

Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University
Faculty of Romance and Germanic Philology
Linguistics and Translation Department

Translation project:
***Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts* by Christian Schittich**

Перекладацький проєкт:
Переклад книги Крістіана Шиттиха «Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts»

BA Paper

Daryna Pitieieva
PERb22140d

Research supervisor:
N. Hladush

Цим підписом засвідчую,
що подаю на захист
рукопис та електронний
документ є ідентичні.

01.06.2025.

Дарина

Kyiv 2025

Abstract

In this translation project, we translated and analyzed two chapters of the technical non-fictional book *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts* by German architect and author Christian Schittich. The first chapter presents our translation, and the second one deals with the theoretical background of the research, i.e. the general characteristics of technical non-fiction, the notion of technical terms and their structural and subject classifications, and the peculiarities of their rendering in English-Ukrainian translation. The classification of translation techniques proposed by L. Molina and A. Albir serves as a basis for translation analysis. The translation of the studied text was carefully done in compliance with the lexical, semantic, and grammatical norms of the Ukrainian language. Five main translation techniques were used to accurately render the meaning of technical terminology.

Key words: *technical non-fiction, technical term, building and architectural terminology, physical terminology, electronic terminology, chemical terminology, Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts.*

Анотація

У даному перекладацькому проєкті перекладено та проаналізовано два розділи книги німецького архітектора та автора К. Шіттіха «Solar Architecture: Strategies, Visions, Cocept». У першому розділі роботи представлено наш переклад книги, а в другому – з'ясовується теоретичне підґрунття дослідження, тобто загальна характеристика технічної літератури, поняття технічних термінів та їхньої структурної та суб'єктної класифікації й особливості передачі в англо-українському перекладі. Класифікація перекладацьких технік, запропонована Л. Моліною та А.Албіром, стала основою для здійснення перекладацького аналізу. Під час роботи над перекладом тексту було ретельно дотримано лексичних, семантичних та граматичних норм української мови, а також використано п'ять основних перекладацьких технік для точного відтворення змісту технічної термінології.

Ключові слова: *технічна ітература, технічний термін, будівельна та архітектурна термінологія, електронна термінологія, хімічна термінологія, перекладацькі техніки, «Solar Architecture: Strategies, Visions, Cocept».*

Contents

Introduction	4
Chapter 1. Translation of <i>Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts</i> by C. Schittich	5
Chapter 2. Approaches to translating technical terminology in popular technical discourse: the case of <i>Solar Architecture</i> by C. Schnittich	43
2.1. General characteristics of technical non-fiction	43
2.2. Notion of technical terms, their classification and translation aspects	44
2.3. Basic translation techniques applied in rendering technical terms in the translation of <i>Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts</i>	46
Conclusions	50
References	51
Appendices	52

Introduction

In the light of the future post-war reconstruction of Ukraine, the promotion of alternative energy sources, particularly solar energy, is of great importance. From the translational point of view, the English-Ukrainian rendering of professional literature, which is saturated with technical terminology, may be portrayed as an essential soft power tool for the effective implementation of modern building technologies, introducing alternative energy sources into the life of Ukrainian society, exchanging experiences with the international scientific community, and educating highly skilled specialists.

Edited by German architect and author Christian Schittich, *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts* is a collection of works by well-known builders and architects who are at the forefront of smart building construction. This book describes in detail the processes of building, assembling, and installing solar structures, not forgetting to address the architectural significance of such innovations. The book covers a wide range of narrow areas that are relevant to the creation of solar structures, namely: electronics, physics, chemistry, urbanism, and architecture, containing a myriad of technical terms.

The topicality of the research arises from the increasing necessity of the detailed analysis of rendering English technical terminology throughout the process of its Ukrainian translation.

The notion of technical terms and terminology in general has been studied by myriad scholars, namely O. Bolovnieva, S. Holikova, A. Kovalenko, O. Kyrylov, T. Kyiak, H. Mezhzherina, O. Miroshnichenko, A. Naumenko, I. Stepanova, V. Tsarova, O. Yakovets, etc.

The purpose of the research is defining peculiarities of technical terminology and pointing out main translation techniques used for its rendering on the material of C. Schittich's *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts*.

