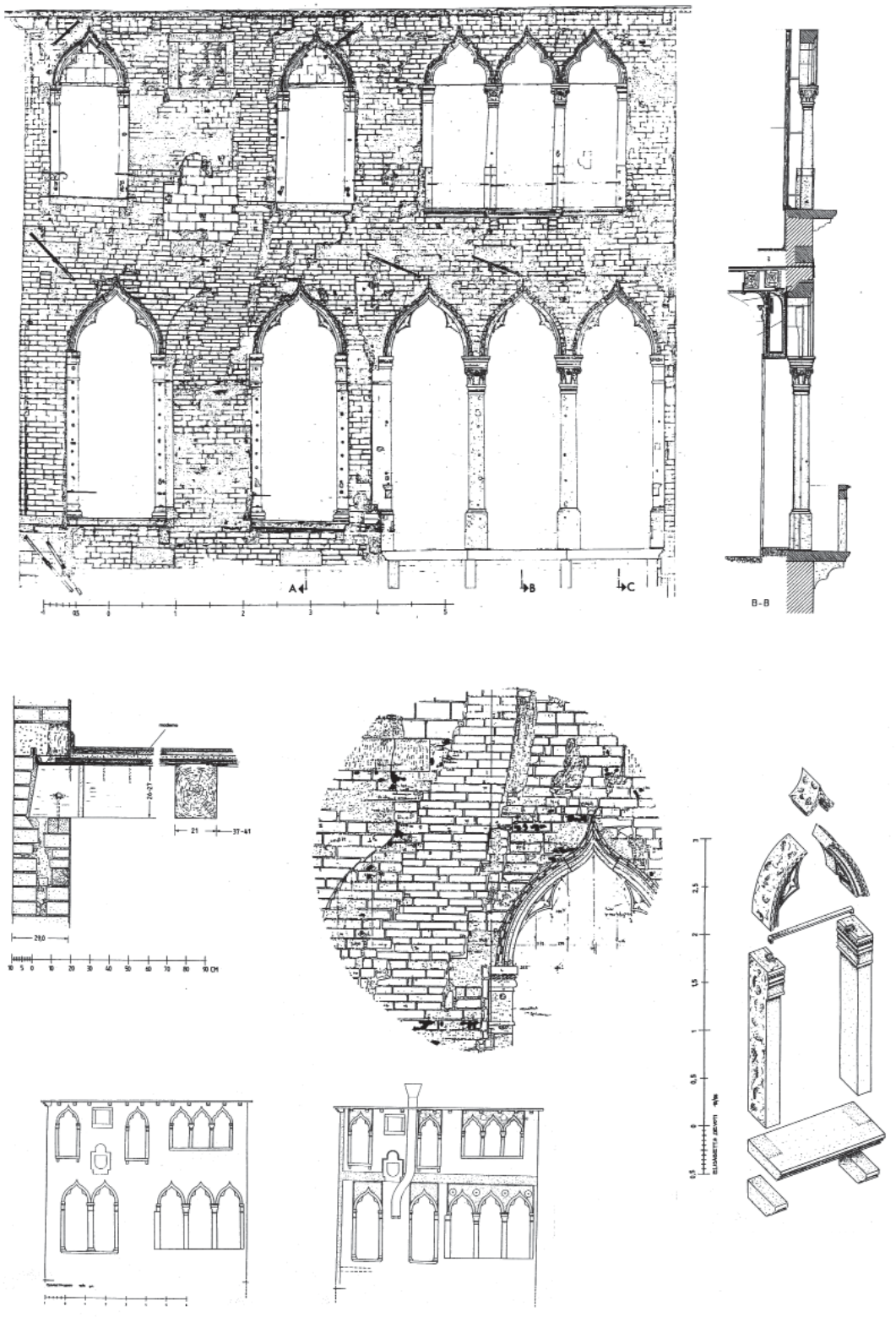
كنيسة القدّيسة باراسكيفا الخشبية، أولِكساندرِفكا (زاكارباتيا، أوكرانيا)
مقطع طولي، رفع يدوي
رفع ورسم أ. كوتنيي، ٢٠٠٢
(أطروحة دكتوراه)



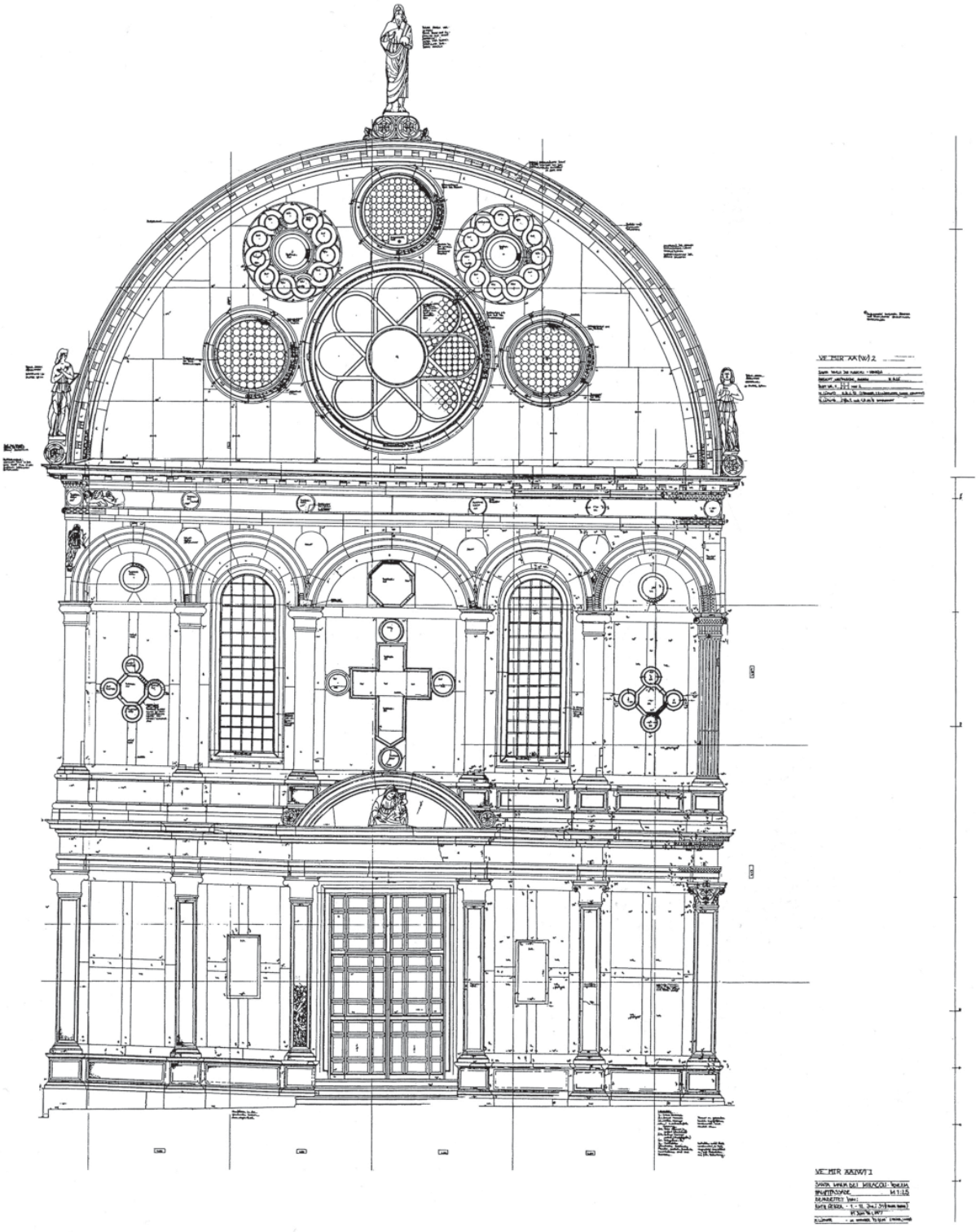
كنيسة الرهبان السيسترسيين في بيبنهاوزن
واجهة ومسقط البرج المتصالب، رفع يدوي
رسم ف. كاستون، ١٩٩٤
(أطروحة دكتوراه)



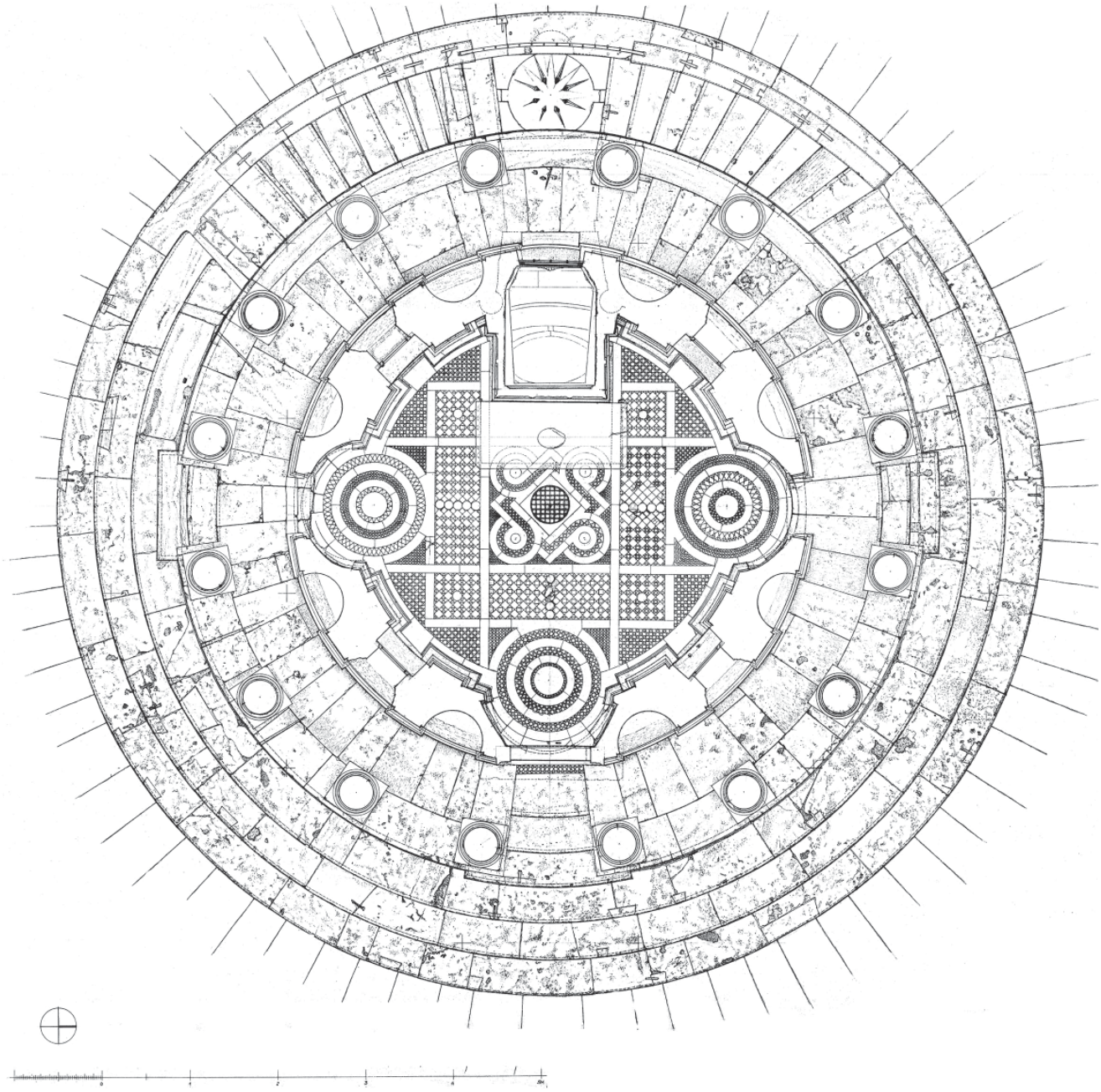
قصر الدوج، البندقية
الواجهة الجنوبية لزاوية المبنى، رفع يدوي من على سقالة
رسم بقلم الرصاص على الورق المقوّى، مُسح إلكترونياً من أجل النشر، تمّ محو سلّم القياس والتسميات، لا لزوم لتغيير الرسم!
رفع ورسم م. شولر، ١٩٨٥



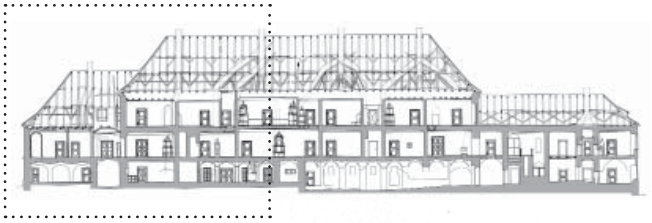
كورته دل ريمر، البندقية
واجهة البناء، مقطع وتفاصيل، رفع يدوي من على سقالة
رفع ورسم م. شولر، ١٩٨٥

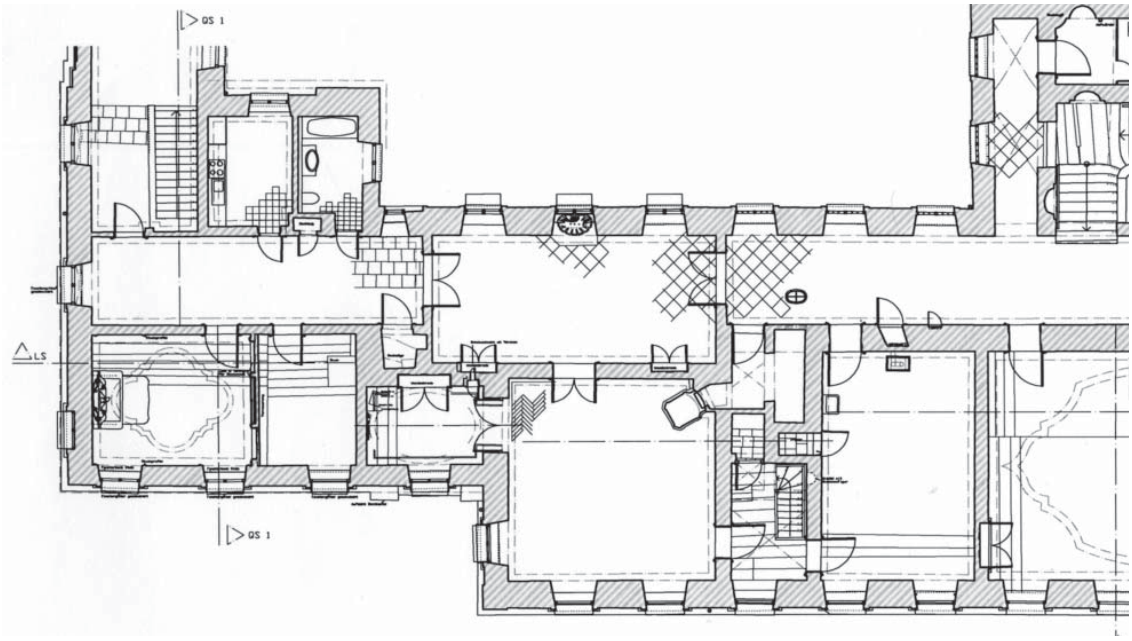


سانتا ماريا دي ميراكولي، البندقية
الواجهة الرئيسية، رفع يدوي من على سقالة
رسم ر. غايغر، م. لوبنيتس، ١٩٩١ـ١٩٩٣

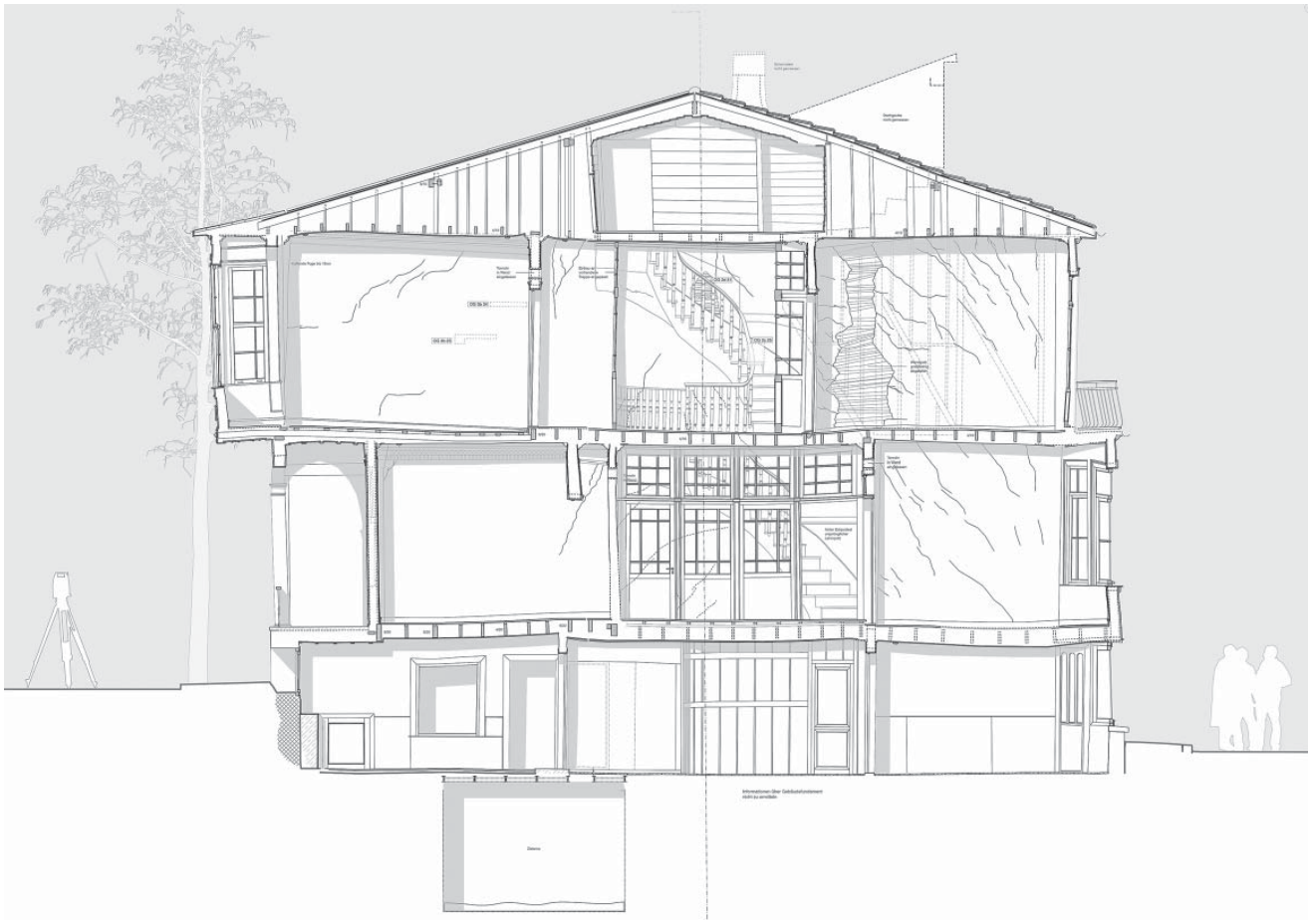


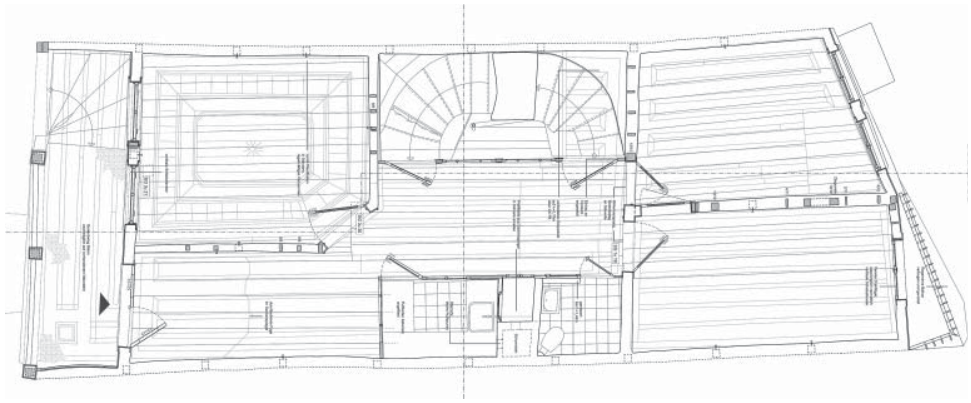
تمبييتو برامانتي في سان بييرتو في مونتوريو، روما
مسقط الهيكل، رفع يدوي معتمد على المحطّة الشاملة
رسم ك. بابایاني، ١٩٩٥