The purpose determined three tasks:

- to point out key moments of the author's biography and characterize technical non-fiction as a genre of modern literature;
- to clarify the theoretical background of the project, namely the notion of technical terms, and analyze their structural and subject classifications;
- to analyze the usage of different translation techniques aimed at rendering technical terminology in the English-Ukrainian translation.

The object of the research is English technical terminology, particularly in the field of solar energy, in non-fictional literature.

The subject of the research is the translation techniques aimed at reproducing technical terminology in the Ukrainian-English translation pair.

The body of the research consists of the text of the technical non-fictional work *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts* by Christian Schittich (178 pages) and the Ukrainian translation of its first two chapters (38 pages).

The BA paper consists of an abstract, contents, an introduction, 2 chapters, conclusions, a list of references, and appendices.

Chapter 1. Translation of Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts by C. Schittich

Source Text	Target Text
Solar Technology – From Innovative Building Skin to Energy-Efficient Renovation Roland Krippner The first solar collectors were installed on rooftops in the mid-1970s, followed nearly a decade later by the first integrated photovoltaic system. Now that the initial problems, such as system glitches and economic hurdles, have been overcome, active solar technology has gained a solid position in the construction market. Indeed, it is a routine component of many building concepts, and not only of those with innovative energy strategies. In the field of solar architecture, the so-called indirect systems play a special role. The collector installations and photovoltaic modules integrated into the building skin are far more present, visually speaking, than direct measures such as compactness, high-performance glazing, intelligent insulation or efficient building systems. In addition to the functional tasks – heating domestic water, complementary space heating and power generation – the introduction of these components also translates into a considerable semantic expansion of the technological repertory of building. A key characteristic of integrated solar technology is the visible installation of the components on roofs or facades, which function as the required interfaces between solar radiation and the building system. It is the building skin that allows us to experience architecture and architectural design in the public space – in the street, square or urban quarter. The question arises, however, whether and to what extent, solar systems engender novel building solutions, and what their contribution might be to the cultural	Сонячні технології – від новітніх фасадів до модернізації енергозберігаючих компонентів Роланд Кріппнер Перші сонячні колектори з'явилися на дахах будинків у середині 1970-х років для обігріву приміщень, а перші інтегровані фотоелектричні системи виникли десять років потому. Тепер, коли першочергові проблеми, такі як системні збої та економічні труднощі, подолано, активна сонячна енергетика завоювала міцні позиції на будівельному ринку. Фактично це стандартний компонент багатьох будівельних проєктів, і не лише тих, що базуються на інноваційних енергетичних технологіях. У галузі сонячної архітектури особливу роль відіграють так звані непрямі системи. Порівнюючи різні характеристики колекторних установок та фотоелектричних модулів, інтегрованих в обшивку будівлі, найбільш помітною є візуальна складова, а не прямі показники, тобто компактність, високоякісне застосування, смартізоляція та сучасні схеми будівництва. Окрім функціональних задач – підігріву води, додаткового обігріву приміщень та виробництва електроенергії – впровадження цих компонентів також передбачає значне підвищення технологічного функціоналу будівлі. Ключова характеристика інтегрованих сонячних технологій – це видима установка компонентів на дахах або фасадах, які функціонують як необхідні сполучні елементи між сонячним випромінюванням і системою будівлі. У публічних місцях, як-от на вулицях, площах чи на території міських кварталів, особливий архітектурний стиль відображають саме фасади будівель. Однак постає питання, чи впливають сонячні установки на нове бачення архітектури, і якщо так, то в якій мірі, і яким може бути їхній внесок у

quality of architecture.

The Search for Quality in Architecture

The lack of quality in architecture has been noted for some time, both professionally and politically. If German architectural culture seems to suffer from neglect in general, what is the status of so-called solar architecture in particular? Even after nearly three decades of intensive focus in this field, solar architecture – as pars pro toto of architecture in general – continues to reflect a certain “randomness and lack of style” **(1)** and ‘solar’ buildings are criticized for their lack of architectural quality. On the one hand, many architects still refuse to address the topic and leave the issue in the hands of engineers and builders; on the other hand, it seems even more difficult to define what constitutes quality given the complexity of the requirements and the abundance of system choices.