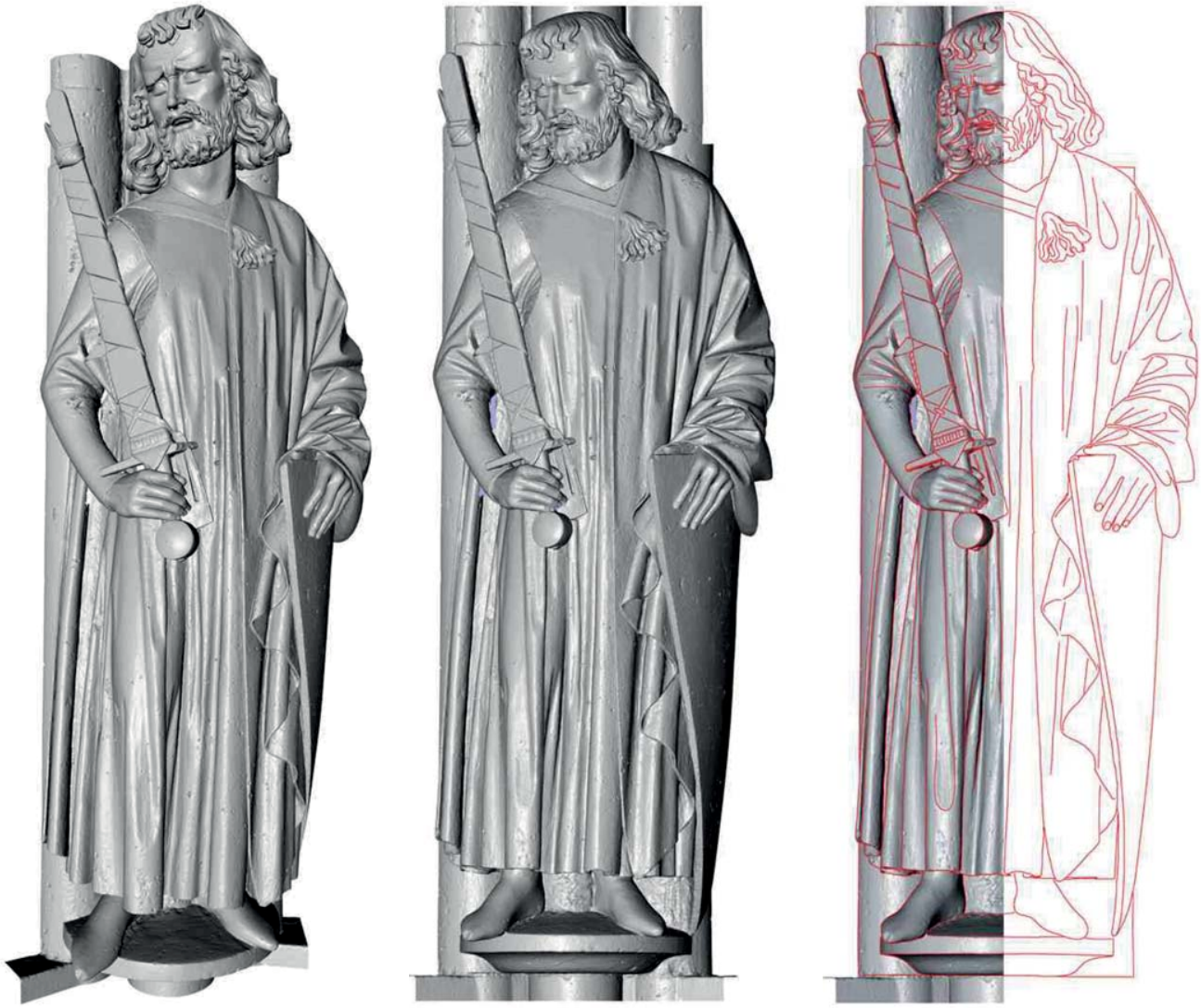


دير رايتنهازلاخ، القسم الأُسقُفي
مقطع طولي ومسقط، رفع باستخدام المحطّة الشاملة مع معالجة رقمية مباشرة في الموقع
رسم كونرت، مكتب لأبحاث العمارة التاريخية ٢٠٠٨

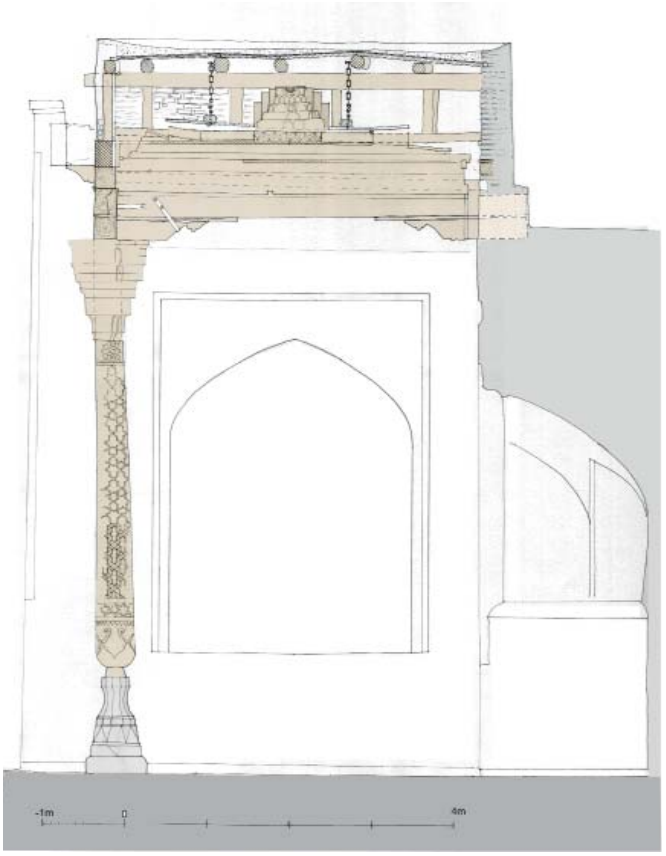


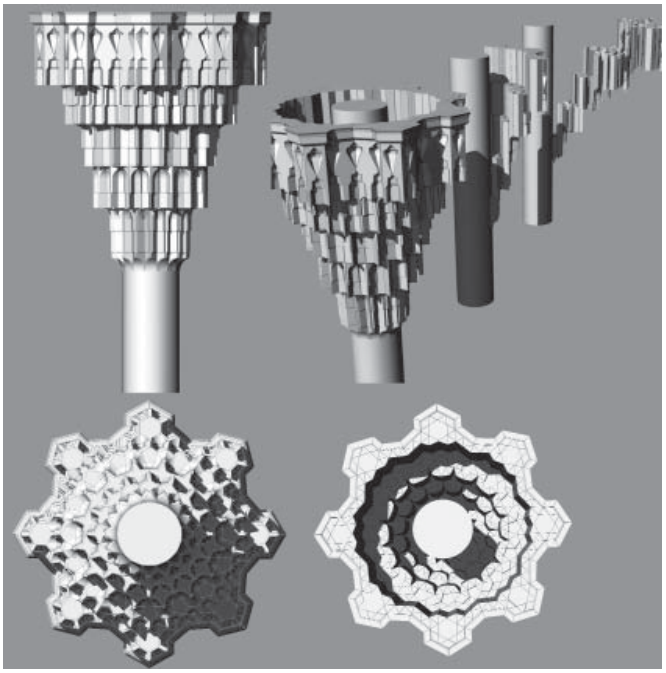


تشنار جادة سي، بيوك أضه (جزر الأميرات، إسطنبول)
مسَقط الطابق الأرضي ومقطعٍ طولي مع رسم الشقوق
رفع يدوي بالاعتماد على المحطة الشاملة مع رسم استشفافي لاحق باستخدام CAD
رفع ورسم ت. بوزن، ب. توت، ٢٠٠٩ـ٢٠١٠
(أطروحة دبلوم خاصّ في الهندسة المعمارية، جامعة ميونيخ التقنية)



كاتدرائية ناومبورغ
تمثال سيتسو المتبرّع للكنيسة، اليسار: مسح ثلاثي الأبعاد بالضوء المنتظم، الوسط: منظر متعامد، اليمين: رسم رقمي
رسم د. يلشيفسكي، ٢٠١٢
(أطروحة دكتوراه)





مسجد خوجا زين الدين (بخارى / أوزبكستان)
مقطع عرضي في الردهة، رفع يدوي + تاج عمود خشبي ذو مقرنصات،
رفع ورسم أ. كوتني، ٢٠٠٨- ٢٠١١

رسم استشفافي لواجهة معالجة بشكل فوتوغرامتري (مقطع من مخطّط مصوّر)

هـ. المساحة التصويرية

١ـ التعريف والمصطلحات

تدور المساحة التصويرية أو الفوتوغرامتري (Photogrammetry) حول اكتساب المعلومات الهندسية الخاصّة بالمباني وما شابهها وذلك بشكلٍ فراغي أي بمعنى آخر بشكلٍ ثلاثي الأبعاد.

وفي حين أنّ مسح الأراضي أو الجيوديسيا (علم المساحة التطبيقية) يعتمدان في المقام الأوّل على التصوير الجوّي والمساحة التصويرية الجوّية، يُفضّل في مجالات العمارة والحفاظ على المباني التاريخية الاعتماد عادةً على التصوير من مسافات قريبة من الموقع وعلى الأرض (المساحة التصويرية الأرضية). ولكن، مع الخيارات المتوفّرة في السوق والتي تزداد رخصاً تزداد في مجالي علم الآثار والحفاظ على المباني التاريخية حالات الاستقصاء والتحليل من الجو.

الشكل الأكثر شيوعاً في الهندسة المعمارية هو المساحة التصويرية الأحادية الصورة. إلا أنّ هذا المصطلح، وبالمعنى الدقيق للكلمة مضلّلٌ نوعاً ما لأنه لا يمكن الحصول على معلومات فراغية من صورة واحدة ما لم يتمّ ربط بياناتٍ أخرى بها. بدلاً من ذلك تعتمد هذه الطريقة على تقويم صورةٍ منظوريةٍ وتحويلها إلى مخطّطٍ مصوّرٍ ذي مقياس.

٢ـ تقويم الصورة

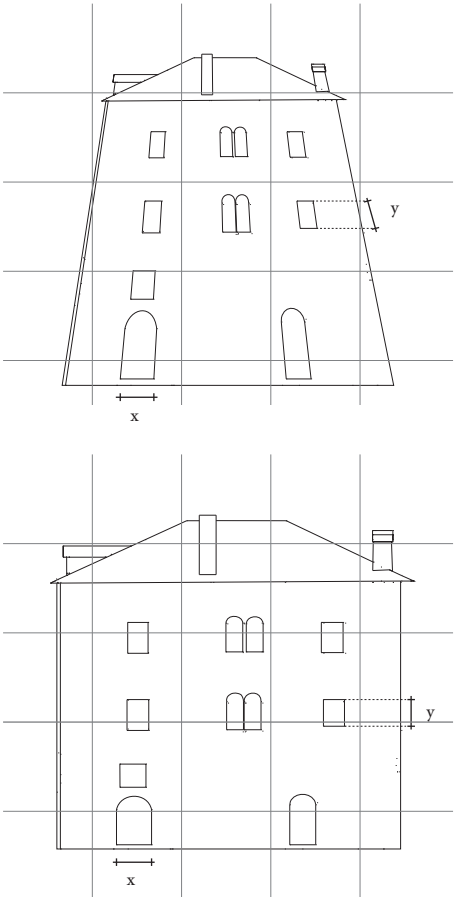
<u>مجالات التطبيق/الأهداف</u>

كأساس لوضع الخرائط: يُعتبر وضع أُسسٍ المخطّط من أجل تحديد الأضرار مجالاً مناسباً للغاية لتطبيق المساحة التصويرية الأحادية الصورة. فمن ناحية يقدّم الوضوح الكبير للمخطّط المصوّر ميّزةً كبيرةً لتحديد الاتجاهات ضمن المخطّط، ومن ناحيةٍ أخرى يمكن بسرعة وسهولة مسح المباني الكبيرة ولكن ذات التفاصيل الصغيرة في جوهرها (على سبيل المثال: واجهات الحجر الطبيعي أو الجدران القرميدية أو كسوة الجدار الخارجية التالفة).

يمكن أن يتمّ „الرسم الاستشفافي" للصورة المقوّمة بواسطة برنامج CAD وهذا يعني أنّ الحواف وحدود البُنى سوف يتمّ تتبعها بخطوط أو أنّ المخطّط المصوّر سيُستخدم مباشرةً بحالته كما هي بعد عملية التقويم. في أفضل الحالات ستصبح الأضرار المراد رسمها مرئيةً على الفور. خلاف ذلك، يجب توخّي الحذر لأنّ الصورة المقوّمة لا تزال تسمح بإدراج ملاحظات الرسم المرئية.

المخطّط المصوّر / تكملة للرفع: يمكن للمساحة التصويرية أيضاً أن تقدّم معلوماتٍ قيّمة للتوثيق المعماري تتعدّى رسم مخطّطاتٍ الأضرار. بسبب دقّة أبعاد الصور يمكن للمخطّط المصوّر أن يُكمل أو يستبدل بشكل كامل قطّاعات معيّنة من عملية الرفع. يمكن باستخدام المساحة التصويرية تحقيق نتائج مجدية بسرعة كبيرة عند التطبيق على الواجهات ذات السطوح الملساء أو قليلة البروزات. وفي حالة سطوح الجدران أو بُنى الجدران يتمتّع المخطّط المصوّر بمزايا حاسمة مقارنةً بالرفع العادي. فإذا أردنا مثلاً مسح البنية السطحية لجدارٍ مبني من الدبش باستخدام التاكيومتر فسوف يستغرق ذلك وقتاً طويلاً، في حين أنّ المخطّط المصوّر على النقيض من ذلك يجعل البنية قابلة للتمييز على الفور وهذا ما يكفي كمعلومات في الحالة العادية.

من الممكن دائماً ربط مخطّطٍ مصوّرٍ مع رفعٍ أجري باستخدام التاكيومتر، فيمكن إضافةً مخطّطات مصوّرة إلى مخطّطات الرفع الكبيرة وذلك في القطّاعات ذات البنية الخشنة أو الغير منتظمة مثلاً. إلا أنّه في حالة هكذا ربط يجب أخذ الإظهار الكامل للمخطّط بعين الاعتبار. يجب ألا تطغى الصور بشكل كبير على المخطّط الشامل وإلا فإنّ بقية المعلومات في المخطّط سوف تضيع.

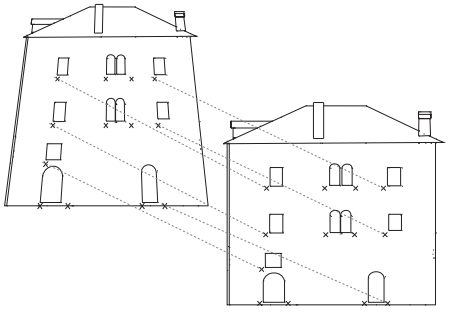


التقويم الهندسي

يمثّل التقويم الهندسي أحد خياري التقويم، وهو ممكنٌ أيضاً باستخدام برامج أقلّ تخصّصاً مثل Adobe Photoshop. يمكن حسب البرنامج تركيب شبكة فوق الصورة ومن ثم يمكن تحديد إعدادات الشبكة بحيث تكون الصورة موجّهة وفق الشبكة. يمكن للبرامج المتخصّصة أن تضمن أن تكون الشبكة مزوّدة بأبعاد حقيقية. بالتالي إذا كانت قياسات أبعاد قطّاعات جزئية من الصورة معروفة فيمكن عند ذلك إجراء تقويم دقيق نسبياً. غير أن الشرط المسبق لإجراء التقويم الهندسي هو وجود صورة مشوّهة بشكل طفيف. يصبح التقويم الهندسي غير دقيق عندما تكون حواف الصورة منكسرة بشكل كبير. إنّ ميزة التقويم الهندسي هو سهولة وسرعة العملية، ليس هناك حاجة إلى أجهزة قياس حيث يكفي وجود صورة مناسبة. بالإضافة إلى ذلك ليس هناك حاجة بالضرورة إلى برامج مساحة تصويرية متخصّصة وباهظة الثمن.

مع ذلك فإنّ التقويم الهندسي لن يبلغ درجة الدقّة المطلوبة، وبالتالي لا يوصى بأخذ أبعاد دقيقة من صورة مقوّمة. كما أنّه لا يمكن تحقيق الربط الموثوق لصورة مقومة هندسياً مع قياس مأخوذ بالتاكيومتر (انظر الفصل د. ٢). هناك صعوبة في تجميع المستويات العميقة المختلفة في الصورة (كتناسب الجزء الخلفي من شرفة مبنى مع الواجهة مثلاً) ضمن مخطّط مصوّر.

التقويم باستخدام نقاط مرجعية



يمثّل التقويم عبر النقاط المرجعية الطريقة المناسبة للرفع المعماري. على العكس من التقويم الهندسي، يجري تقويم الصورة عن طريق إحداثيات مقاسة بواسطة التاكيومتر. بالتالي فإنّ أساس المخطّط المصوّر هو في الواقع نقاط ثابتة موجودة في الفراغ وليس الهندسة التي تقوم عليها الصورة (انظر الفصل د. ٢). وبذلك يوفّر التقويم عبر النقاط المرجعية (إلى حد ما) إمكانية التقاط الأبعاد من الصورة المقوّمة وتحويل الصورة إلى رسم خطّي دقيق

الأبعاد أو ربط الصورة برسم خطّي دقيق الأبعاد.
الميزة الأخرى لهذه الطريقة هي قدرتها على جمع مستويات مختلفة كمستويات واجهة بناء مثلاً ضمن مخطّط مصوّر بحيث لا يتمّ تقويم المستوى الأمامي فحسب، بل يتمّ أيضاً الإسقاط المتعامد للمستويات الخلفية بدقّة على مستوى الصورة.

طريقة العمل

يُعتبر التقويم عبر النقاط المرجعية إجراءً تدريجياً حيث يعتمد عدد خطوات العملية على عدد مستويات الصورة ضمن مشروع الرفع بمعنى أنّ كلّ مستوى في الصورة يعادل طبقة. وبدورها يمكن أن تكون الطبقات مستويات على واجهة ما أو ما شابهها. إذا افترضنا أنّ واجهةً ما تحتوي على نوافذ عميقة التجاويف فيمثّل عندئذ القطّاع الأمامي للواجهة مستوى صورة في حين يمثّل مستوى النافذة مستوى الصورة التالي وهلمّ جراً. يتمّ دائماً تحديد الطبقات التي تقع في نفس المستوى ومن ثمّ دمجها في مستوى صورة واحد. إذا كان للواجهة المراد تقويمها مستوى أمامي ومستوى نافذة مجوّف بشكل طفيف فسيكون لدينا مستويين للصورة وبالتالي سيجري التقويم في خطوتين. الخطوة الأولى ستكون تقويم مستوى الصورة الأمامي بينما ستكون الخطوة التالية هي تقويم مستوى الصورة الخلفي، ينبغي تمثيل هذه الخطوات كصورة أو صور منفصلة، كما يجب في وقت لاحق حذف التداخلات المحتملة بين الصور. بالتالي يتمّ في هذا الإجراء دمج مستويات الصور الفردية في إسقاط متعامد واحد.

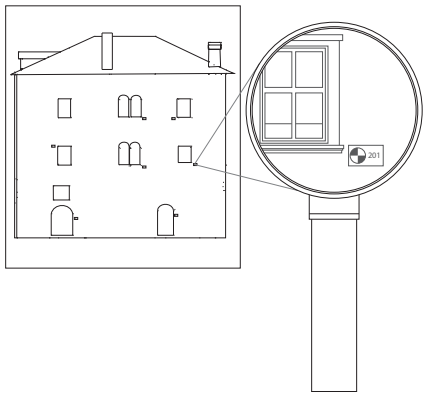
تخطيط إجراءات العمل

قبل إنشاء مخطّط مصوّر يجب تخطيط وتنسيق السير الدقيق للإجراء وذلك لتفادي العمل الإضافي اللاحق. بالإضافة إلى ذلك يجب فحص المبنى المراد قياسه للتأكّد من ملاءمته.
هناك عدّة عوامل قد تعيق ملاءمة المبنى للإجراء. نظراً لأنّه لا يمكن دمج المباني ذات البروزات الشديدة في مخطّط مصوّر واحد دون التقاط عدّة صور فلا ينبغي أن يكون هناك الكثير من النتوءات والتجاويف كتجاويف النوافذ والأبواب العميقة أو الشُرفات العميقة أو الشُرفات المغلقة البارزة إلخ.
يجب أيضاً تحديد مواضع التقاط الصور بحيث يظهر المبنى بوضوح. تشكّل „الأجسام الغريبة" الظاهرة في الصورة كالنباتات مثلاً فقداناً لمعلومات المخطّط المصوَّر.
من ناحية، يجب اختيار مكان وقوف المُصَوِّر بحيث يمكن رؤية أكبر قدرٍ من المبنى على صورة واحدة أي بحيث لا يلزم وجود الكثير من اللقطات الجزئية. من ناحية أخرى يجب ألا تنفرج خطوط التلاشي على الصورة أكثر من اللازم أي أنّ زاوية التصوير يجب ألا تكون كبيرة جدّاً، حيث أن زاوية التصوير تكبر كلما اقترب المُصَوِّر من المبنى.
نظراً لبُعد المُصَوِّر عن المبنى عند التعامل مع مبانٍ ضخمة يجب التأكّد من أنّ آلة التصوير تقدّم دقّة تصوير عالية ومناسبة للمسافة. كلّما زاد حجم مقاطع الصورة، كلّما قلّ عدد الصور الفردية التي يجب دمجها في مستوى الصورة.
يجب أن تكون دقّة التصوير عالية بما يكفي للتمكّن من التعرّف على النقاط المرجعية حتى في حالة وجود مقاطع صور أكبر.

التحديد المجدي للنقاط المرجعية

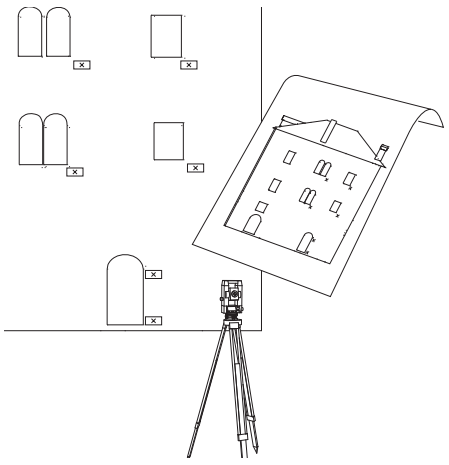
يجب تحديد نقاط مرجعية على المبنى المراد تصويره، حيث يتمّ قياسها في خطوة لاحقة باستخدام التاكيومتر وبالتالي تصبح مزوّدةً بإحداثيات x وy وz. يمكن ربط الصورة بالبيانات الفراغية باستخدام هذه الإحداثيات. على هذا الأساس يمكن تقويم الصورة بقياسات أبعاد حقيقية وباتجاه x ـy. هذا يعني على وجه التحديد أنّه يجب تحديد نقاط مرئية بوضوح على المبنى، والتي يمكن قياسها باستخدام التاكيومتر من ناحية والعثور عليها في الصورة من ناحية أخرى. النقاط المرجعية المناسبة هي إمّا قطّاعات مُلفتة للنظر على المبنى نفسه

(كنقاط الزوايا في تجاويف النوافذ) أو نقاطٌ نحدّدها بأنفسنا، في الحالة الأخيرة يجب التأكّد من وجود إمكانية لتعديل أو تغيير النقاط.
من أجل القيام بتقويم خالٍ قدر الإمكان من الأخطاء ودقيق حتى عنَد الحواف، يجب توزيع توضّع النقاط المرجعية على المبنى بالتساوي.
من المهم بشكلٍ خاصّ وجود نقاطٍ مرجعيةٍ أيضاً بالقرب من حواف وزوايا المبنى. إذا كانَ التقويم غير ممكنٍ إلّا من خلال مستويات صور عديدة (في حال وجود نتوءات وتجاويف كبيرة في واجهة المبنى على سبيل المثال) فعنَد ذلك يجب تطبيق هذه القاعدة على كلّ مستوى صورة. يزداد عدد النقاط المرجعية اللازمة بازدياد حجم المبنى. مع ذلك فإنّ عدم الاقتصاد بعدد النقاط يستحقّ العناء من حيث المبدأ، فكلّما زاد عدد النقاط المرجعية المستخدمة في التقويم كلّما كانت النتيجة أفضل.
حتى لا تختلط علينا الأمور عند توزيع النقاط من المفيد تحديد مواضع هذه النقاط على المبنى في رسم أوّلي. أسهل طريقة لذلك هي استخدام نسخَة مطبوعة لصورة المبنى.



التقاط الصورة (أو الصور)

من حيث المبدأ تُعتبر أية آلة تصوير عالية الدقّة مناسبة لتقويم الصور. مع ذلك، يجب الانتباه إلى أنّ نقاط التحكّم الصغيرة الحجم إلى حدٍّ ما يجب أن تكون مرئيةً على الصورة بالنسبة للمباني الكبيرة، حيث أنّ الصورة يجب أن تسمح بتعيين دقيق لنقاط التحكّم. لذلك يجب أن تكون آلة التصوير قادرة على ضمان إظهار نقاط التحكّم التي لا يتعدّى حجمها سوى ميليمترات قليلة بوضوح على الصورة. في ظروف الإضاءة الصعبة يُنصحَ باستخدام حامل ثلاثي القوائم.



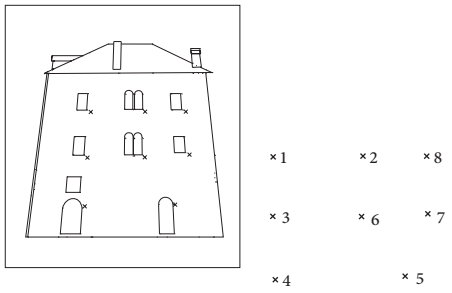
قياس النقاط المرجعية

يُجرى قياس النقاط المرجعية بنفس الطريقة التي تُقاس بها نقاط التحكّم (انظر الفصل د): بعد تمركز التاكيومتر (المحطّة الشاملة) يتمّ قياس النقاط التي وُضِعَت علاماتها مسبقاً على

رسم أوّلي أو صورة. يجب أن تساعد تسمية النقاط في ضمان العثور عليها مرّةً أخرى في الصورة. يتمّ في الحالة المثالية نقل البيانات مباشرةً من التاكيومتر إلى ملفّ CAD على الكمبيوتر المحمول الذي يتمّ فيه لاحقاً تحميل الصورة المراد تقويمها.

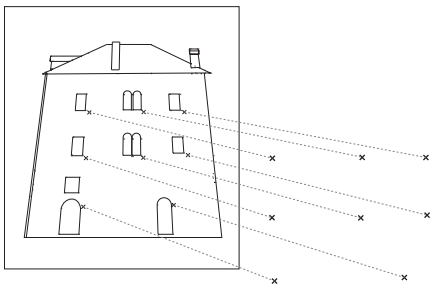
الاستيراد إلى ملف CAD

تحتوي البرامج ذات الصلة والمخصّصة لإنشاء المخطّطات المصَوَّرة على واجهة بينية بين الـ CAD والجهاز أي التاكيومتر في حالتنا هذه. في الحالة العادية تكون البيانات متاحةً كملفّ CAD عند الانتهاء من القياس. يتمّ الآن تحميل الصورة المراد تقويمها في نفس الملفّ الذي توجد فيه النقاط المرجعية. يقوم البرنامج بوضع الصورة المقوّمة بعد إجراء العملية على نقاط التحكّم.



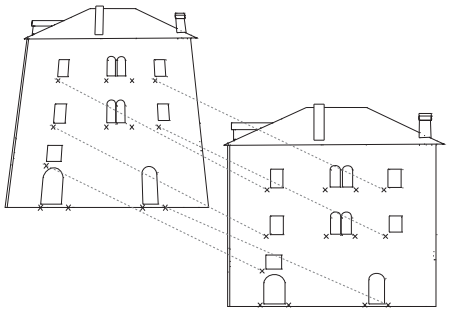
تمهيد النقاط المرجعية

تتوفّر النقاط المرجعية بشكلٍ أساسي بعد القياس كمعلوماتٍ ثلاثية الأبعاد. ولكنّ نظراً لأنّ إظهار الرفع على المخطّط يتطلّب بشكل أساسي إسقاطاً متعامداً، يجب „تمهيد" النقاط المرجعية على مستوى الصورة، أي إسقاطها بشكلٍ عمودي، وهذا يعني أنّ إحداثيات x و y وz سوف تفقد بعداً واحداً.



تعيين النقاط على الصورة > التقويم

الآن يمكن البدء بالإجراء الفعلي المتمثّل في تحديد النقاط المرجعية على الصورة. تظهر النقاط في ملفّ CAD وبجانبها الصور المراد تقويمها. يمكن الآن الاستعانة بالرسم الأوّلي الذي سبق إعداده والذي يُسهّل تحديد مواضع النقاط على الصورة. تُحدَّد كل نقطة مرجعية في ملفّ CAD على نظيرتها في الصورة. تُستَخدَم لذلك إما العلامات ذات الأرقام المطابقة كنقاط مرجعية أو النقاط الموجودة على المبنى بالطبع. إنّ عملية التعيين بذاتها هي عملية برمجية خاصّة، بمجرّد تعيين النقاط المطابقة وفقاً لذلك حتى يتمّ تقويم الصورة.



في الحالة العادية يقوم البرنامج بوضع الصورة فوق النقاط المرجعية في ملفّ CAD. يسبب التقويم تشوّه محيط الصورة ليصبح بشكل شبه منحرف.

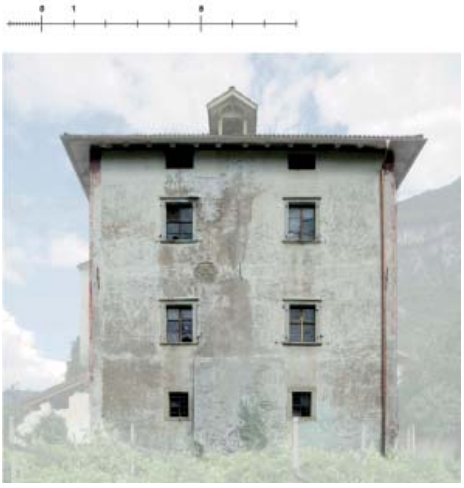
تجميع الصور الجزئية، حذف القطاعات الغير دقيقة

في معظم الحالات لا تكفي صورة واحدة لإنشاء مخطّط مصوّر. فهذا الأخير يجب أن يتكوّن من تجميع عدّة صور جزئية، إذا كان مثلاً من غير الممكن تصوير كامل المبنى على صورة واحدة أو في حال وجود أجزاء محجوبة منه، يجب عندئذ تصوير القطاعات الجزئية من زوايا مختلفة.

ينطبق هذا أيضاً عندما يكون المبنى المراد تصويره متدرج العمق، على سبيل المثال عند وجود نتوءات وتجاويف في واجهة المبنى.

تُحمَّل جميع الصور بالتساوي مع النقاط المرجعية في ملفّ CAD. يُفضّل هنا العمل بشكلٍ تدريجي: يجب أولاً تقويم المستوى الأمامي ومن بعده المستويات الواقعة خلفه بالترتيب. سيقوم البرنامج بتقويم جميع الصور وفق نفس الطريقة. ستتراكب الصور في النتيجة النهائية جزئياً فوق بعضها البعض. يوصى بشدّة بقصّ صور المستويات الخلفية لتضمّ القطّاعات ذات الصلة فقط وذلك قبل الاستيراد إلى برنامج CAD. على سبيل المثال إذا تمّ إدراج الجدار الخلفي لشرفةٍ في الإسقاط المتعامد فيوصى عندها بحذف محيطه إلى أقصى حدّ بواسطة برنامج Photshop مثلاً. وبالتالي فإن الصور أثناء عملية التقويم لن تتراكب كثيراً فوق بعضها البعض مما يسهّل التوجيه عند عمليتي القصّ وحذف المحيط اللاحقتين للصور الفردية التي يتمّ تجميعها الآن لتصبح إسقاطاً شاملاً.

يتمّ تقديم حذف المحيط، أي إزالة أجزاء الصورة غير ذات الصلة كميزة في معظم البرامج المماثلة. كلّ ما يجب فعله هو تحديد الخطوط الخارجية المحيطة بالنتيجة النهائية المرغوبة. هذا مهمٌّ بشكل خاصّ إذا كان من المطلوب إدراج صورةٍ مقوّمةٍ ضمن مخطّطٍ كبير لأن أجزاء الصورة غير ذات الصلة لا ينبغي أن تغطّي محتوياتٍ أخرى في المخطّط.



الواجهة الغربية لمبنى „أونترر إنغرامهوف" قبل وبعد تقويم الصورة من خلال تعيين النقاط المرجعية: تقع القطاعات الباهتة اللون أمام أو خلف مستوى التقويم وبالتالي فهي ذات أبعاد غير دقيقة.

٣ـ طرق أخرى

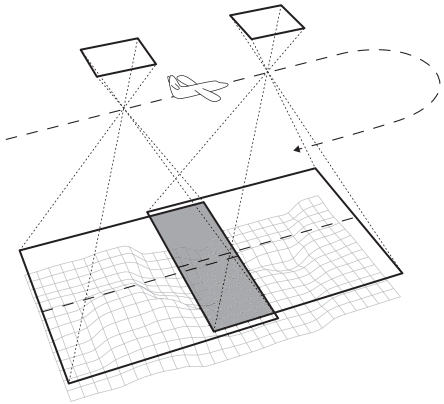
من خلال الأساليب المساحية التصويرية (الفوتوغرامترية) التي تستند على أكثر من صورة واحدة يمكن الحصول على المعلومات الفراغية دون الحاجة إلى نقاط قياس أو بيانات إضافية. يجب استخدام أبعاد مرجعيةٍ من أجلٍ تحديد الحجم الصحيح للمبنى فقط.

المساحة التصويرية المجسِّمة

تعتمد هذه الطريقة على مبادئ هندسية بسيطة تُشبه تلك الموجودة في جسم الإنسان: تولّد الرؤية من خلال العينين (التنظير المجسِّم) مكوّناً فراغياً يُضاف إلى الصورة المجرّدة.

وبالمثل في المجال التقني: إذا كان البعد البؤري وموضع آلة التصوير معروفين في حالة صورتين متداخلتين فيمكن حساب موضع الصورتين في الفراغ عن طريق تعيين نفس النقاط (النقاط المرجعية) في هاتين الصورتين.

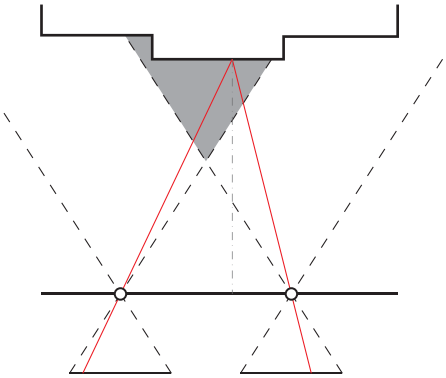
كان تعيين النقاط يدوياً في الماضي، أمّا في الوقت الحاضر فيتمّ استخدام خوارزميات الصور للتعرّف عليها وتعيينها تلقائياً.



مساحة تصويرية مجسِّمة: مثال على المبدأ الرئيسي الاستخدام في مسح الأراضي على أساس الصور الجوّية

إن المساحة التصويرية المجسِّمة شائعة الاستخدام في مجالات مسح الأراضي وإعداد الخرائط حيث يتمّ الحصول على معلومات الصورة الضرورية من الصور الجوّية.

تُستخدم هذه الطريقة في مجال الهندسة المعمارية بشكلٍ شائع أيضاً بغرض التقاط الصور للواجهات. إلّا أنّه في حالة الواجهات المسطّحة في الغالب فإنّ طريقة التقويم للصور الفردية سوف تُستخدَم غالباً لأنها الأسرع والأكثر عمليةً في هذه الحالة حيث أنها تقوم بتحويل الصور إلى صور متعامدة (أورتوفوتو، Orthophoto).



مساحة تصويرية مجسِّمة مطبّقة على واجهة منزل

المساحة التصويرية المتعدّدة الصور

تزداد دقّة النموذج الثلاثي الأبعاد المُنشأ لمبنى ما بازدياد عدد الصور الملتقطة لهذا المبنى. إن البرمجيات المتوفّرة حالياً قادرة على حساب علاقة نقاط تموضع آلة التصوير مع وقت التقاط الصورة بالإضافة إلى علاقات هذه النقاط مع بعضها البعض وذلك بسبب معلومات الصورة الرقمية (البعد البؤري بشكل خاص) المحفوظة مع الصورة في آلة التصوير. يتمّ تحديد وتوليد هندسة المبنى المستهدف بدقة عالية للغاية من خلال التعرّف التلقائي على نفس النقاط وتحديدها. تُدعى هذه الطريقة باسمها الانكليزي الشائع التداول „Structure from Motion“ أو بالعربية „البُنية انطلاقاً من الحركة“ والذي يشار إليه اختصاراً (SfM).

تمتاز هذه الطريقة بالمقارنة مع طريقة المسح الليزري بأنّ الطائرات المسيّرة قادرةٌ على حمل آلات التصوير الخفيفة نسبياً بحيث يمكن التقاط صورٍ ممتازة لمشيّدات بالغة التعقيد بدون استخدام السقالات، أو إنشاء نماذج تضاريسية لأحياء كاملة ضمن المدينة.

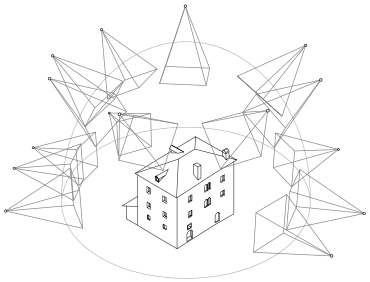
تسمح قيم اللون والسطوع الموجودة في الصورة أيضاً بربط المبنى مباشرةً بالنسيج التابع له مما يؤدّي إلى إنشاء نموذج افتراضي في وقت قصير.

من الضروري أيضاً الرجوع إلى نقاط أو قيم مرجعية معروفة أو إضافية من أجل تكييف حجم المبنى مع المقياس الصحيح وتحديد اتجاهه ضمن الفراغ. يمكن أيضاً حسب الرغبة والاستخدام اللاحق ربط النموذج ضمن نظام مساحي معيّن.

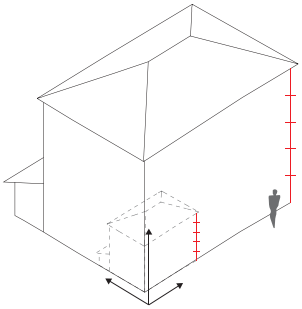
تقدّم المعالجة الإضافية لهذه النماذج الكثير من الإمكانيات كالإنشاء السريع للمقاطع داخل النموذج، إلا أنّ تقييم المخطّطات لانتقاء ما هو صالح للاستخدام يتطلّب وقتاً طويلاً جدّاً وقدرات تقنية عالية للغاية بالنسبة لأجهزة الكمبيوتر المستخدمة وللمختصّين الضروريين العاملين عليها.

لكن فصل التقييم عن المبنى يشكّل مشكلةً أساسيةً حيث أنّه لا يتمّ هنا استيفاء واحدة من القواعد الأساسية في أبحاث العمارة التاريخية، وهذا الأمر قد يكون له عواقب مباشرة: فعادةً ما تتضمّن الصور الفوتوغرافية أجزاءً مخفيةً وقطّاعات مبهمة وغير قابلة للتقييم على الرغم من التكبير، فالخصائص المخفية كالأجزاء الداخلية للوصلات الخشبية في الجملون والتي من السهل تسجيلها وإظهارها عند القيام بالرفع اليدوي، لا تتمّ ملاحظتها على الإطلاق في الصور الفوتوغرافية. بالإضافة إلى ذلك تعتمد جودة الإظهار المُنجَزة على مستوى تدريب العامل المسؤول والذي يجب أن يتجاوز بأشواطٍ الخبرة المعتادة في تقنيات المساحة والمعلوماتية. يتطلّب تقييم الصور معرفةً لا غنى عنها في مجالات تاريخ العمارة وأشكال البناء التاريخية وإنشاءات المباني بحيث يجب معالجة هذه الصور بشكل أساسي في الموقع من قبل باحث عمارةٍ تاريخيةٍ مؤهّل.

تُستخدَم المساحة التصويرية بالطبع كطريقة في العديد من المجالات الأخرى أيضاً، حيث أنها تتعدّى الهندسة المعمارية ومسح الأراضي لتُستَخدَم خصوصاً في الصناعة وصناعة المركبات والآلات والطب إلخ. لذلك تخضع الأجهزة



مساحة تصويرية متعدّدة الأبعاد:
إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد من خلال تطبيق المساحة التصويرية من عدّة مواقع مختلفة



تحجيم نموذج ثلاثي الأبعاد باستخدام أبعادٍ مرجعية والتوجيه الصحيح من خلال قيمٍ مساحية مقاسة

والبرمجيات في هذا المجال للتطوير والتكيّف المستمرّين من أجل التطبيقات المختلفة وذلك ليس فقط من قبل شركات البرمجيات، بل أيضاً في إطار المشاريع البحثية. فعلى سبيل المثال تستخدم أحدث الماسحات الليزرية بمساعدة آلات تصوير مثبّتة عليها المساحةَ التصويرية من أجل تحديد موقعها ضمن الفراغ بشكلٍ مستمر وتلقائي.

و. التخطيط لعمليات رفع معماري واسعة النطاق

١ـ تنظيم المشروع

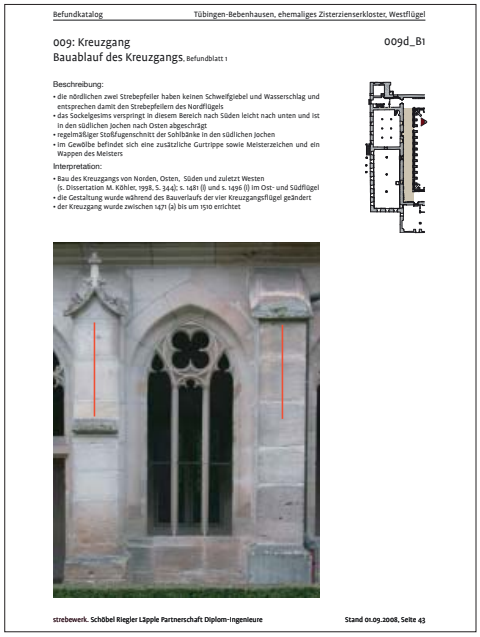
كما ذُكر سابقاً يمكن أن تحتوي عملية الرفع المعماري بغضّ النظر عن الحجم والغرض على ما هو أكثر من القياس بحيث أنها تشمل أيضاً دراسة الموجودات المعمارية وقوائم الموجودات وسجلّات الوصف المنتظم والخرائط. وبشكلٍ تكميلي، غالباً ما يتمّ إجراءأسبار أثريةً ودراسات علوم طبيعية بالإضافة إلى أبحاث في المراجع والأرشيفات العلمية. وفي حين أن الأنشطة الأخيرة يمكن أن تنفّذ بشكلٍ مستقلٍ عن الوقت إلا أن عملية القياس عادةً ما تُجرى في بداية المشروع.

يعتمد أسلوب تخطيط المشروع اعتماداً كبيراً على نوع المبنى والغرض من دراسته. بشكلٍ عام يجب أولاً معاينة المبنى واستيعابه بحجمه وتعقيده. لذلك يجب عادةً القيام بزيارة أولى للموقع يتمّ خلالها تسجيل الأبعاد التقريبية والتقاط الصور وإعداد الرسومات الأولية كما يتمّ الاتفاق مع الجهة المكلِّفة على هدف وحجم المشروع، على سبيل المثال دقّة القياس وبالتالي مقاييس المخطّطات الناتجة عنها. يجب أيضاً توضيح المسائل المتعلّقة بإمكانية الوصول إلى المبنى ووجود أي مواضع قد تشكّل خطراً على العاملين. بعد ذلك يبدأ التخطيط لعملية القياس من خلال تحديد أساليب العمل وفقاً لحجم المبنى وتعقيده وإمكانية الوصول إليه وكلفة المواد والوقت اللازم (إذا لزم الأمر بالاتفاق مع المشاركين الآخرين في المشروع). لا يمكن إجراء تقدير التكلفة إلا بعد تقدير أيام العمل والمواد المطلوبة.

يجب تأمين وقت كاف ضمن التخطيط العام للمشروع نظراً لأن الرفع المعماري يستغرق عادةً بعض الوقت ولا يمكن تنفيذه إلا بالتوازي مع أعمال المهن الأخرى المشاركة. تجدر الإشارة إلى أنه يجب في بعض الحالات التنسيق مع العاملين الآخرين في الموقع عند إنشاء شبكة القياس وخصوصاً عند وضع النقاط الثابتة وعندما يكون من الضروري إزالة بعض السطوح مع تقدّم المشروع. يمكن للرفع المعماري أن يكون أكثر فعاليةً إذا تمّ قياس المساقط والواجهات والمقاطع في خطواتٍ منفصلة وذلك حسب المبنى والأسلوب المتّبع. من الممكن أيضاً تسجيل جميع النقاط لكلا مستويي القطع في كل فراغ والعمل على عدّة رسومات في نفس الوقت إذا كان ذلك يدعم تقدّم المشروع العام.

يمكن أن يترافق تحليل الموجودات وإعداد قائمة الموجودات و السجل الوصفي للمبنى مع عملية القياس وذلك بمجّرد توفّر مخطّط عام لتحديد الموجودات المعمارية والفراغات. يجب أن يقوم متخصّصون بالإشراف على فتح الموجودات أو فتح الأرضيات بغرض القيام بسبر الأساسات حيث أنه من السهل للغاية إغفال وتدمير الموجودات. يجب أن تُدرج النتائج في المخطّطات.