When we take a look at quality in architecture, two phenomena are immediately apparent: first, the difference in opinion between experts and laypeople, and second, the view that architectural quality is simply a matter of aesthetics. It is true that the rigour of a solution, including the appropriateness of the means and the logic of the expression, is strongly defined by aesthetic criteria both in terms of its integration into the urban context and the building concept itself, but limiting quality in architecture to these criteria is simply too restrictive. This is because architecture is closely linked to utility and stability, and is determined by functional and structural characteristics of quality as well. Defining these characteristics is difficult enough owing to the wide range of requirements and poorly defined criteria. The question of aesthetic quality – of what makes a building beautiful and conclusive in terms of spatiality, scale, proportion, colour and surface treatment – poses an even greater challenge because the criteria on which assessment is based in this instance are even less definitive due to different depths of knowledge and personal preferences. The use of solar

розвиток культурної спадщини.

На шляху до якісної архітектури

Проблема якості в архітектурі давно обговорювалася як у професійних, так і в політичних колах. Якщо німецька архітектура в цілому перебуває в занедбаному стані, то що говорити про так звану «сонячну архітектуру»? Навіть після майже тридцяти років посиленої уваги до цієї галузі, сонячна архітектура – як pars pro toto (частина) архітектури в цілому – продовжує демонструвати певну «хаотичність і відсутність власного стилю» **(1)**, а «сонячні» будівлі критикують за низьку архітектурну якість. З одного боку, багато архітекторів усе ще відмовляються торкатися цієї теми та передають це питання в руки інженерів і будівельників; з іншого боку, здається, ще складніше визначити, що таке якість, враховуючи складність вимог і велику кількість варіантів вибору систем.

Обговорюючи питання якості в галузі архітектури, можна одразу помітити дві тенденції: по-перше, різниця в переконаннях фахівців та звичайних людей, а по-друге, думка про те, що якість архітектури – це просто питання смаку. Дійсно, строгість рішень, включаючи доцільність використовуваних засобів і логіку їхнього втілення, значною мірою визначається естетичними критеріями, як у рамках інтеграції в урбаністичний контекст, так і в концепції самого будинку. Однак, це занадто вузьке бачення – визначати якість в архітектурі лише цими критеріями. Це пов'язано з тим, що архітектура будівель безпосередньо мусить бути практичною та надійною, а також передбачати функціональні та структурні характеристики якості. Визначити ці характеристики досить складно через широкий спектр вимог та нечітко сформовані критерії. Питання естетичної складової – того, що робить будівлю красивою та привабливою з погляду простору, масштабу, пропорцій, кольору та оздоблення фасаду, – ще складніше. Адже критерії, від яких власне й залежить оцінка, – надзвичайно розмиті через різний рівень обізнаності та особисті уподобання. Використання сонячних

technology places new demands on the complex construct of the envelope – for example, to act as an information carrier between climate modulator and media screen. This does not mean, however, that established modes of evaluation have become superfluous. Ultimately, architectural quality can only flourish through the interplay and interaction of architectonic categories in the Vitruvian sense.



3.1 Archeological Museum, Herne (2003), by von Busse Klapp Brüning

Intelligent Building Skins

In the context of redefining the building skin, that is to say, its transition from monofunctional protective roles to polyvalent control functions, much ado is made of synergetic effects, and the expression “intelligent building skin” is frequently mentioned. If “responding to new situations with problem-solving behaviour” “randomness and (2) constitutes a criterion of intelligence, then the technological advances and new façade elements can justifiably be referred to as exhibiting “intelligent behaviour.”

In addition to a multitude of window systems for the direct utilization of solar energy, including natural ventilation, so-called manipulators for shading and heat protection, and daylight deflection, solar components play an important role in intelligent or

технологій вимагає нових підходів до дизайну фасадів будівель. Наприклад, використовувати їх у ролі носіїв інформації між регулятором температури та пристроями, що передають мультимедійну інформацію. Однак це не означає, що традиційні методи аналізу стали непотрібними. Зрештою, якість архітектури може процвітати лише через взаємодію та взаємозв'язок архітектонічних критеріїв у вітрувіанському розумінні, а саме через міцність, корисність та красу.