يجب بالإضافة إلى هذا إنشاء سجلٍّ يومي يوثّق المشروع بشكلٍ مفهوم ويحتوي على جميع التدابير وخطوات العمل ومبرّرات الإجراءات المتّخذة. يجب أيضاً تسجيل جميع الأشياء الملفتة للنظر والمشاكل والأسئلة المفتوحة في هذا السجلّ اليومي وذلك لتسهيل أي تقرير تحليلي مستقبلي. يمكن إعداد السجلّ اليومي بشكل يدوي كتابياً في الموقع مع استكماله بالرسوم الأوّلية أو كملفٍ جاري في الكمبيوتر مزوّد بالرسومات والصور.



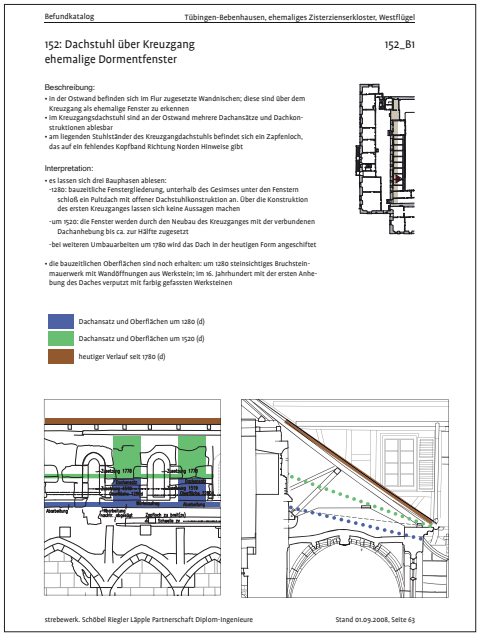
Befundkatalog Tübingen-Bebenhausen, ehemaliges Zisterzienserkloster, Westflügel

009: Kreuzgang 009d_B1
Bauablauf des Kreuzgangs, Befundblatt 1

Beschreibung:
- die nördlichen zwei Strebepfeiler haben keinen Schwelfgiebel und Wasserschlag und entsprechen damit den Strebepfeilern des Nordflügels
- das Sockelgesims verspringt in diesem Bereich nach Süden leicht nach unten und ist in den südlichen Jochen nach Osten abgeschrägt
- regelmäßiger Stoßfugenschnitt der Sohlbänke in den südlichen Jochen
- im Gewölbe befindet sich eine zusätzliche Gurtrippe sowie Meisterzeichen und ein Wappen des Meisters

Interpretation:
- Bau des Kreuzgangs von Norden, Osten, Süden und zuletzt Westen (s. Dissertation M. Köhler, 1998, S. 344): s. 1481 (l) und s. 1496 (l) im Ost- und Südflügel
- die Gestaltung wurde während des Bauverlaufs der vier Kreuzgangflügel geändert
- der Kreuzgang wurde zwischen 1471 (a) bis um 1510 errichtet

strebewerk. Schöbel Riegler Läpple Partnerschaft Diplom-Ingenieure Stand 01.09.2008, Seite 43



Befundkatalog Tübingen-Bebenhausen, ehemaliges Zisterzienserkloster, Westflügel

152: Dachstuhl über Kreuzgang 152_B1
ehemalige Dormentfenster

Beschreibung:
- in der Ostwand befinden sich im Flur zugesetzte Wandnischen; diese sind über dem Kreuzgang als ehemalige Fenster zu erkennen
- im Kreuzgangsdachstuhl sind an der Ostwand mehrere Dachansätze und Dachkonstruktionen ablesbar
- am liegenden Stuhlständer des Kreuzgangdachstuhls befindet sich ein Zapfenloch, das auf ein fehlendes Kopfband Richtung Norden Hinweise gibt

Interpretation:
- es lassen sich drei Bauphasen ablesen:
  - 1280: bauzeitliche Fenstergliederung, unterhalb des Gesimses unter den Fenstern schloß ein Pultdach mit offener Dachstuhlkonstruktion an. Über die Konstruktion des ersten Kreuzganges lassen sich keine Aussagen machen
  - um 1520: die Fenster werden durch den Neubau des Kreuzganges mit der verbundenen Dachanhebung bis ca. zur Hälfte zugesetzt
  - bei weiteren Umbauarbeiten um 1780 wird das Dach in der heutigen Form angeschiftet
- die bauzeitlichen Oberflächen sind noch erhalten: um 1280 steinsichtiges Bruchsteinmauerwerk mit Wandöffnungen aus Werkstein; im 16. Jahrhundert mit der ersten Anhebung des Daches verputzt mit farbig gefassten Werksteinen

Dachansatz und Oberflächen um 1280 (d)
Dachansatz und Oberflächen um 1520 (d)
heutiger Verlauf seit 1780 (d)

strebewerk. Schöbel Riegler Läpple Partnerschaft Diplom-Ingenieure Stand 01.09.2008, Seite 63

صفحات من قائمة موجودات ديرالرهبان السيسترسيين السابق في بيبنهاوزن، الجناح الغربي (المكتب الهندسي *Strebewerk*، المهندسان ريغلر وليبله، شتوتغارت)

مقتطف من كرّاسة الرسم الخاصّة بتوثيق كنيسة *Santa Maria dei Miracoli* في البندقية: يمكن تدوين الملاحظات الخاصّة بالموجودات المهمّة في الموقع مباشرةً أو يتمّ إدراجها في المخطّطات الموجودة على سبيل المثال.

٢ـ دراسات الموجودات وقائمة الموجودات

الموجودات

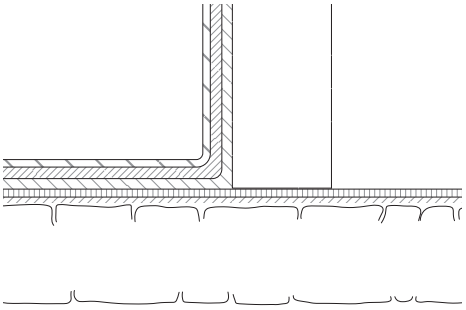
يُقصد بالموجودات المعمارية الدلالات المعمارية الخاصّة بالإنشاء وعمر البناء ومدّة الإنجاز أو التسلسل المعماري، إلخ. كالفواصل الإنشائية التي تدلّ على إضافة قسم من المبنى في وقتٍ لاحق أو فتحات النوافذ أو الأبواب المضافةً التي تدلّ على حدوث تغيير لاحق في البناء. يمكن مثلاً لدراسات الموجودات البنّاءة أن توضّح أسلوب ومواد الإنشاء من خلال كشف بنية الدعم.

يصادف المرء أحياناً إلى جانب الموجودات المعمارية لقى مثل النقود المعدنية أو الأواني أو أدوات الحياة اليومية أو الكِسَر الفخّارية أو البقايا النسيجة أو الأوراق المَطبوعة وغيرها، حيث يمكن العثور عليها غالباً في التجاويف العازلة تحت الأرضيات الخشبية أو في الفتحات المُضافة أو عند قواعد روافد السقف الجملوني البعيدة المنال، يجب معاملة هذه اللقى كلقى أثرية. يجب تحديد موضع الاكتشاف بدقّةٍ على المخطّط وترقيم كلّ لقية وتوثيقها منً خلال الوصف والرسم والتصوير، بعد ذلك تتمّ الأرشفة.

يمكن كشف الموجودات أو يجب أن يتمّ الكشف من خلال تحرّيات خاصّة وذلك وفقاً لنوع الموجود وحالة المبنى. يجب دوماً أن يتمّ كشف وتقييم الموجودات من قبل اختصاصيين مدرّبين جيداً.

„سلّم الموجودات“:
فحص الموجودات اللونية ضمن سياق تاريخي وبشكلٍ لا يسبّب ضرراً كبيراً للبنية المدروسة

تعاقب طبقات الجدران والأسقف الموجودة في زاوية غرفة من أجل توضيح التعاقب الزمني



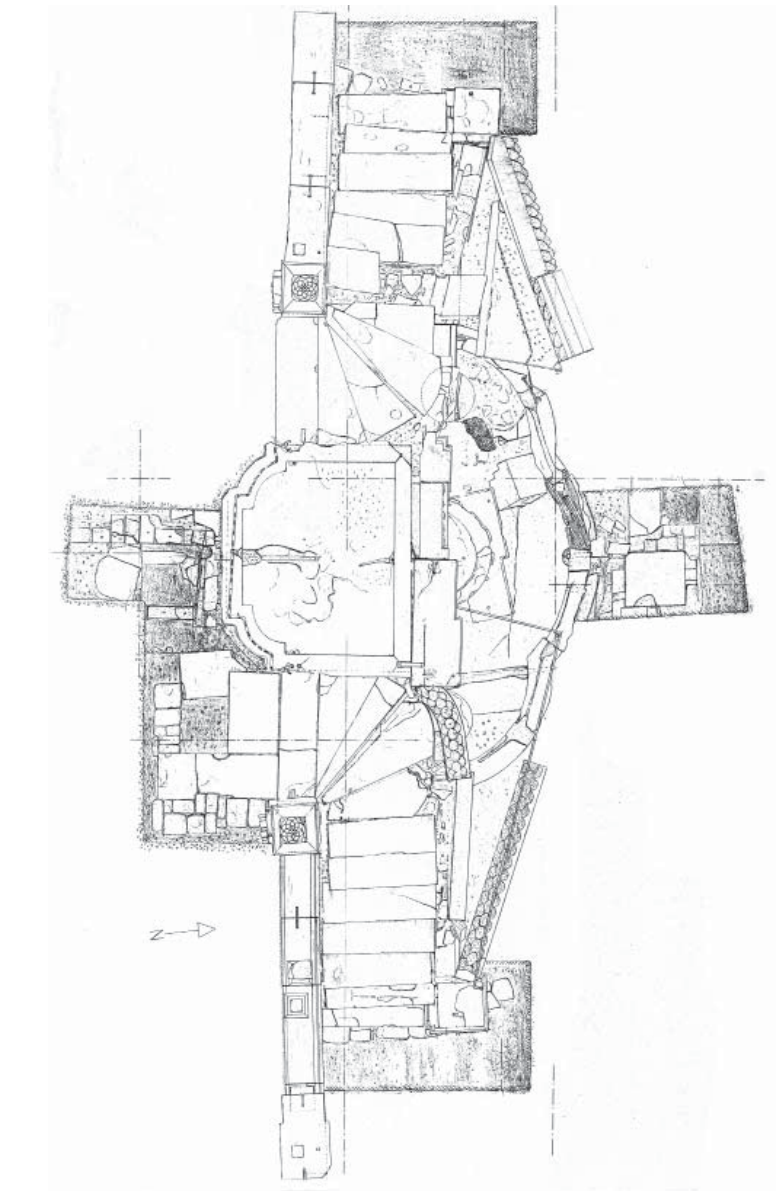
توثيق من خلال الرسم لتعاقب الطبقات اللونية في زاوية جدار

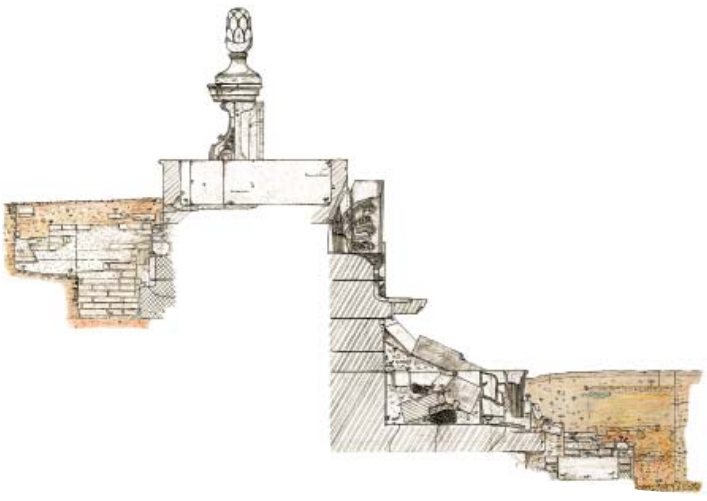
دراسات الموجودات

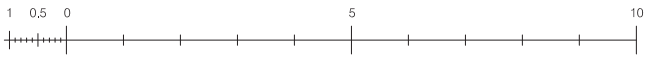
في الفحص الترميمي للموجودات هنالك ما يسمّى بسلّم الموجودات الذي يُشقُّ في بقعة صغيرة داخل البنية السطحية لأحد أقسام البناء حيث تتمّ بعناية إزالة وتوثيق الطبقات السطحية الواحدة تلو الأخرى، وهذا ينتج تعاقباً طبقياً للطبقات السطحية يُقدّم معلومات عن طبقات طلاء وملاط الجدران وبالتالي عن تاريخ واستخدام غرفةٍ ما وذلك من خلال تقييم إعطاء الألوان ونوعية المواد المستعملة إلخ. يسمح هذا السلّم باستشفاف الدلائل على فترة التشييد أو فترة التصميم. يتمّ ترقيم الطبقات من الأسفل إلى الأعلى (من الأقدم إلى الأحدث). يتطلّب التقييم المنهجي إجراء مزامنة بين عدّة سلالم موجودات وألوان في المبنى. يمكّن للطبقات الدالّة المُحدَّدة زمنياً بسبب اتصالها بعضادة باب مؤرَّخة مثلاً أن تلعب دوراً حاسماً في تحديدٍ العمر.

يمكن أيضاً فتح فتحات عميقة داخل الموجودات بهدف توضيح البنى الإنشائية للجدران أو

مثال على سبر أساس في نافورة (مسقط أفقي،مقطع)، يمكن استقراء طبقة الاكتشاف (التعاقب الطبقي) بسهولة في المقطع.







الأرضيات أو الأسقف ولكن ينبغي حفرها بعناية وإبقائها صغيرة قدر الإمكان كما يجب اختيار نقاط حفرها في مواضع لا يوجد فيها سطوح ذات قيمة يمكن أن تتعرّض للتلف.

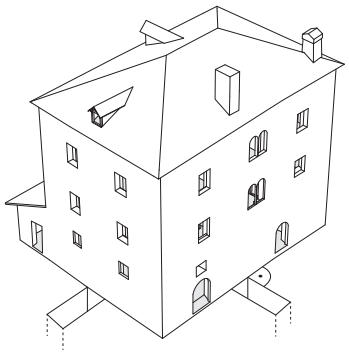
أسبار الأساسات

تُستخدم أسبار الأساسات لتوضيح تأسيس المبنى ولتقييم أسلوب التشييد أو كفاءة الأساس. قد يتطلّب هذا الأمر موافقة السلطات المسؤولة عن الآثار. يقوم خبراء مختصّون (باحث في العمارة التاريخية أو آثاري مكلّف من قِبله) بحفر أسبار ضيّقة في عدّة مواضع بحيث تتعامد مع الجدران الخارجية، يتمّ تعميق الحفر طبقة تلو الأخرى حتى الوصول إلى حافة الأساس السفلى. يجب حفر الأسبار بشكل عمودي وتنظيفها بحيث يمكن تمييز خنادق الأساسات أو حشوات طبقات ما تحت الأساس وما شابهها. يجب رسم مقطع السبر وبالألوان عند الاقتضاء وذلك لإظهار الوسط الترابي، من الأفضل إدراج هذه المقاطع مع مخطّطات المقاطع التابعة للرفع المعماري. يجب تحديد اللقى على المخطّط والكتابة عليها بعناية من أجل أرشفتها ومناقشتها مع المختصّين إذا لزم الأمر.

قائمة الموجودات

على العكس من سجل وصف المبنى الذي يهدف إلى تسجيل جميع سطوح المبنى بشكلٍ منهجي وكامل فإنّ قائمة الموجودات تدوّن فقط موجودات مُختارة تُميّز المبنى المدروس بشكلٍ حاسم وتُعدّ هامة بالنسبة للمشروع. تعكس قائمة الموجودات الخصائص الرئيسية وهي ليست من الشمولية بحيث يمكن أن تعتُبر توثيقاً منهجياً.

من المهم لتحديد مواقع الموجودات وجود مخطّطٍ عام للمبنى يحتوي أرقام فراغات توضّح للقارئ أمكنة توضّع الموجودات في كامل المبنى. يتمّ تحديد هذه الأرقام كرموز أبجدية رقمية وفقاً للنموذج التالي:



حفر أسبار الأساسات:
يجب أن تتعامد الأسبار مع الجدار، لا تُحفر الأسبار بموازاة الجدار أبداً!

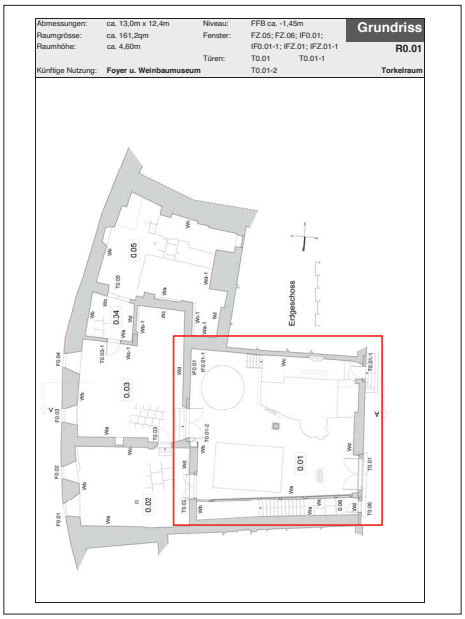
الخانة الأولى: القسم (حرف)
الخانة الثانية: الطابق (رقم)
الخانة الثالثة: الفراغ (رقم)
الخانة الرابعة: الجدار (يبدأ من الشمال باتجاه عقارب الساعة: a، b، c...)
يمكن الاطّلاع على شرح تفصيلي لتوزيع أرقام الفراغات في فقرة السِجلّ الوصفي للمبنى (انظر الفصل و. ٣).

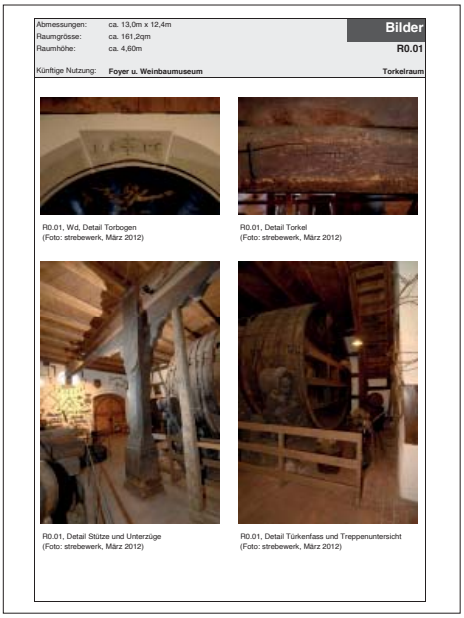
للحصول على تعريفٍ أكثر تفصيلاً للموجود يتمّ إلحاق رقم الموجود مع رقم الفراغ. يمكن ترقيم الموجودات بشكلٍ مستمر أو أن يتم الترقيم في كلّ فراغ على حدة.

هيكلة البيانات وفق الموضوع

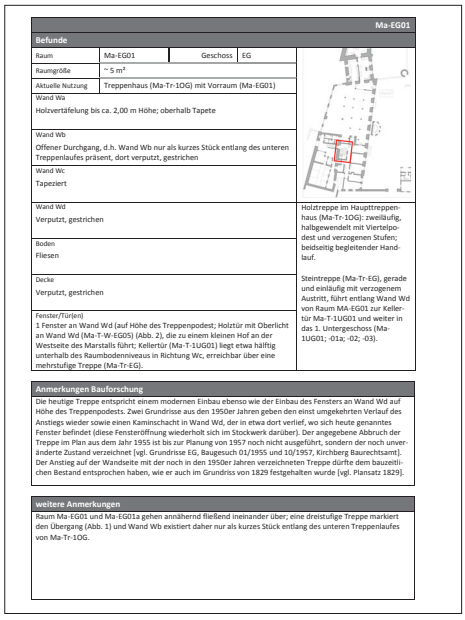
تعتمد قائمة الموجودات من الناحية المثالية على استمارة على شكل جدول بحيث يمكن دائماً عرض المعلومات المماثلة في نفس المكان وبالتالي ضمان أكبر قدرٍ ممكنٍ من الوضوح. يجب وضع رقم الموجود دائماً في أعلى يمين القائمة من أجل استخدام أفضل. من المهمّ تحديد مواقع الموجوداتً في مخطّط عام. يعتمد توثيق الموجودات على الجمع بين النصوص الوصفية القصيرة والموجزة وبين الصور التفصيلية ذات الدلالة والمزوّدة بمقياس وبرقم الموجود، كما يمكن بشكلٍ اختياري إضافة رسوماتٍ ذات مقياس. تختلف نسب النصوص إلى الصور حسب المشروع. يمكن أن تشكّل قائمة الموجودات أساساً جيّداً لحساب تكاليف الصيانة.

صفحات من السجل الوصفي
لقلعة ميرزبورغ
(المكتب الهندسي *Strebewerk*،
المهندسان ريغلر وليبله،
شتوتغارت)


Grundriss
R0.01
Abmessungen: ca. 13,0m x 12,4m
Raumgrösse: ca. 161,2qm
Raumhöhe: ca. 4,60m
Niveau: FFB ca. -1,45m
Fenster: FZ.05; FZ.06; IF0.01; IF0.01-1; IFZ.01; IFZ.01-1
Türen: T0.01 T0.01-1 T0.01-2
Künftige Nutzung: Foyer u. Weinbaumuseum
Torkelraum


Bilder
R0.01
Abmessungen: ca. 13,0m x 12,4m
Raumgrösse: ca. 161,2qm
Raumhöhe: ca. 4,60m
Künftige Nutzung: Foyer u. Weinbaumuseum
Torkelraum
R0.01, Wd, Detail Torbogen (Foto: strebewerk, März 2012)
R0.01, Detail Torkel (Foto: strebewerk, März 2012)
R0.01, Detail Stütze und Unterzüge (Foto: strebewerk, März 2012)
R0.01, Detail Türkenfass und Treppenuntersicht (Foto: strebewerk, März 2012)

صفحات من السجل الوصفي
قصر كيرخبرغ/ياغست
(المكتب الهَندسي *Strebewerk*،
المهندسان ريغلر وليبله،
شتوتغارت)


Ma-EG01
Befunde
Raum: Ma-EG01 Geschoss: EG
Raumgröße: ~ 5 m²
Aktuelle Nutzung: Treppenhaus (Ma-Tr-1OG) mit Vorraum (Ma-EG01)
Wand Wa: Holzvertäfelung bis ca. 2,00 m Höhe; oberhalb Tapete
Wand Wb: Offener Durchgang, d.h. Wand Wb nur als kurzes Stück entlang des unteren Treppenlaufes präsent, dort verputzt, gestrichen
Wand Wc: Tapeziert
Wand Wd: Verputzt, gestrichen
Boden: Fliesen
Decke: Verputzt, gestrichen
Fenster/Türen: 1 Fenster an Wand Wd (auf Höhe des Treppenpodest; Holztür mit Oberlicht an Wand Wd (Ma-T-W-EG05) (Abb. 2), die zu einem kleinen Hof an der Westseite des Marstalls führt; Kellertür (Ma-T-1UG01) liegt etwa hälftig unterhalb des Raumbodenniveaus in Richtung Wc, erreichbar über eine mehrstufige Treppe (Ma-Tr-EG).
Holztreppe im Haupttreppenhaus (Ma-Tr-1OG): zweiläufig, halbgewendelt mit Viertelpodest und verzogenen Stufen; beidseitig begleitender Handlauf.
Steintreppe (Ma-Tr-EG), gerade und einläufig mit verzogenem Austritt, führt entlang Wand Wd von Raum MA-EG01 zur Kellertür Ma-T-1UG01 und weiter in das 1. Untergeschoss (Ma-1UG01; -01a; -02; -03).
Anmerkungen Bauforschung: Die heutige Treppe entspricht einem modernen Einbau ebenso wie der Einbau des Fensters an Wand Wd auf Höhe des Treppenpodests. Zwei Grundrisse aus den 1950er Jahren geben den einst umgekehrten Verlauf des Anstiegs wieder sowie einen Kaminschacht in Wand Wd, der in etwa dort verlief, wo sich heute genanntes Fenster befindet (diese Fensteröffnung wiederholt sich im Stockwerk darüber). Der angegebene Abbruch der Treppe im Plan aus dem Jahr 1955 ist bis zur Planung von 1957 noch nicht ausgeführt, sondern der noch unveränderte Zustand verzeichnet [vgl. Grundrisse EG, Baugesuch 01/1955 und 10/1957, Kirchberg Baurechtsamt]. Der Anstieg auf der Wandseite mit der noch in den 1950er Jahren verzeichneten Treppe dürfte dem bauzeitlichen Bestand entsprochen haben, wie er auch im Grundriss von 1829 festgehalten wurde [vgl. Plansatz 1829].
weitere Anmerkungen: Raum Ma-EG01 und Ma-EG01a gehen annähernd fließend ineinander über; eine dreistufige Treppe markiert den Übergang (Abb. 1) und Wand Wb existiert daher nur als kurzes Stück entlang des unteren Treppenlaufes von Ma-Tr-1OG.

Ma-EG01
1. Blick von Ma-EG01a in Ma-EG01 (Wd); im Mittelgrund links Teile von Wand Wb
2. Tür zum Hof an Wand Wd (Ma-T-W-EG05) (Wd)
3. Blick ins Treppenhaus (Ma-Tr-1OG, unterer Treppenlauf); links Wand Wb, rechts Kellertreppe und -tür (Wbc)
4. Blick ins Treppenhaus (Ma-Tr-1OG) mit beiden Treppenläufen (Wcd)

٣ـ السجلّ الوصفي للمبنى

تهدف السجلّات الوصفية إلى تقديم نظرة عامّة منهجيةٍ عن الخصائص الإنشائية والزخرفيةً لكامل المبنى. يمكن في سياق المشروع تسجيل جميع مراحل العمل بدءاً من جرد الموجودات المعمارية، تخطيط المشروع، تأمين الموجودات ووصولاً إلى تعديل أو حذف تفاصيل. يتمّ التوثيق بواسطة نصوص وصفيةٍ قصيرةٍ وصورٍ ذات دلالة ورسوماتٍ ذات مقياس. يخدم التوثيق أغراض أرشفة الموجودات ونشرها بشكل جزئي.

يمكن للسجل الوصفي أن يكون أساساً لحساب التكلفة إلا أنه يجب أن يكون هناك سببٌ وجيهٌ لإعداد السجل الوصفي بسبب الوقت الطويل الذي يستغرقه هذا الإعداد.

يوجد توجيهٌ (رقم ٣٨١٧) صادرٌ عن اتحاد المهندسين الألمان VDI فيما يتعلّق بإعداد السجل الوصفي ولكن تجدر الإشارة إلى أنه يجب دائماً تكييف هيكليةٍ مفيدةٍ وفقاً لمتطلّبات المشروع. يجب اعتبار التوجيهات العامّة كمراجع أساسية فقط.

مجموعة البيانات القياسية

يُعدُّ كلٌّ من الإظهار المفهوم لكلّ ظاهرة وربط المعلومات المفيدة ضمن مجموعة بيانات قياسية يمكن اقتفاء أثرها بسرعة أمرين ضروريين. غالباً ما تميل السجلّات الوصفية للمباني إلى أن تصبح مجموعات ضخمة غير مغربلة وغير عملية من البيانات. فقط المعالجة المنهجية جدّاً للبيانات هي التي تجعل السجل الوصفي لمبنى ما أداة عملٍ مفيدة. لذلك يجب تحديد مجموعة بيانات قياسية والتي قد تختلف قليلاً من مشروع إلى آخر ولكن يجب عليها أن تجمع بين ثلاثة محتويات رئيسية:

- وصف المبنى بأكمله وتحديد أرقام الفراغات
- وصف البنى الإنشائية للجدران والأرضيات والأسقف بما في ذلك من معدّات خاصّة مثل التقنية الموجودة أو المعدّات الثابتة في الموقع
- وصف وتصوير السطوح وآثار الاستعمال والاستخدامات: غالباً ما تتمّ إزالة السطوح أثناء عمليات التجديد لذلك فإنه من المهمّ أن توثّق بشكلٍ دقيق.

يُعدّ تحديد موقع كلّ فراغ من الفراغات الموصوفة على مخطّطات المساقط أمراً لا غنى عنه. من المفيد في هذه الحال استخدام مخطّطٍ توجيهي قابلٍ للطي.

أرقام الفراغات

تسمح أرقام الفراغات بإيجاد ترتيب منطقي وأساسٍ جيّد من أجل وضع منهجيةٍ لتسجيل الموجودات. تتألّف أرقام الفراغات في معظم الحالات من رموز رقمية متعدّدة الخانات أو من رموزٍ أبجديةٍ رقمية. ترمز الخانة الأولى عادةً إلى رقم الطابق حيث يشير 0 إلى الطابق الأرضي و1 إلى الطابق الأول وهكذا دواليك. بالمقابل ترقّم الطوابق التحت أرضية بأرقام سالبة. في حال وجود عدّة أجزاء للمبنى منفصلة بشكلٍ واضح عن بعضها البعض يمكن إضافة حرف أو رقم لتمييز جزء المبنى.

تمّ اعتماد نظامين مختلفين لتوزيع أرقام الفراغات في كل طابق. يمكن وفق النظام الأول ترقيم الفراغات بدءاً من الشمال باتجاه عقارب الساعة، ووفقاً للنظام الثاني يمكن ترقيم الفراغات وفقاً لترتيب جدولتها. يبدأ الترقيم بالرقم 1 اعتباراً من الفراغ الواقع مباشرةً خلف المدخل الرئيسي للطابق. يُعدُّ التطبيق الحازم لطريقة شاملة ووضع أرقام الفراغات في مخطّط عام أمراً حاسماً.

يلي ذلك في الختام تسمية الجدران والتي عادةً ما تكون موجّهةً وفق الاتجاهات الجغرافية: a للشمال، b للشرق، c للجنوب و d للغرب. تسمح الاتجاهات المركّبة بمراحل متوسّطة مثل الشمال الشرقي وما شابهه.

كمثال على ذلك يُقرأ معيار الترميز A0.12b كما يلي:

A	تدلّ على جزء من المبنى
0	تدلّ على الطابق الأرضي
12	يشير إلى الرقم المتتالي للفراغ
b	يشير إلى الاتجاه نحو الشرق

يمكن تسمية الأبواب والنوافذ بشكلٍ مستمر بالنسبة لكامل المشروع (النوافذ F1، F2، F3 ... والأبواب T1، T2، T3 ...) أو يمكن تعريفها بشكل أدقّ وفقاً للفراغ والجدار (مثال على النوافذ A0.12F1a، 0.12F2c .... والأبواب وفق نفس المنوال ولكن تبدأ بـ T).

* يدلّ حرفا F و T على بادئتي كلمتي Fenster و Tür أي نافذة وباب باللغة العربية (المترجم).

هيكلة البيانات وفق الموضوع وإمكانيات التوسعة

لتسهيل فهم المعلومات الوفيرة يجب تقديم هيكلية تنظيمية واضحة وموضوعية والتي تدعم العثور السريع على البيانات المطلوبة وتسمح باستخدام هادف للسجل الوصفي للمبنى خلال كامل فترة معالجة المشروع. بالإضافة إلى بيانات الوضع الراهن للمبنى قبل البدء بالتدابير المخطّطة، يمكن أن يحتوي السجل الوصفي بشكلٍ مكمّلٍ على المعلومات المتعلّقة بالمخطّطات أو المستندات الموجودة وعلى حقول التسجيل وتوثيق سير التدابير.

تقدّم الصفحتان التاليتان إمكانيةً للهيكلة:

نموذج لإعداد سجلّ وصفي لمبنى

١. المبنى العنوان، وربما معلومات حول المالك

٢. من الخارج ٢ـ١ الموقع
٢ـ٢ المرافق الخارجية
٢ـ٣ البنية العامّة ضمن المسقط
٢ـ٤ الواجهات

٣. من الداخل مخطّط عام توجد فيه جميع الفراغات وأرقام الفراغات بدءاً من الطابق الأرضي، يتمّ الترقيم ضمن كلّ طابق باتجاه عقارب الساعة أو وفق ترتيب الجدولة.

٣ـ١ توثيق كلّ فراغ على حدة

رقم الفراغ والأبعاد الأساسية، مساحة الفراغ (بالمتر المربّع)، ارتفاع الفراغ، موقع الفراغ ضمن المخطّط العام (المسقط)

٣ـ١ـ١ الجدران

الإنشاء
مواد حجارة الجدار (على سبيل المثال قرميد، دبش، الحجر المنحوت، الحجر النهري)
ربط حجارة الجدار(على سبيل المثال ربط إنكليزي، رأسي، طولي، يوركشاير)
الإنشاءات الخشبية (على سبيل المثال هيكل خشبي، نصف خشبي، طريقة تصالب العمود والعارضة) حشوة الهيكل الخشبي (على سبيل المثال زخرفة شبكية، لفافات طينية، ألواح خشبية،قرميد، لبِن) الخرسانة المسلّحة أو المكشوفة (على سبيل المثال خشنة السطح، مصقولة، محجّرة، ذات سطح خارجي مرصوف بالحصى)
الإكساء
السطح
المواد (على سبيل المثال الحجر الطبيعي، بلاط السيراميك، الألواح والحشوات الخشبية، كسوة جصّية، ورق جدران، طِلاء.إطار ملوّن أو رسوم جدارية)
يُسجَّل كلٌّ من هذه العناصر مع الوصف ومعلومات عن علامات الارتفاع عن سطح الأرضية المكسوّة الجاهزة وذلك من بداية وحتى نهاية المقطع
الفتحات
النوافذ (على سبيل المثال نوافذ بابيّة مزدوجة، نوافذ بابيّة، نوافذ سقفية، التزجيج، المواد)
الأبواب (على سبيل المثال أبواب حشو، أبواب مصنوعة من الألواح الخشبية، المواد)
الملاحظات الأخرى
اتصال الجدار مع الأرضية أو السقف
التجهيزات التقنية
الأضرار
٣ـ١ـ٢ السقوف
الإنشاء
الخشب (على سبيل المثال سقف ذو دعامات خشبية، مجوّف، سقف من دعامات وألواح خشبية)
سقف أصمّ (على سبيل المثال مبني من القرميد أو الخرسانة). سقف مقبّى (على سبيل المثال سقف متعدّد العقود، عقد برميلي، عقد مقبّب، عقد متصالب مع أو بدون أضلاع).
السطح (على سبيل المثال كسوة خشبية، كسوة جصّية، ورق جدران، زخرفة أو رسوم على السقف، زخرفة جصّية)
الملاحظات الأخرى
التقنية
الأضرار

٣ـ١ـ٣ الأرضيات
الإنشاء
السطح (على سبيل المثال تراب، بلاطات حجرية، بلاط سيراميك، قرميدٍ ملاط جصّي، كسر رخام، بولي فينيل كلوريد أو PVC، المشمّع، ألواح خشبية، باركيه، سجّاد) الحجم (مقاساً بالسنتمتر)، اللون، النمط أو التصميم عند الاقتضاء
الملاحظات الأخرى
التقنية
الأضرار

٣ـ١ـ٤ التجهيزات الثابتة
النوع
وصف موجز
تحديد الموقع

٣ـ١ـ٥ حسب المشروع، سرد معلومات عن:
الاستخدامات الحالية
تاريخ التشييد والاستخدام
الأرشيفات والمخطّطات والوثائق المتوفّرة
التقدير من منظور الحفظ على المباني التاريخية
الدلائل ذات القيمة الترميمية
المفهوم المعماري
الدلائل الإنشائية

٣ـ١ـ٦ التوثيق الفوتوغرافي اللاحق لكل فرع
يجب أن تتضمّن جميع الصور لوح تصوير ومقياس.

٣ـ٢ سقف المبنى (في الحالة المثالية يتوفّر رسمٌ تخطيطي لكلّ سطح مع تحديد الموقع على المسقط)

٣ـ٢ـ١ الإطار الحامل للروافد
التحقّق من الحمولة ورسم الأضرار
٣ـ٢ـ٢ الروافد الإنشائية
التحقّق من الحمولة ورسم الأضرار
٣ـ٢ـ٣ الروافد الوركية
التحقّق من الحمولة ورسم الأضرار

إعداد البيانات

يجب تصميم السجل الوصفي للمبنى بحيث تكون جميع المعلومات متاحةً ومقروءةً بسهولة. لهذا الغرض تُحبَّذ صياغة السجل الوصفي على شكل جدول يحدّد مكان كل عنصر بحيث يمكن دائماً العثور على نفس المعلومات المتعلّقة بفراغات مختلفة في نفس المكان. من المفيد أيضاً تحديد المصطلحات الواجب استخدامها لتحقيق أعلى درجة ممكنة من المنهجية. يمكن تنفيذ ذلك على شكل قائمةً منسدلة في ملفّ Excel أو على شكل خيارات محدّدة مسبقاً في ملفّ Word أو من خلال مواصفات كتابية مُحدَّدة عند استخدام نسخة يدوية. كلما كانت الأوصاف أقصر وأكثر إيجازاً كلما زادت فائدة السجل الوصفي أكثر. يمكن من حيث المبدأ إعداد السجل الوصفي في الموقع يدوياً أو باستخدام الكمبيوتر حيث يعتمد اختيار الطريقة على طبيعة المبنى المدروس وظروف العمل في الموقع.

ينبغي أن يشغل رقم الفراغ في الجدول رقعةً مكشوفةً (كالزاوية اليمنى أو اليسرى العليا وفقاً للّغة المستخدمة) وذلك لأنها تؤمّن سرعة التوجّه. يجب أن تملأ المعلومات العامّة المتعلّقة بالفراغ وموقعه في مخطّط المسقط العام القسمَ التالي. يلي ذلك التوثيق الذي يُقَسَّم إلى مجموعات أصغر من الجداول والذي يجب أن تكون هيكليته مصمّمةً بما يناسب أهداف المشروع. وهكذا قد يكون من المنطقي أيضاً وصف الفراغات ككلّ فقط وليس كلّ جدار على حدة أو أنه يجب إيلاء اهتمام خاص بتفاصيل معيّنة. يُكمل التوثيق الفوتوغرافي الختامي الوصف. من المهمّ هنا أن تتضمّن جميع الصور معلومات عن الاتجاهات وذلك إلى جانب رقم الفراغ أو رقم الجدار.

الصور ولوح التصوير

غالباً ما تُنتَج كميات كبيرة من الصور في سياق المشروعات والتي يصعب تصنيفها إذا لم تتمّ إدارتها بطريقة منظّمة. لذلك يوصى بعرض المعلومات الهامة على الصورة نفسها مباشرةً بحيث لا يمكن فقدان هذه البيانات حتى في حالة إعادة تسمية الملفّات.

لذلك فإنّ المعلومات التي يجب إدراجها هي: المقياس (على سبيل المثال عصا مترية متضمّنة في الصورة)، إذا لزم الأمر سهم الشمال، رقم الفراغ، رقم الجدار، رقم الصورة، التاريخ واسم المبنى. من العملي استخدام لوحة قابلة للطيّ والتي تكون على شكل كتلة ملفوفة بشكل لولبي وسهلة الاستخدام.

لوح التصوير
آ) كلوحٍ جاهزٍ مرنٍ وقابل للطي

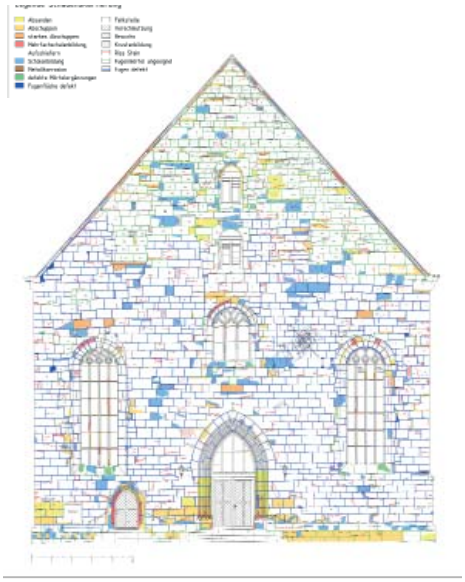
ب) يمكن قراءته بسهولة على الصورة مما يساعد على إمكانية التحديد اللاحقة لحالة الفراغ

بشكلٍ عام يجب الانتباه إلى حدوث أقلّ تشويه ممكنٍ للصور. يُفضّل استخدام إضاءة منتظمةً للفراغ مع أوقات تعرّض طويلة للضوء على التصوير باستخدام الفلاش. يجب ضمان إنتاج صور فوتوغرافية ذات قابلية جيدة للأرشفة كما يجب أن تكون أسماء الملفّات مفهومة وأن تكون الملفّات ضمن هيكلية منظّمة.

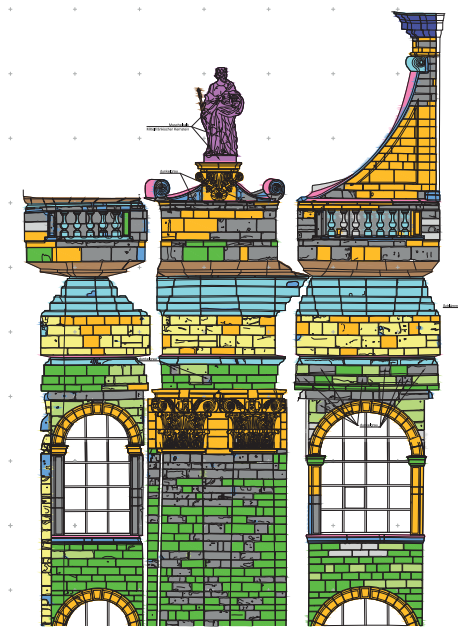
٤ـ رسم الخرائط ومخطّطات المراحل الإنشائية

غالباً ما تُستخدم مخطّطات الرفع المعماري كأساس للتوثيق بواسطة الرسم، حيث تشكّل خرائطً الأضرار والتدابير أساس أي عملية صيانة للمبنى. يتمّ غالباً توثيق المواد والأضرار والإجراءات الناجمة عنها. من المعتاد توثيق مواد البناء المعدنية والحجرية، تُظهر خرائط المواد الحجرية الأحجار الطبيعية المختلفة في مبنى ما حيث يمكن من هنا استنتاج التوظيف الهادف لنوعٍ معيّن من حجر البناء. من حيث المبدأ يجبً أن يكًون توثيق المواد المختلفة وثيق الصلة. يتمّ توثيق الأضرار السطحية الناجمة عن التأثيرات البيئية أو الصقيع مثل التفتّت إلى حبيبات رملية أو التشظّي أو تشكّل القشور السطحية إلخ، وكذلك الأضرار التيٍ تحدث في بنية الحجر بسبّب الرطوبة مثلاً أو التدابير المضادّة المتّخذة بالفعل (الحماية الكيماوية من الرطوبة). في الحالة المثالية يتمّ إجراء التوثيق من قِبل خبراء قادرين في نفس الوقت على اقتراح تدابير لإزالة الضرر وتأمين المادّة التاريخية ضمن خطط منفصلة.

لإدراج الخصائص المراد توثيقها يتمّ وضع علامات دالّة عليها باستخدام الألوان أو التهشير على الرسومات الخطّية التابعة لمخطّطات الرفع المعماري، تُحدّد هذه العلامات ضمن مفتاح المصطلحات المرفق على الرسم. يمكن وضع العلامات بشكل يدوي على المخطّطات المطبوعة أو يمكن إضافتها أيضاً على رسوم CAD باستخدام برمجية رسمٍ خاصّة.

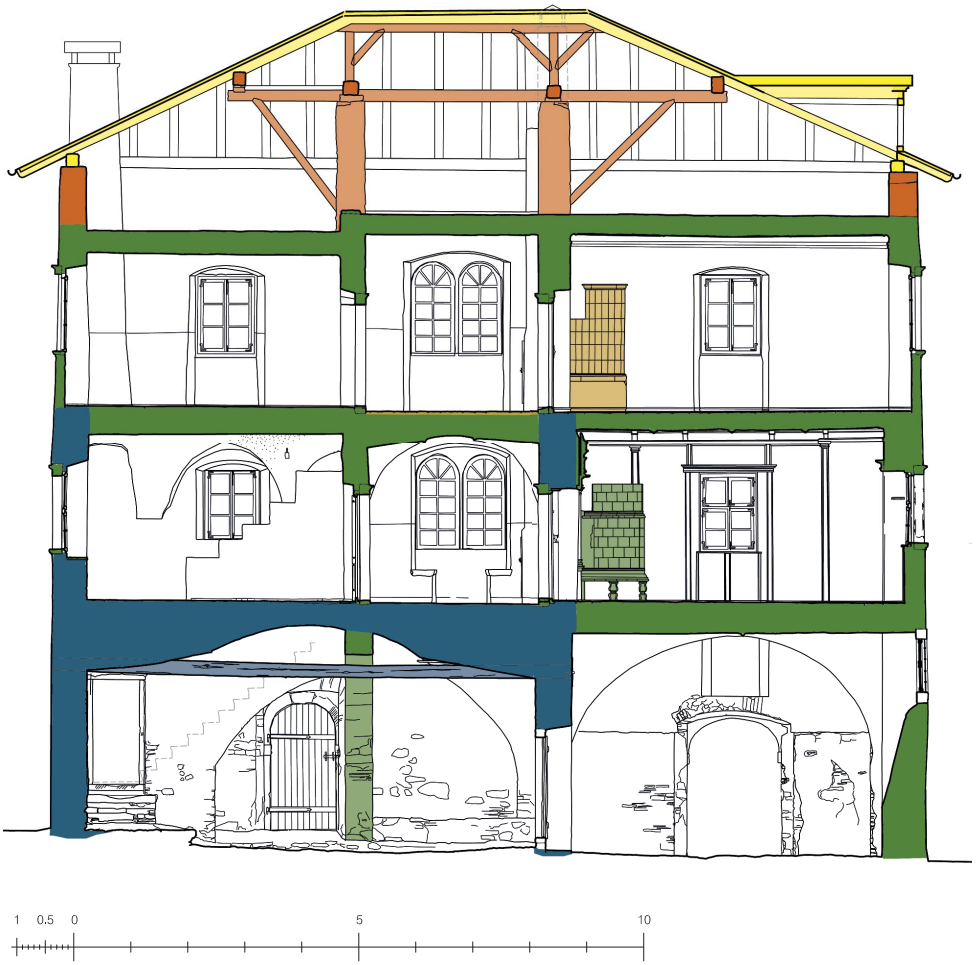


توثيق الأضرار على مخطّط مبنى كنيسة ريغيزفيندس، لاوفن أم نيكار (المكتب الهندسي *Strebewerk*، المهندسان ريغلر وليبله، شتوتغارت)



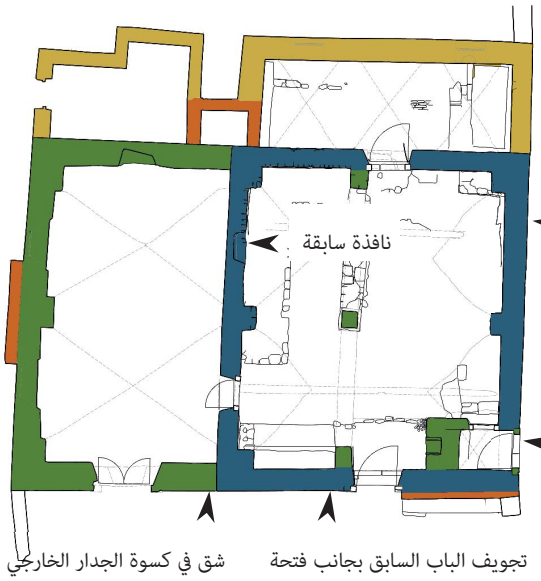
بازيليكا فاينغارتن، توثيق الأضرار
الحاصلة في المواد الحجرية (المكتب الهندسي *Strebewerk*، المهندسان ريغلر وليبله، شتوتغارت، استناداً على المخطّط الموضوع من قبل مكتب فيشر الهندسي لأعمال المسح والمساحة التصويرية)

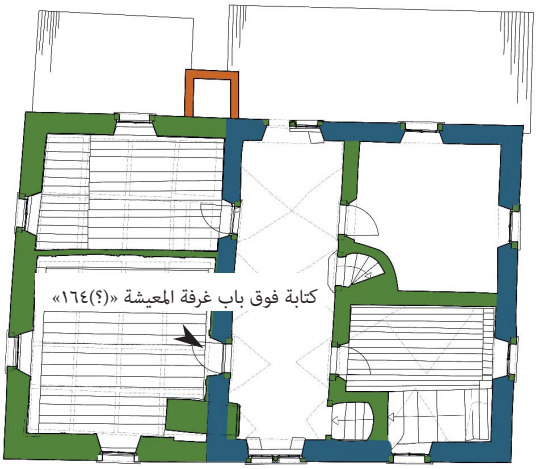
كنتيجة للرفع المعماري وكلّ الدراسات المرافقة التي أجريت يمكن إنشاء مخطّط لمراحل تشييد المبنى، والذي يُبيّن التسلسل الزمني لكلّ مكوِّنٍ من مكوِّنات المبنى ويسمح باستخلاص النتائج فيما يتعلّق بالتطوّر المعماري وتصميم المبنى. إذا أظهر تحليل هيكل المبنى وجود عدّة مراحل إنشائية فسوف يتمّ تخصيص لونٍ لكلٍ منها تُحدّد به أقسام المبنى الممثّلة لتلك المراحل على المخطّط. تتراوح الألوان من الغامق (قديم) إلى الفاتح (حديث). يُحدّد مفتاح المصطلحات مقياس اللون بالنسبة إلى التصنيف الزمني للمرحلة الإنشائية. يمكن التصنيف وفقاً لفترات زمنية محدّدة شريطة أن تكون هذه الفترات ذات تسميات وحدود واضحة، كما يمكن لها أن تمثّل تأريخاً نسبياً يُظهر أنّ شيئاً ما يجب أن يكون قد بُني قبل أو بعد بناء عنصر آخر ولكن بدون القدرة على تعريف فترةٍ زمنيةٍ محدّدة.

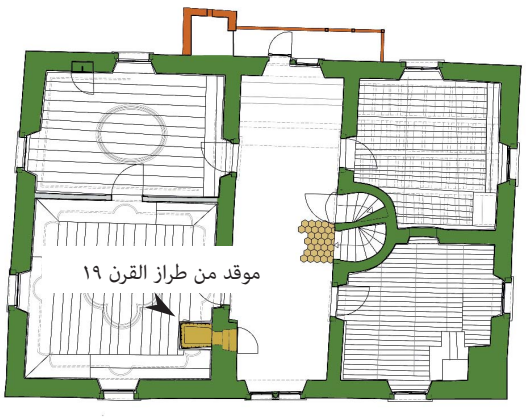


مقطع طولي لمبنى „أونترر إنغرامهوف" في ماتسون (جنوب التيرول) مع تحديد المراحل الإنشائية.
يظهر المبنى الأساسي الأصلي (الأزرق) بوضوح بسبب تلوينه.

مساقط (الطابق الأرضي والأول والثاني) من مبنى „أونترر إنغرامهوف" في ماتسون (جنوب التيرول) مع التمييز اللوني للمراحل الإنشائية.







الوصلات الخشبية وعلامات الربط في هيكل السقف الخشبي لدير السيدة مريم العذراء في إنغولتشتات

٥ـ طرق التأريخ

يمكن تصنيف المباني وأجزاء المباني زمنياً بواسطة طرقٍ مختلفة. حيث يمكن العثور على أدلّة على عمر المبنى على شكل نقوش كتابية في المبنى نفسه، أو في الأرشيفات وملفّات الإنشاء، أو يمكن استنتاج هذه الأدلّة من الزخرفة المعمارية التي تدلّ على فترة التشييد الزمنية. حتى اللقى مثل العملات المعدنية أو التواريخ في الصحف القديمة يمكن أن توفّر طرق تأريخ جيّدة. بالإضافة لذلك توجد طريقتان علميتانً شائعتان لتحديد عمر المبنى: التأريخ الشجري وتأريخ الكربون المشع. أما في داخل المبنى فيمكن أيضاً تأريخ أجزاء المبنى بالاعتماد على علاقته ببعضها البعض، توفّر الفواصل الإنشائية على سبيل المثال دلائل على توسعة لاحقة للمبنى. سيتمّ عرض كلّ من طرق التأريخ هذه بإيجاز.

يمكن استخدام النقوش الكتابية داخل المشيّدات لتأريخ المباني أو أقسام المباني أو التجهيزات داخل المباني. غالباً ما يتمّ العثور على النقوش على دعامات الزوايا البارزة في المباني ذات الهيكل النصف خشبي أو منحوتةً على سواكف الأبواب والنوافذ في المباني الحجرية. توجد أيضاً أمثلة كثيرة على معلوماتٍ مرسومة متعلّقة بالتواريخ، هكذا معلومات قد تتضمّن تواريخ التشييد أو التجديد، أو الأحرف الأولى من أسماء مالك المبنى أو أسماء أخرى. يجب معاينة الكتابات بشكل دقيق وناقد حيث أنها أيضاً يمكن أن تحدّد المراحل الإنشائية أو التجديدات اللاحقة.
في المبنى المستخدم كمثال في إنغرامهوف توجد كتابتان مؤرِّختان: الأولى „١٦٤٢" على ساكف باب المدخل المطلّ على الشارع والثانية „١٦٤(؟)" فوق باب غرفة المعيشة في الطابق الأول.

المصادر التاريخية تشمل النصوص والرسومات المنشورة والأرشيفات غير المنشورة. يمكن للمصادر التاريخية أن تقدّم أدلّة بصرية لتحديد العمر، وذلك بشرط أن تحتوي الأرشيفات على مخطّطاتٍ ورسوماتٍ أو صورٍ توثّق وضعاً زمنياً محدّداً للمبنى. يمكن أن تتوفّر الأدلّة التأريخية بشكلٍ كتابي أيضاً. فغالباً ما تحتوي الفواتير أو السجلّات المنزلية أو كتب وصف الرحلات أو العمارة على معلوماتٍ متعلّقة بتواريخ تشييد أو تغيير المباني. اعتُمدَ في السنوات الأخيرة على المخطّطات العقارية وملفّات البناء الرسمية كمصدرٍ جيّدٍ للتأريخ.

تمّ التطرّق إلى اللقى المؤرِّخة في الفصل و. ٢ لذا ستُذكَر هنا بإيجازٍ كخيارٍ للتأريخ. يمكن في الأماكن قليلة الارتياد مثل القبو أو العُلّيات أو التجاويف العازلة تحت الأرضيات الخشبية العثور على لقى مؤرِّخة رئيسية كالعملات المعدنية والأوراق والصُحف أو لقى مؤرِّخة ثانوية كالأشياء المميِّزة لفترة زمنية ما مثل الملابس أو الحلي أو الأدوات المنزلية، حيث يمكن لهذه الأشياء أن تلبث لفترة زمنية طويلة في تلك الأماكن. يمكن أيضاً العثور على صفحات صُحفٍ أو أوراق قديمة تُستخدم كطبقات تسوية خلفَ ورق الجدران الفاخر القديم، هذه المواد يمكن على الأقل أن تساعد على تحديد الفترة الزمنية التي أُعيد خلالها تجديد ديكور الغرفة.

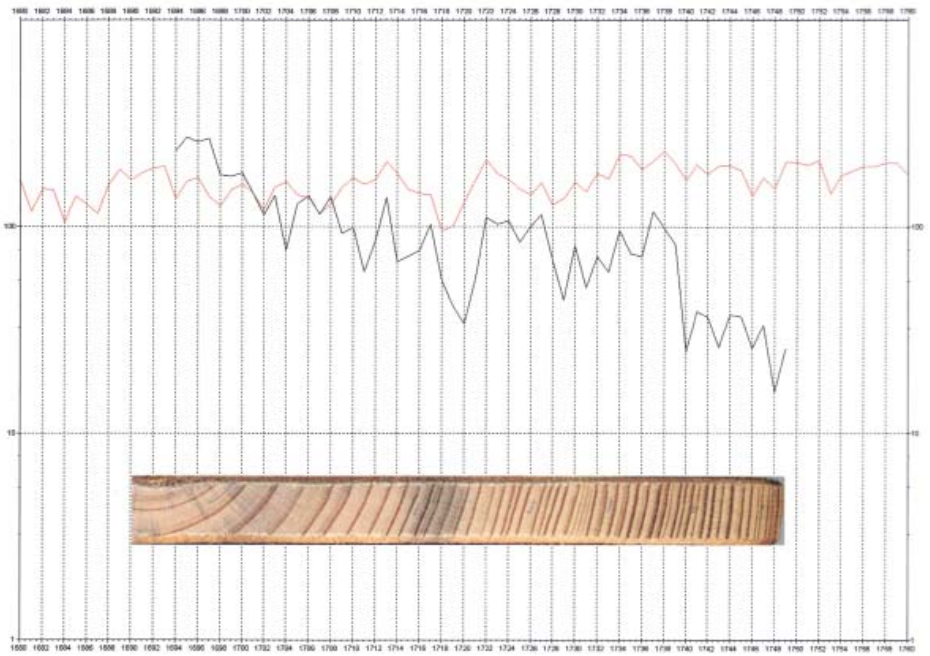
يمكن من وجهة نظرٍ متعلّقة بتاريخ الفنّ أو الأسلوب الفنّي وبفضل تصميماتٍ معمارية معيّنة أو زخارف أو أشكال زينة وضع حدود زمنية لفترات التشييد. هذا يشمل على سبيل المثال أحجام النوافذ وشكلها، تزيين الجدران والسقوف بالرسومات أو الزخارف الجصّية أو اللوحات الخشبية، بالإضافة إلى المواقد وغيرها من وسائل التدفئة وطبعاً هذا كله على سبيل المثال لا الحصر.
أُمكن في المبنى المدروس في إنغرامهوف تأريخ النوافذ من وجهة نظرٍ متعلّقة بتاريخ الفنّ ضمن فترة الباروك، وذلكً نظراً لأن نوافذ الطابق الأول من الطراز المزدوج الفتحات في حين أنّ الإطارات والدرفات الخشبية والمقاطع الجانبية

عيّنات ثقب اسطوانية من „أونترر إنغرامهوف" من أجل تحديد عمر الخشب (من الأعلى إلى الأسفل: أنبوب نقل العيّنة، رأس المثقاب، عيّنة الثقب)

لنوافذ الطابق الثاني تشير إلى أسلوب تعشيق خشبي أنيق. بالإضافة إلى ذلك تقدّم طريقةً تصنيع الأسطح الزجاجية الخاصّة وأسلوب تجميعها عادةً خصائصَ تسمح بتحديد الفترة الزمنية. تمثّل التركيبات المثبّتة على الجدار مثل الألواح الخشبية المزخرفة في غرف المعيشة في الطابقين الأول والثاني دلائل على مرحلةٍ معيّنة من التأثيث.

تُقسم الطرق العلمية للتأريخ إلى قسمين: الأول يعتمد على تحديد فترة نمو الأشجار عن طريق القياس الدقيق لحلقات الشجر في العيّنات الخشبية، الثاني يعتمد على تحديد الزمن منذ نهاية التطوّر البيولوجي وذلك من خلال تقييم عامل اضمحلال نظير الكربون C١٤.

بالنسبة للتأريخ الشجري يجب أخذ عيّنات من القطعة الخشبية المدروسة باستخدام مثقاب استخراج عيّنات أسطوانية، وهذه العيّنات يجب أن تلبّي عدّة متطلّبات فيما يتعلّق بطول العيّنة وموضع أخذ العيّنة ونوع أخذ العيّنة. يمكن لباحث العمارة التاريخية أخذ العيّنة بنفسه في الموقع، لهذا الغرض يجب أخذ العيّنات من الكتل الخشبية الضخمة مثل عوارض الجملون الرابطة أو عوارض السقف أو عوارض الشدّ في الأقبية أو القوائم في المباني نصف الخشبية أو قوائم الجملونات. تتوفّر مثاقب استخراج العيّنات بسماكاتٍ مختلفة حيث يتراوح قطرها من ٢ حتى ٥ سم. من وجهة نظر أبحاث العمارة التاريخية يُفضّل أخذ العيّنات الرفيعة لأنها تترك أقل أذى ممكن على القطعة المدروسة، إلا أنّ كلّ من المثاقب الرفيعة والعيّنات الأسطوانية الدقيقة معرّضة للأذى أكثر من السميكة. المهمّ هو وجود ثقب قطري يقطع حلقات الشجرة بأكبر استقامة ممكنة وكلما كبر عدد الحلقات الموجودة في العيّنة، كلما أصبح التأريخ أكثر دقّة. يمكن تحديد التاريخ الدقيق لقطع الشجرة فقط عندما تكون طبقة اللحاء الخارجية الطبيعية موجودة في العيّنة. يتمّ التقييم من خلال مكاتب متخصّصة تقوم بصقل وتلميع عيّنات الثقب ومن ثم تقوم تحت المجهر بالقياس الدقيق لعرض حلقات الشجر الناجمة عن فصلي الصيف والشتاء. تُنقل القيم المقاسة إلى رسم بياني ومن ثم تُقارن بالمنحنى القياسي الممتدّ على مدى قرون. يتمّ إنشاء المنحنيات القياسية من خلال تحرٍّ جموعي طويل الأمد لكلّ نوع شائع من خشب البناء كما يتمّ التحقّق من دقّة هذه المنحنيات من خلال مقارنة قيّم تحديد العمر مع المصادر التاريخية. تختلف هذه المنحنيات وفقاً للمنطقة لذا ينبغي اختيار العيّنات الأقرب إلى موقع المبنى. من خلال التصنيف بواسطة المنحنيات القياسية يمكن تحديد فترة نمو الشجرة. تصل الدقّة في الحالة المثالية إلى درجة أن يتمّ تحديد نصف العام الذي تمّ فيه قطع الشجرة. تجدر الإشارة إلى أنه ليس بالضرورة أن

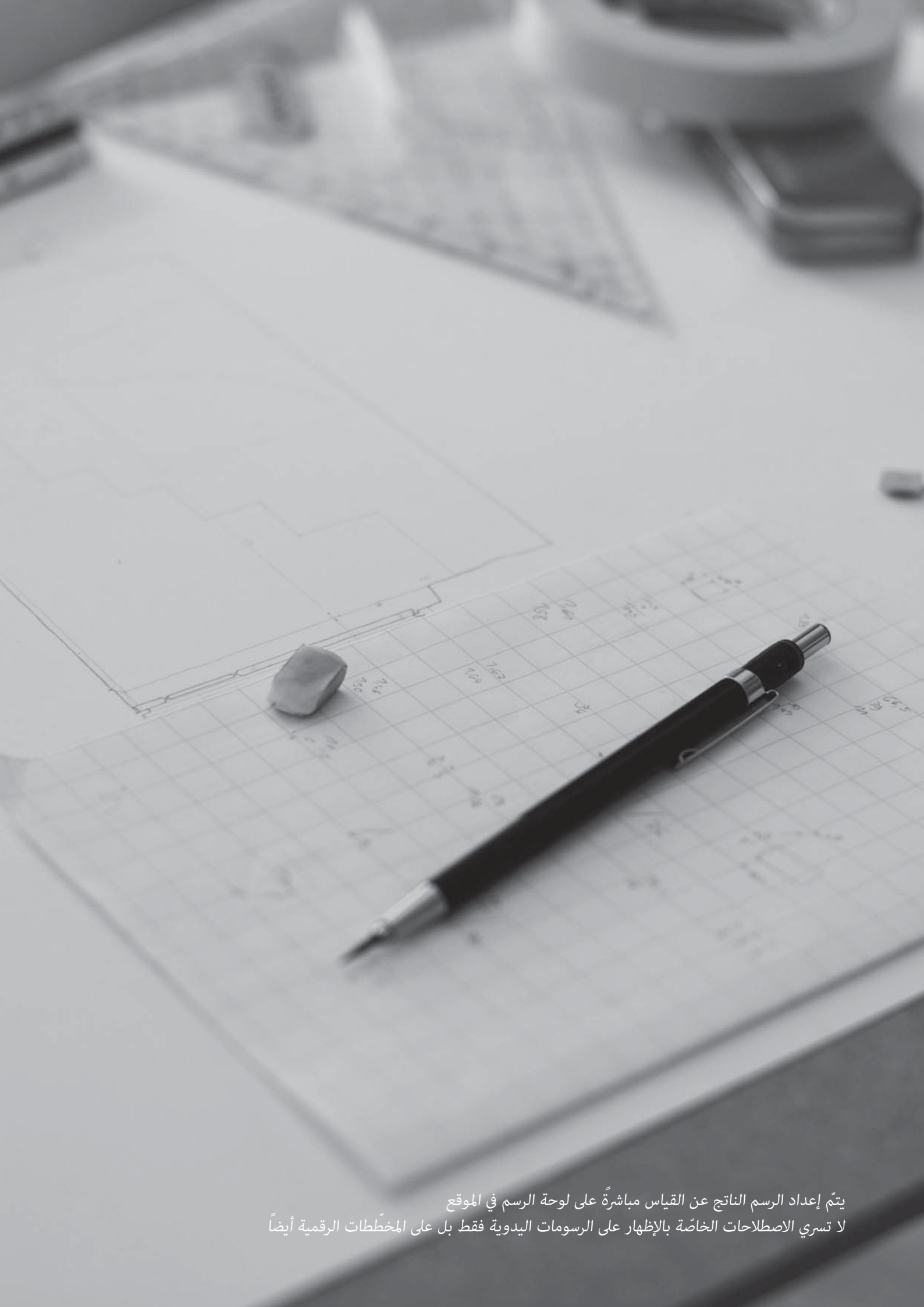


تقييم تحديد عمر الأشجار من خلال مقارنة المنحنى القياسي (الأحمر) مع المنحنى الخاصّ بعيّنة الخشب (الأسود)

تُستَخدَم الأخشاب في البناء مباشرةً بعد قطعها أو أنها ربما كانت قد استخدمت بشكل ثانوي في الموقع. من أجل تحديد المراحل الإنشائية في المبنى في إنغرامهوف تمّ أخذ عيّنات من سبع قطع خشبية، إلا أنّ جزءاً صغيراً فقط من هذه العيّنات كان قابلاً للتقييم. أسفرت نتائج التقييم للعيّنات خاصّة من العوارض الخشبية في الطابق الأرضي هنا عن وضع تأريخ في عام ١٤٩١.

وفق طريقة التأريخ بالكربون المشع التي طوّرها ويلارد فرانك ليبي في عام ١٩٤٦ يمكن تحديد عمر المواد العضوية المحتوية على الكربون من خلال انخفاض عدد ذرّات الكربون C١٤ وفقاً لقانون الاضمحلال. العيّنات المناسبة لهذه الطريقة هي جميع المواد العضوية من المبنى قيد الدراسة: الخشب والألياف النباتية ومواد البناء حيوانية المنشأ وما إلى ذلك. يتمّ تعويض نظير الكربون الخاصّ عند الكائنات الحيّة باستمرار من خلال التزوّد بالكربون من المحيط الحيوي وبالتالي تظلّ نسبة هذا النظير ثابتة ولا تضمحل إلا عند موت الكائن. بما أنّ عمر النصف للتحلّل الذرّي معروف فيمكن للمختبرات الخاصّة أن تحسب الفترة التي مضت منذ موت الكائن الحي وذلك بتطبيق تقنية مطيافية الكتلة المسرّعة على كمية قابلة للقياس من ذرّات الكربون C١٤ المتبقية. تتراوح الفترة القابلة للاختبار ما بين ٣٠٠ و٦٠٠٠٠ سنة. يبلغ مقدار عدم دقّة التأريخ عدّة عقود. من المهمّ الانتباه إلى صفاء العيّنة من الشوائب الحديثة كآفّات الخشب على سبيل المثال.

تمثّل طريقة التسلسل الزمني النسبي لمكوّنات البناء مع بعضها البعض إحدى طرق التأريخ المطلق وقد جرى التطرّق لها في الفصل و.٢ المتعلّق بدراسة الموجودات المعمارية. يمكن لموجودات مثل الفواصل أو الوصلات الإنشائية أو التغييرات أو التعويضات أو إضافات الأبواب والنوافذ أن تقدّم بالاستناد على موادها وسياقها دلائل متعلّقة بالترتيب الزمني الخاص بتاريخ مبنىً ما، حيث يلعب سياق الموجودات دوراً بارزاً هنا. كما هو مبيّن في الشكل الموجود في الأسفل الموجود في الصفحة ٨١ يمكن لطبقات الإكساء القديمة أن تمتد خلف جدار مضاف لاحقاً بينما تنحني الطبقات الحديثة على الزاوية التي شكّلها هذا الجدار. وهكذا يمكن استناداً على المرحلتين الإنشائيتين المختلفتين تحديد وضع المبنى قبل إضافة هذا الجدار من جهة ومن جهة أخرى تحديد زمن إجراء هذا التغيير مقارنةً بكامل المبنى.



يتمّ إعداد الرسم الناتج عن القياس مباشرةً على لوحة الرسم في الموقع
لا تسري الاصطلاحات الخاصّة بالإظهار على الرسومات اليدوية فقط بل على المخطّطات الرقمية أيضاً

ز. ملحق

١ـ الإظهار

معايير الرسم: أنواع الخطوط وثخانتها

تم الاتفاق على معايير رسم عامّة من أجل تحسين قراءة الرسومات. وهذا يشمل تعيين بعض أنواع الخطوط وثخانتها وفقاً لمحتوى المبنى المرسوم. لا تميّز معايير الرسم بين مخططات الأبنية القائمة أو الجديدة، وكذلك بين الرسوم اليدوية ورسومات CAD. عند معاينة رسم مسقط ما يمكن وفقاً للخط المستخدم معرفة ما إذا كان المبنى موجوداً في مستوى القياس، أي أنه مقطوع، أو أنه يقع تحت هذا المستوى وبالتالي يُشاهد من الأعلى أو من الأسفل. تنطبق هذه المعايير على المقاطع والواجهات أيضاً.

سوف تُقدّم هنا أربع مجموعات من أنواع الخطوط وثخانة الخطوط هنا كمعايير رسم ملزمة:

تُرسم العناصر التي تُقطع في رسم المسقط بخطٍ ثخين ومستمر، كأمثلة على هذه العناصر يمكن ذكر الجدران والدعامات والمواقد والخزانات المرتفعة، في حين تُظهر الأرضيات أو الدرجات وما شابهها كمسقط حيث تُستخدم خطوط مستمرّة أيضاً ولكن أقلّ ثخانة. في المقطع، تُرسم الجدران المقطوعة بخطوط أثخن من تلك المستخدمة في إظهار الحواف الخارجية المرئية لمكوّنات البناء. عند رسم مقطع مارٍ من خلال جدار به باب أو نافذة، يتم رسم الجدار المقطوع والجزء المقطوع من الإطار بخطوط أثخن من تلك المستخدمة في إظهار واجهة الإطار والحواف الظاهرة غير المقطوعة.

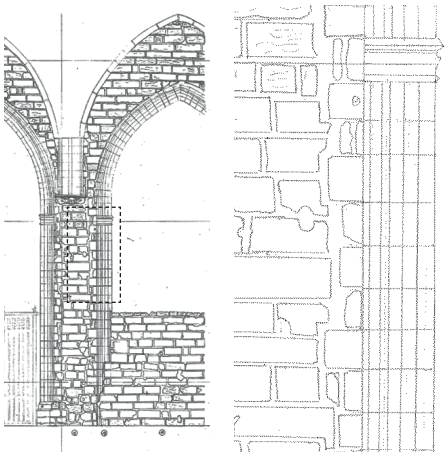
تُرسم إسقاطات الأجزاء المعمارية التي تقع فوق أو خلف مستوى القياس كالنوافذ أو الجوائز أو العقود بشكل منفصل مع خطوط رفيعة متقطّعة. تستخدم الخطوط الرفيعة المتقطّعة في إظهار الخطوط التي يُخمَّن مرورها ولكن لا يمكن التحقق من مسارها بشكل موثوق من خلال القياسات، كالفواصل بين أجزاء البناء أو المناطق التي يتعذّر الوصول إليها. تُستخدم الخطوط المتقطّعة أيضاً في إظهار الحواف المخفية بسبب وجود أجزاء فوقها أو أمامها، كالتقاطعات السفلية لدرجات السلالم.

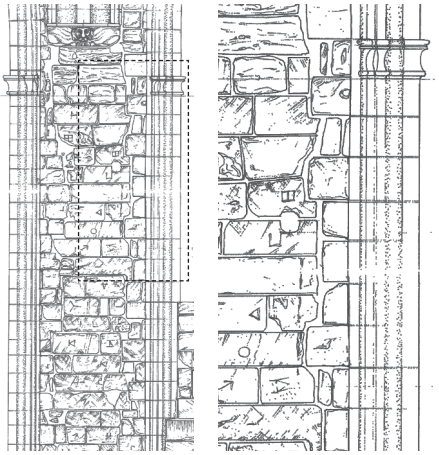
في حالة الرفع اليدوي التقليدي، تظهر الخطوط الرفيعة المنقّطة والمتقطّعة نظام القياس على المخطّط. تُرسم كلّ من محاور الحبال أو الليزر التابعة لشبكة القياس الرئيسية بالإضافة إلى شبكة القياس الثانوية باستخدام خطوط رفيعة للغاية ومتقطّعة ومنقّطة ومرسومةً بقلم رصاص صلب.

أنواع الخطوط وثخانتها

الخط	النوع والثخن	الاستخدام / المعنى
———	خط ثخين ومستمر	الحواف المقطوعة
———	خط رفيع ومستمر	حواف الواجهة / حواف المسقط
- - - - - -	خط رفيع ومتقطع	المساقط، المساقط السفلية،الحواف المخفية
— — —	خط رفيع ومتقطع ومنقط	نظام القياس

مقارنة دقّة الإظهار:
على اليسار يمكن رؤية المخطّط
الأصلي المصغّر (الأعلى: *1:50*، الأسفل: *1:20*)، إلى اليمين المقطع
المُكبّر في كلا مستويي الدقّة.





<u>درجات الدقّة</u>

هناك ضوابط متدرّجة لتحديد دقّة القياس في بعض الولايات الاتحادية الألمانية وكذلك في النمسا. فهي تحدّد دقّة القياس والإظهار وتخدم إمكانية المقارنة بين العروض، لا سيّما تلك المتعلّقة بزمن الإنجاز المحسوب، وتمثل الحدّ الأدنى لمتطلبات تنفيذ قياسٍ ما. لذلك يجب التمييز بين درجات الدقّة المزعومة هذه من حيث مواصفات دقّة القياس ودقّة الإظهار.

<u>دقّة القياس ودقّة الإظهار</u>

تعتمد دقّة القياس على عدة عوامل، كطريقة القياس وشبكة القياس (المستقلة) للإشارة إلى مكوّنات المبنى مع بعضها البعض بالإضافة إلى دقّة التنفيذ. يمكن بالفعل أثناء القياس التحكّم في دقّة القياس الخاصّة بالقياس اليدوي التقليدي المستخدم لشبكة الحبال من خلال تقريب القيم المُقاَسة نحو الأعلى أو الأسفل (بالضبط بمقدار أجزاء ٠,٥ سم على مقياس 1:10 أو قيم سنتيمتر كاملة على مقياس 1:50، ...). عادةً ما تكون دقّة القياس الخاصّة بالقياس المستخدم للتاكيومتر أعلى من الدقّة اللازمة للإظهار وذلك لأنها تصل دائماً لمدى الميليمترات. هنا يحتاج الشخص المسؤول إلى خبرة كافية للتمييز بين ما يجب قياسه وكيف، كما يجب أن يكون مدركاً لغرض الرفع المعماري.

تعتمد دقّة الإظهار على المقياس المستهدف أو مقياس الصورة وعلى أعلى دقّة رسم ممكنة ومجدية وفق طريقة الرسم، والتي تبلغ كدقّة رسم مباشرة ما يقارب نصف الميليمتر عند القيام بالرسم اليدوي في الموقع. لا يزال من الممكن إظهار جميع التفاصيل ذات الصلة عند رسم مخطّطات ذات مقاييس كبيرة مثل 1:10، 1:25/20، بالنسبة لمخطّطات المقاييس الأصغر من 1:50 و1:100 والتي غالباً ما تفضّلها مكاتب المهندسين المعماريين من أجل المعالجة اللاحقة يجب اختيار مقياسٍ يُظهر خصائص المبنى بما فيه الكفاية وفي نفس الوقت لا يبالغ في إثقال المخطّط بالتفاصيل فيما يتعلّق بالمقياس المستهدف. ومع ذلك، يجب الحرص على

الرسم الدقيق وتوفير أعلى كثافة ممكنة من التفاصيل حتى في المقاييس الأصغر. كلما زادت دقة الرسم، كلما قلّ مقدار خسارة المعلومات. يمثّل تدرّج دقة الإظهار في رسومات CAD إشكالية، حيث تتمّ رؤيتها عادةً على الكمبيوتر وليس على الورق عند الرسم اليدوي وفقط وفق المقياس المقصود وبالتالي فإنها تظهر على الشاشة غير دقيقة وبتفاصيل غير كافية. ومع ذلك، في الوقت نفسه، هناك خطر وجود درجة عالية جداً من التفاصيل التي قد تثقل كاهل الطباعة وفق المقياس المستهدف.

يمكن باختصار وصف درجات الدقة المحددة على النحو التالي (Eckstein ٢٠٠٣، صفحة ١١-١٣):

- درجة الدقّة I:

إظهار تخطيطي دون مراعاة الأضرار والتشوّهات المسجلة في المبنى (المقياس المستهدف 1:100)

ما سيتمّ إدراجه: الموقع وحجم فتحات الجدار وارتفاع الطوابق والعليّات وسماكات الجدار والسقف، يتمّ تسجيل هندسة الغرفة وزواياها بشكل صحيح من خلال قياسات قطرية، إظهارٌ مبسّط للهيكل نصف الخشبي المكشوف أو الإنشاءات.

الهدف: إظهار نوع مبنى وفق مخطّط مسقطٍ مفصّل صحيح. أولوية التسجيل لارتفاعات ومظهر المبنى من أجل تخطيط المشروع أو تدابير دون التدخّل في نسيج المبنى التاريخي.

- درجة الدقّة II:

قياس دقيق تقريباً (المقياس المستهدف 1:50 أو 1:100)

ما سيتمّ إدراجه: الهيكل الإنشائي بنسب صحيحة بما في ذلك التشوّهات ذات الصلة، يمكن إظهار تدابير التوسعة أو تفاصيل التصميم بشكلٍ مبسّط حسب أهميتها، دلالات على أوضاع إنشائية سابقة. إذا لزم الأمر يمكن توثيق الأضرار والإشارة بإيجاز إلى مواد البناء.

الهدف: إعداد مخطّطات مرتبطة ببعضها البعض (على سبيل المثال، واجهات، مقاطع، مستويات مساقط مع خطوط مطمار متعامدة معها) من أجل التسجيل الكامل للمبنى كأساس لإجراءات الصيانة أو تحديد المواضع الواجب ترميمها أو كجزءٍ من عملية جردٍ تقليدية.

- درجة الدقّة III:

قياس يسجّل التشوّه بدقّة (المقياس المستهدف 1:50)

ما سيتمّ إدراجه بالإضافة إلى الدرجة II: إنشاء وبنية جميع أجزاء البناء بما في ذلك الملامح السطحية ذات الصلة والفواصل الإنشائية والعلامات الحرَفية، بالإضافة إلى إظهار المناطق المخفية من الوصلات الخشبية، دلالات على أوضاع المبنى السابقة ذات الصلة بأبحاث العمارة التاريخية. إذا لزم الأمر، يستكمل تسجيل الأضرار في المبنى بإضافة وصف لمواد البناء والإنشاء وما إلى ذلك.

الهدف: توثيق دقيق ومُظهر للتشوّه عن طريق الرسم للمبنى باستخدام نظام قياس ثلاثي الأبعاد يسمح بإجراء بحث علمي تاريخي للبناء ويشكل الأساس لتدابير التغيير الإنشائي.

- درجة الدقّة IV:

قياس يسجّل التشوّه بدقّة مع إظهارٍ مفصّل (المقياس المستهدف 1:25 أو أكبر)

ما سيتمّ إدراجه بالإضافة إلى الدرجة III: إظهارٌ مفصلٌ للغاية لجميع التفاصيل الإنشائية والتصميمية، على سبيل المثال رسم خطوط مزدوجة للبناء الحجري ولوصلات بناء الهيكل نصف الخشبي بالإضافة إلى إظهار جميع الموجودات ذات الصلة بأبحاث العمارة التاريخية في عناصر المبنى الموجودة وفي آثار العناصر الزائلة.

الهدف: رفعٌ دقيق للغاية ومفصّل ومسجّل للتشوه بدقّة كأساس لأعمال الترميم والصيانة الصعبة وكأساس للتحليل العلمي للمباني المعقّدة.

التطبيق العملي لدرجات الدقّة

يجب أن تضمن الصياغة الملزمة لدرجات الدقة خلال ممارسة الحفاظ على المباني التاريخية نتائج قابلة للمقارنة للرفع المعماري المُجرى بواسطة باحثين مختلفين ولمبانٍ مختلفة. لا تعتبر درجات الدقّة ذات أهمية بالنسبة للبحث العلمي. إذا قامت الجهة المتعاقدة بذكر درجة دقّة معيّنة في المناقصة فإنها تقوم أيضاً بتحديد الهدف والوقت والتكلفة إلى حدٍّ ما. ترى وجهة نظر الممارسة المكتبية في هذا الأمر مزايا وعيوب: من حيث المبدأ يتمّ تحديد الحدّ الأدنى من المتطلبات فقط التي يجب التكليف بها والوفاء بها. تحرص الجهات المتعاقدة من القطاعين العام والخاص بطبيعة الحال دائماً على توفير التكاليف وترغب في الحفاظ على كلفة منخفضة قدر الإمكان للرفع المعماري، في حين أنّ مديريات الآثار غالبًا ما تريد كثافةً أكبر من التفاصيل. غالبًا ما تكون الحلول التوفيقية بدرجة دقّة أقل من الدرجة المرغوبة وخاصّةً لتوثيق الآثار التي تبدو أقل قيمةً مثل المنازل السكنية أو منازل المزارعين. لا تزال صياغات درجات الدقّة في الوقت الحالي في مرحلة التكيّف وذلك بسبب خطوات التطوّر الكبيرة لتقنيات أساليب المسح والإظهار.

دقّة الإظهار: المقاييس والتفصيل والتفاوت المسموح للقياس

تُعتمد مقاييس 1:20 أو 1:25 أو 1:50 بالنسبة لرسومات القياس. يعتمد اختيار المقياس على حجم المبنى وتعقيده ومستوى التفاصيل المرغوب. يمكن أن تختلف المقاييس المختارة داخل المشروع. في بعض الحالات على سبيل المثال بالنسبة للمباني الكبيرة ذات البنى الفراغية المعقّدة، من المنطقي إظهار المبنى بالكامل في مقياس 1:50 أو 1:100 من أجل إيضاح الأبعاد والعلاقات الهندسية وإبراز أجزاء فردية فقط ذات أهمية خاصة على مقياس من 1:20 أو على رسم تفصيلي.

تختلف درجةً التفصيل وبالتالي كثافة الموجودات والمعلومات المظهرة اختلافاً كبيراً بين المقاييس:

يُستَخدم مقياس 1:20/25 للمباني الأصغر ذات كثافة الموجودات العالية أو لمبانٍ ذات قيمة معمارية معيّنة، في حين يُستَخدَم مقياس 1:10 فقط للمهام الخاصة (على سبيل المثال البوابات أو المباني الصغيرة ذات الأهمية الخاصة). هذا المقياس مناسبٌ أيضًا لاستكمال الرسوم ذات المقاييس الصغيرة والتي تظهر أشياء كالسطوح ذات الزخرفة النمطية أو مقاطع الجدران أو التفاصيل المعمارية الخاصة.

في الإظهار يتمّ الرسم حجراً بحجر والتشوّه يرسم بشكلٍ تفصيلي، أي أنّ جميع العناصر الفردية من الإنشاءات الخشبية والحجرية ستُصوّر في موضعها الصحيح وحالتها الحالية مع جميع التشوهات والأخطاء والأضرار. تُرسَم الفواصل كخط مزدوج مع إظهار العرض الفعلي للفاصل. بالنسبة للمواد تُرسَم البنية السطحية مع الخصائص المادية والأضرار كما تُدوَّن العلامات مثل رموز الحجّارين أو النجّارين أو آثار الأدوات في موضعها الصحيح. يتمّ قياس النوافذ والأبواب ورسمها مع جميع زخارف الإطارات في الدرفات والقوائم. تتمّ الإشارة كتابياً بإيجاز إلى الموجودات المعمارية التاريخية مثل الفواصل الإنشائية أو الإضافات اللاحقة.

مقياس 1:50 مناسب بشكل خاص لمخططات المباني الكبيرة أو البنى الأكثر تعقيداً مثل السقوف الكبيرة أو المساقط ذات الفراغات الكثيرة. الرسومات غنية بالتفاصيل بما يكفي لإظهار القيمة المعمارية التاريخية للمبنى ولكنها تشغل مساحة أقل من تلك التي تشغلها في المقياس 1:20/25. يبيّن الإظهار بدقّة كلّ حجر على حدة والتشوّه أيضاً ولكن بتفصيل أقل. أي أنّه في حالة الخطوط الخارجية للعناصر الخشبية أو الحجارة لا تؤخذ في الحسبان سوى الأضرار أو التشوّهات الكبيرة أو ستُرسم الفواصل كخطٍ مزدوج مع عرض فاصل مثالي، وحسب المبنى قد تُرسم كخطٍ واحدٍ. في حالات النوافذ والأبواب يتمّ

التمييز بين الدرفات المتحرّكة وإطارات النوافذ الثابتة. تُسجّل الموجودات عادةً كرقم في دائرة صغيرة ويتمّ وصفها على هامش الورقة في مفتاح المصطلحات.

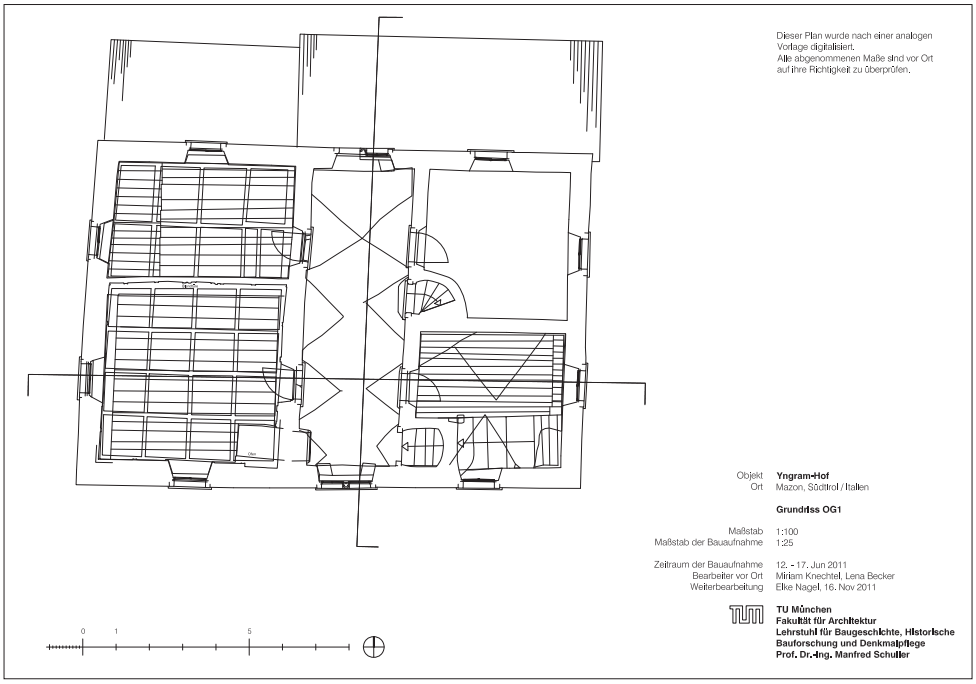
يتم استخدام مقياس 1:100 للمخطّطات العامة. تُمثَّل الجدران والبنى المعمارية في أبعاد صحيحة كخطوط مزدوجة كما تُرسَم التشوّهات الكبيرة في مسارات الجدران ويُظهَر ترتيب الفراغات ضمن هندسته الفعلية، هذا يعني أن تؤخذ الزوايا الفعلية الموجودة بين أجزاء البناء أو الانحرافات والتعرّجات في الاعتبار. في معظم الحالات يتمّ استكمال المخطّطات العامة بمخطّطات فرعية ذات تفصيل أكبر لتشكيل مجموعة مخطّطات قويّة الدلالات. يمكن استخدام رموز لتمثيل النوافذ والأبواب ولكن إذا كانت ذات أهمية معمارية تاريخية فينبغي تصويرها في رسم منفصل مفصّل بشكل كافٍ على الأقل.

هناك أيضًا مخطّطات بمقاييس كبيرة جداً أو صغيرة جداً. يمكن أن تشكّل الرسومات التفصيلية التي تصل إلى مقياس 1:1 جزءاً من مسح البناء وذلك في حالة توفّر موجودات معمارية ذات أهميّة خاصّة. هذا يمكن أنً يكون على سبيل المثال نوافذ قديمة أو زخارف معمارية، ولكن أيضاً تفاصيل إنشائية ضرورية لفهم تقنية البناء. عادةً ما تُشكّل مخططات الموقع ذات المقاييس الصغيرة مثل M 1:1000 إلى M 1:10000 معلومات إضافية لكنها لا تمثّل جزءاً من الرفع المعماري الفعلي.

يحدّد مقياس الرسم تفاوتات القياس المسموحة أثناء الرفع المعماري. بالنسبة للرسومات في المقياس 1:20/25 يتم تقريب القيم المقاسة إلى نصف سنتيمتر أو سنتيمتر كامل. يسمح مقياس 1:50 بتفاوت قدره ٢سم بينما يبلغ ذلك في مقياس 1:100 ٥ سم.

<u>تصميم المخطّط: ترويسة المخطّط، التسميات، تحديد الأبعاد، سهم الشمال والمقاييس الخاصّة بتجعّد الورق</u>

من حيث المبدأ يجب أن تكون التسميات مقتضبةً قدر الإمكان. إن وسيلة الاتصال الرئيسية في الرفع المعماري هي الرسم الدقيق. يمكن وضع تسمياتٍ عند الضرورة القصوى، أي على سبيل المثال لتحديد مواقع الموجودات



مثال على تصميم المخطّط مع المقياس وسهم الشمال وترويسة المخطّط

أو تحديد نقاط الارتفاع أو القياسات أو أبعاد القطع الخشبية، على أن تكون مقروءةً بشكل جيد ومكتوبةً بوضوح بالحروف المطبعية الكبيرة (في حال الكتابة بالحروف اللاتينية) وصغيرةً قدر الإمكان. يمكن تدوين المعلومات الخاصّة بالموجودات مباشرةً على الرسم أو الرمز إليها بأرقام في الرسم وتوضيحها على حافّة الرسم، وهذا يعتمد على كثافة التفاصيل الموجودة في المخطّط وعلى المساحات المتاحة في الرسم.

يتمّ تدوين الأبعاد فقط على شكل قيم على خطوط دقيقة جداً أو رؤوس سهام صغيرة تشير إلى اتجاه القياس، وليس كسلسلة أبعاد على حافة الورقة.

يُرمز إلى قيم الارتفاع بمثلثات صغيرة تشير إلى القيمة المعنية. لهذا الغرض يتم تعيين نقطة صفر على المبنى وتُرجَع إليها جميع معلومات الارتفاع الأخرى.

إن أمكن، يمكن إرجاع نقطة الصفر النسبية هذه إلى قيمة الارتفاع المطلقة عن سطح البحر. يمكن الرجوع إليها (على سبيل المثال باستخدام نقاط مرجعية ثابتة قريبة تابعة لشبكة المساحة المحلّية).

يجب تحديد مواضع خطوط القطع ضمن مخطّط المسقط. يجب استخدام مفتاح المصطلحات على ورقة الرسم لشرح الإشارات والرموز المستخدَمة في المخططات والتي لا تنتمي إلى الرموز المتعارف عليها تقليدياً في الرسومات المعمارية، كالتهشير للدلالة على موادٍ معيّنة على سبيل المثال.

يجب أن تحتوي ترويسة المخطّط على جميع المعلومات المهمّة اللازمة لتحديد المبنى والطريقة والإظهار. وهذا يشمل المعلومات التالية:

- بالنسبة للمبنى: الاسم والموقع والعنوان
- بالنسبة للرفع المعماري: المؤلّف، التاريخ، طريقة الرفع (رفع يدوي، رفع باستخدام التاكيومتر، ...)
- بالنسبة للمخطّط: نوع المخطط (مقطع، مسقط، واجهة) مع معلومات عن الموقع ضمن كامل المبنى (طابق أرضي، طابق علوي، مقطع باتجاه نحو ...) والاتجاه (مع استخدام سهم الشمال ربما)
- بالنسبة للمقياس: مقياس رقمي وشريط مقياس بياني (كتلة ذات لون أبيض وأسود أو خط أفقي مقسّم بخطوطٍ عمودية ثانوية)

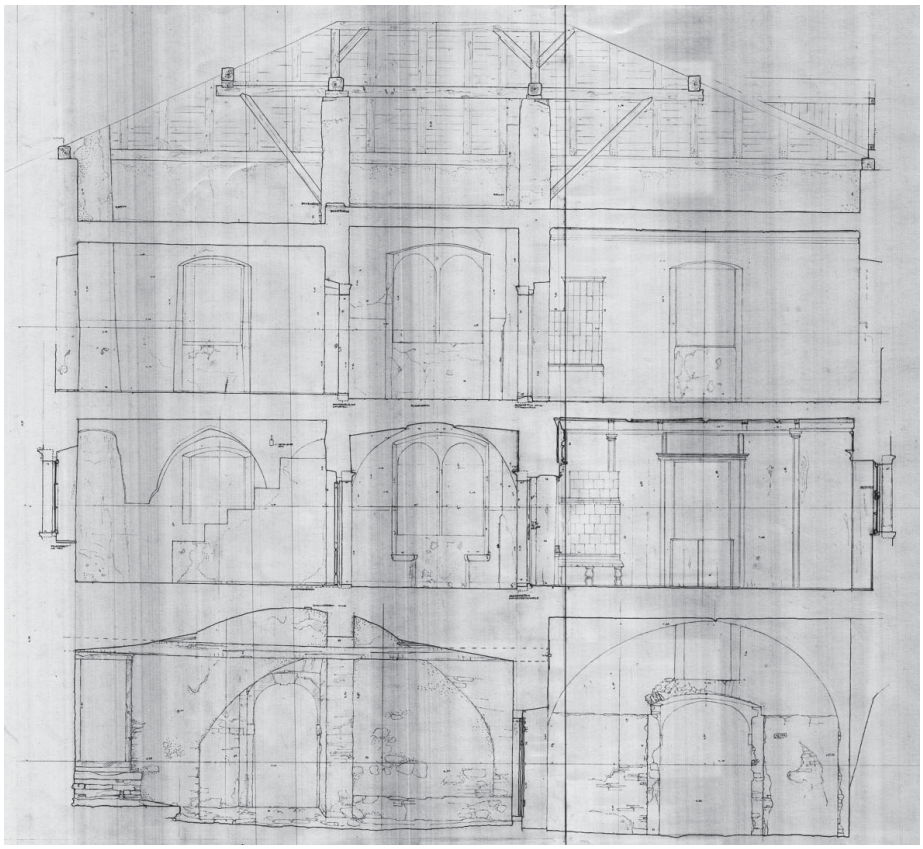
يجب أن يكون سهم الشمال مرئياً بشكلٍ واضح خارج الرسم كسهم أو صليب أو رمز واضح للمساعدة في تحديد اتجاهات المخطط.

بالنسبة للرسومات اليدوية يعتبر المقياس الخاصّ بتجعّد الورق والمجهّز على المخطّط قبل البدء بالرفع المعماري أمراً لا غنى عنه. بما أنّ الورق قد يتعرّض لتغيّرات كبيرة في الطول والعرض بسبب فروقات الرطوبة ودرجة الحرارة، يتمّ رسم مقياس تجعّد صغير على حافتي الورقة، ومنه تؤخذ جميع القياسات باستخدام الفرجار. إذا تمّ قياس الأطوال باستخدام مسطرة بلاستيكية أو معدنية ثابتة الطول، فقد تحدث أخطاء في القياس بسبب خلفية الرسم „المتغيّرة"، لذا فإنه من المفيد إضافة مقياس تجعّد على مقياس الرسم.

المعالجة اللاحقة للرسومات

تتضمن المعالجة اللاحقة للرسومات تنقيح رسومات الرفع المعماري اليدوية لتصبح رسومات نهائية في مخطّطات التسليم، ومسح ورقمنة الرسومات اليدوية بالإضافة إلى التفصيل اللاحق لمخطّطات CAD الأوّلية لتصبح خطط رفع معماري رقمية أو رسم الصور المقوّمة لتصبح مخطّطات فوتوغرامترية.

تُرسم مخطّطات الرفع المعماري كرسومات يدوية بدرجة التفصيل الكامل في الموقع. يمكن إذا لزم الأمر رسم العناصر المكرّرة في الموقع مرّةً واحدةً فقط كنموذج وإدراجه لاحقاً في مواضع أخرى ضمن الرسم. في معظم الحالات تُنتج المعالجة اللاحقة للرسومات اليدوية الرسومات



نسخة مسح ضوئي لرفع
معماري يدوي (بقلم
الرصاص على الورق المقوّى)

تحويل الرسم اليدوي المصوّر
في الأعلى إلى نموذج صالح
للطباعة كرسمٍ رقمي.

النهائية، والتي يتم نقلها إما بالحبر أو بالقلم الرصاص باليد على ورق استشفاف أو ورق الرسم. في حالة الرسومات النهائية لا يتمّ عادةً نسخ المعلومات الموجودة في مخطّطات الرفع المعماري والمتعلّقة بنظام القياس والقيم المقاسة. يُفضّل تجنّب أسلوب التحبير القديم قدر الإمكان، لأنّه يستغرق وقتاً طويلاً ويمثّل مصدراً للخطأ يجب عدم الاستهانة به.
باستخدام طرق المسح الضوئي المناسبة، يمكن تحويل العديد من رسومات القلم الرصاص إلى نماذج صالحة للنشر. عند المسح الضوئي للرسومات اليدوية يجب معالجتها باستخدام برنامج معالجة صور لتحريرها من البقع ومواضع الخلل عن طريق تصحيح الدرجة اللونية أو ضبط إعدادات التباين من أجل الحصول على جودة طباعة جيدة. قد تستغرق المعالجة اللاحقة لنسخة مسح ضوئي لرسم يدوي وقتاً طويلاً وذلك حسب حجم النسخة ودقّة المعالجة اللاحقة!

هناك خيار آخر للمعالجة الرقمية اللاحقة يتمثّل في رسم النسخة الممسوحة ضوئياً في برنامج CAD من أجل تحويل الرسم اليدوي إلى رسم متّجهي (vector). غير أنّ هذه الطريقة غير السهلة أيضاً يمكن أن تحتوي على العديد من مصادر الخطأ. يجب إيلاء اهتمام خاص لحقيقة أن مقياس النموذج المُخرَج يشكّل أمراً حاسماً للتفصيل. يقدّم برنامج CAD إمكانية تكبير عالية جداً، مما يُغري غالباً بالحصول على دقّة أكبر من تلك التي يقدمها النموذج الورقي أو النسخة المطبوعة من المخطّط فيما بعد. عادة ما يكون التحويل إلى رسم متّجهي ضرورياً إذا كان مخطّط الرفع المعماري يشكّل أساساً لوضع خطط تغيير أو صيانة للمبنى من قبل المهندسين المعماريين أو المخطّطين المتخصصين.

إذا تمّ إنشاء الرسومات في برامج CAD في الموقع أثناء الرفع المعماري، فعادةً ما يتعيّن إجراء المعالجة اللاحقة لهذه الملفات الخام على نطاقٍ واسع. تتمثّل الخطوات الشائعة للمعالجة اللاحقة في تشذيب خطوط حواف المبنى والمعالجة اللاحقة للزوايا وتقويم خطوط القياس. من المهمّ إظهار جميع تشوّهات المبنى المقاس بشكل صحيح، ولكن يجب ألا تُخلق صورة تشوّه خاطئ بسبب عدم دقّة القياس لأجهزة القياس الإلكترونية. لذلك وخصوصاً إذا كان مقياس الإخراج هو 1:50 أو 1:100يجب تقويم استقامة خطوط أجزاء البناء أو تبسيط الأجزاء المقطوعة من السطوح لتصبح سطوحاً مقطوعةً بشكل منتظم. يجب في معظم الحالات إضافة تفاصيل لاحقة على النوافذ أو الأبواب أو الزخرفة المعمارية والتي رُسِمت في الموقع أثناء الرفع اليدوي ودمجها في مرحلة المعالجة اللاحقة باستخدام نقاط ثابتة في رسم CAD.

منذ إدخال برامج مثل PhotoPlan والتي تسمح بالمساحة التصويرية أحادية الصورة و بتقويم الصور، أصبح الرسم الاستشفافي للصور المقوّمة مهمةً اعتيادية. يجب إيلاء اهتمام خاص للنموذج الورقي بحيث يتمّ نسخ العلاقات الهندسية للمبنى بشكل صحيح. بالنسبة للمباني ذات المستويات المتداخلة المتعدّدة، من الضروري إجراء تقويم لكل طبقة (انظر الفصل هـ ٢). يمكن أن يكونَ رسم الصور المقوّمة أساسًا قيمًا لرسم الخرائط، ولكنه لن يحلّ محلّ الرفع المعماري بأي حالٍ من الأحوال. في أي حال، ينبغي الإشارة إلى الطريقة المتّبعة في المخطّط.

بشكل عام يجب إيلاء الاهتمام لأرشفة جيدة. يجب أن تكون الرسومات اليدويةً بالقلم الرصاص على الورق المقوّى الخالي من الحمض. للتخزين، يوصى باستخدام مجلّدات الملفات المناسبة والحماية من الضوء والرطوبة. تميل المطبوعات أو النسخ إلى أن تكون غير ملائمة للأرشفة بسبب عدم وجود خبرة طويلة الأجل فيما يتعلّق بثبات حبر الطابعة. بالنسبة إلى الأرشفة الرقمية، من المهم استخدام وسائط التخزين الأكثر ثباتاً وتكيّف صيغ الملفات بانتظام مع أحدث المعايير.

٢ـ مسرد المصطلحات

مخطّط مصوّر: مخطّط ذو أبعاد مكوّن من عدّة صور فردية مقوّمة ومجمّعة.

نظام إحداثيات المستخدِم (UCS): نظام الإحداثيات المُحدّد من قِبل المستخدم في برمجية CAD.

تأريخ نظير الكربون المشعّ C١٤: طريقة لتحديد عمر الخشب عن طريق حساب كمية ذرّات C١٤ الموجودة في العيّنة.

تأريخ شجري: طريقة لتحديد عمر الخشب عن طريق حساب الحلقات الشجرية السنوية ومنحنيات المقارنة.

محور الدوران: محور عمودي في جهاز القياس لتدوير العدسة.

طريقة التأرجح: طريقة لتحديد أقصر مسافة من نقطة ما إلى حبل القياس بمساعدة عصاً القياس.

تقويم: عملية إعادة حساب هندسية لصورة فوتوغرافية بالاعتماد على النقاط والأبعاد المرجعية.

محور الإمالة: محور أفقي في أجهزة القياس لإمالة العدسة.

مثلّث الضبط: أداة مساعدة لضبط نقل شبكة القياس على مخطّط الرسم.

الليزر: جهاز للإسقاط الأفقي والعمودي لخطوط الليزر على السطوح المراد قياسها.

الزئبقية: أداة لضبط أفقية الأجهزة.

مستوى القياس: ارتفاع محدّد بوضوح ضمن فراغ ما كأساس للقياس.

شبكَة القياسً: نظام مرجعي اصطناعي ذو نقاط أو خطوط محدّدة من أجل إجراء قياس يسجّل التشوّهات بدقّة.

نقاط القياس: جميع النقاط المقاسة ذات الصلة بإعداد مخطّطات المساقط والمقاطع والواجهات.

التسوية: تحديد معلومات الارتفاع الخاصّة بنقاطٍ مرغوبةٍ بالتناسب مع مستوى صفر محدّدٍ.

جهاز التسوية (نيفو، ليفل): أداة لقياس الزوايا الأفقية الواقعة في نفس المستوى، يمكن حسب الجهاز أيضاً قياس المسافات و/أو الزوايا الأفقية.

عدسة عينية: جهاز بصري مثبّت على أجهزة القياس من أجل التسديد على نقاط القياس.

نقطة التحكّم/النقطة المرجعية: نقطة ثابتة ومحدّدة بوضوح ومرقّمة وموضوعة على مبنى، تستخدم لتمركز جهاز القياس ولتقويم الصور أيضاً.

المساحة التصويرية: طريقة للحصول على المعلومات الهندسية من المواد الفوتوغرافية.

مساحة تصويرية أحادية الصورة: مساحة تصويرية غير حقيقية، تتطلّب معلومات هندسية إضافية والنتيجة ثنائية الأبعاد.

مساحة تصويرية مجسّمة: تحديد المعلومات الفراغية عن طريق مطابقة نقاط متطابقة على صورتين، النتيجة ثلاثية الأبعاد.

مساحة تصويرية متعدّدة الصور: تحديد المعلومات الفراغية عن طريق ربط نقاط متطابقة على صورٍ متعدّدة، النتيجة ثلاثية الأبعاد، يمكن أيضاً معالجة الأشكال ذات الهندسيات المعقّدة.

سجلّ وصف المبنى: نظام للتسمية الواضحة للفراغات والجدران وغيرها داخل مبنى ما وللتوثيق الكامل لجميع الموجودات والدلائل والملاحظات.

شبكة الحبال: نظام مكوّن من حبال أفقية وعمودية متصالبة بغرض مسح المباني التاريخية بمساعدة القياس اليدوي.

نقطة نصب الجهاز: الموضع الدقيق المنصوب عليه التاكيومتر. يتمّ قياس كل نقطة نصب جديدة وبالتالي يتمّ تحديد إحداثيات x وy و z بدقّة.

التمركز: تحديد موضع جهاز القياس على نقطة النصب بالرجوع إلى نقطة التحكّم/النقطة المرجعية.

رأس الحامل: رأس الحامل ثلاثي القوائم مع منصّة لتوصيل أجهزة القياس.

المحور العمودي: انظر محور الدوران.

تاكيومتر: أداة لقياس الزوايا الأفقية والرأسية ولقياس المسافة المطلقة بين نقطة النصب ونقطة القياس، بالتالي يمكن تحديد مواقع النقاط بوضوح ضمن الفراغ.
تيودوليت: أداة لقياس الزوايا الأفقية والرأسية.
المحطّة المتكاملة/الشاملة: مزيج من التاكيومتر والكمبيوتر المحمول أو الثابت، يمكن معالجة البيانات المقاسة على الفور رقمياً وإظهارها بشكل مرئي على الشاشة.
نظام مستقل: انظر شبكة القياس.
تمهيد: إسقاط نقاط القياس مع إحداثيات x وy وz على مستوى محدّد، يخدم التمهيد معالجة لاحقة أفضل للرسومات الثنائية الأبعاد.

مقياس خاصّ بالتجعّد: مقياسٌ خطّيٌ يُرسم أفقياً وعمودياً على حافة المخطّط وخصوصاً في الرسومات اليدوية.

٣ـ مراجع الأشكال

الصفحة ٨:
Letarouilly, Paul: Edifices de Rome moderne, Paris 1840

الصفحة ١٠:
Viollet-le-Duc, Eugène: Dictionnaire raisonné de l'architecture Française du XI° au XVI° siecle, Paris 1854-68

الصفحة ١١:
Oesterreichischer Ingenieur- und Architektenverein: Das Bauernhaus in Oesterreich-Ungarn, Vienna 1906

الصفحات ٨٠ (الأعلى)، ٨٤ و٨٩:
شركة Strebewerk، المهندسان ريغلر وليبله، (حالياً: Strebewerk للعمارة، شركة ذات مسؤولية محدودة)، شتوتغارت.

جميع الأشكال الأخرى من قسم تاريخ العمارة وأبحاث العمارة التاريخية والحفاظ على المباني التاريخية في جامعة ميونيخ التقنية.

٤ـ المراجع

(مختارات من المراجع الصادرة بعد عام ١٩٩٠)

Bedal, Konrad: Historische Hausforschung, Bad Windsheim 1995
Bruschke, Andreas (Hrsg.): Bauaufnahme in der Denkmalpflege, Stuttgart 2005
Cramer, Johannes: Bauforschung - eine kritische Revision. Historische Bauforschung zwischen Marketing und öffentlichem Abseits, Berlin 2005
Donath, Dirk: Bauaufnahme und Planung im Bestand, Wiesbaden 2008
Eckstein, Günter: Empfehlungen für Baudokumentationen, Bauaufnahme, Bauuntersuchung, Stuttgart 2003
Grossmann, G. Ulrich: Einführung in die historische und kunsthistorische Bauforschung, Darmstadt 2010
Hassler, Uta (Hrsg.): Bauforschung. Zur Rekonstruktion des Wissens, Zürich 2010
Hubel, Achim: Denkmalpflege. Geschichte, Themen, Aufgaben. Eine Einführung, Stuttgart 2006
Hubel, Achim: Ausbildung und Lehre in der Denkmalpflege. Ein Handbuch, Petersberg 2001
Klein, Ulrich: Bauaufnahme und Dokumentation, Stuttgart 2001
Mader, Gerd Th.: Angewandte Bauforschung, Darmstadt 2005
Marino, Luigi: Il rilievo per il restauro, Milano 1994
Petzet, Michael; Mader, Gerd Th.: Praktische Denkmalpflege, Stuttgart/Berlin/Cologne 1993

Schuller, Manfred: Building Aechaeology, ICOMOS Monuments and Sites, Munich 2002
Weferling, Ulrich (Hrsg.): Von Handaufmaß bis High Tech. Messen, modellieren, darstellen. Aufnahmeverfahren in der historischen Bauforschung, Mainz am Rhein 2001
Weferling, Ulrich: Bauaufnahme als Modellierungsaufgabe, Deutsche Geodätische Kommission, Reihe C, Heft Nr. 561, Munich 2002.