3.1 Археологічний музей, Герне (2003), автор фон Буссе Клапп Брюнінг

Інтелектуальні фасади

У контексті нового сприйняття фасадів будівель, а саме переходу від монофункціональних захисних ролей до багатофункціональних завдань керування, багато уваги приділяють ефекту синергії, а також часто згадують вираз «інтелектуальні фасади». Якщо «реагування на нові ситуації поведінкою, спрямованою на розв'язання проблем», «хаотичність і (2) є критеріями інтелекту, то технологічний прогрес і нові елементи фасадів можна з повним правом назвати проявом «розумної поведінки».

Окрім безлічі віконних систем для прямого використання сонячної енергії, включаючи природну вентиляцію, так звані маніпулятори для затінення й теплозахисту, а також відхилення денного світла, сонячні компоненти відіграють важливу роль в

innovative building skins. The rooftop photovoltaic system feeds 100 kW/h into the municipal power grid of Herne. The technology they introduce (and their link to an electronic network system), enables the facade and the roof to respond flexibly to changing external conditions. The result is a lasting effect on essential room or building characteristics, in other words, on user comfort. **(3)** The product spectrum is vast and the rate of innovation truly stunning; photovoltaics are gaining in importance as power generators for the necessary control technologies and as manipulators suitable for many applications. Technology is vital for creating architecture that is both physically and aesthetically satisfying, and for establishing a more humane and intelligent approach to building. **(4)**

But intelligent building is not necessarily just a matter of technical systems. The tremendous variety in regional approaches to building exemplifies what intelligent, that is, efficient, use of material and energy can be, because they combine rational thinking and craftsmanship with conclusive forms of expression. More technology is, clearly, not the only answer. Avoiding unnecessary technology, especially when it becomes an end in itself, can be just as innovative and intelligent.

Solar Technology

The technical and economic potential of solar technology is continually being questioned. Recently, however, the systems have improved tremendously. The amortization periods for the investment costs have diminished considerably in some cases, even when primary energy is taken into account. Nevertheless, the original principle still applies: collectors and photovoltaic installations can only make a noticeable contribution toward replacing fossil fuels and reducing CO₂ emissions if the direct

«розумних» або інноваційних фасадах будівель. Фотоелектрична система на даху подає 100 кВт/год у муніципальну електромережу міста Герне. Технологія, яку вони впроваджують (і їхній зв'язок з електронною мережевою системою), дозволяє фасаду та даху швидко реагувати на мінливі зовнішні умови. Результатом полягає в довготривалому впливі на основні характеристики приміщення або будівлі, іншими словами, на комфорт користувача. **(3)** Спектр продуктів широкий, а швидкість інновацій справді приголомшлива; фотоелектрика набуває все більшого значення як джерело енергії для необхідних технологій управління та як засіб керування, придатний для багатьох застосувань. Технології – необхідні для створення архітектури, яка задовольнятиме як фізично, так і естетично, а також для створення більш розумного та екологічного підходу до будівництва. **(4)**

Але інтелектуальна будівля – це не тільки питання технічного оснащення. Величезне розмаїття місцевих підходів до будівництва ілюструє, яким розумним, тобто ефективним, може бути використання матеріалів та енергії, адже вони поєднують раціональне мислення та майстерність з виразними архітектурними композиціями. Збільшення використання нових технологій, очевидно, не є єдиним рішенням. Відмова від зайвих інновацій, особливо коли вони стають самоціллю, може бути настільки ж прогресивною та розумною.

Сонячна енергетика

Технічний та економічний потенціал сонячної енергетики постійно піддається сумнівам. Однак останнім часом сонячні системи значно покращилися. У деяких випадках періоди амортизації інвестиційних витрат значно скоротилися, навіть якщо враховувати первинну енергію. Однак, початковий принцип залишається незмінним: колектори та фотоелектричні установки можуть суттєво сприяти заміщенню викопних видів палива та зменшенню викидів CO₂ лише за умови активного впровадження прямих дій – базових

measures – the basic strategies relating to the building's energy consumption and indoor climate and above all the building skin – are extensively utilized. This can lead to concepts for energy surplus buildings, which generate more energy per year than they consume.

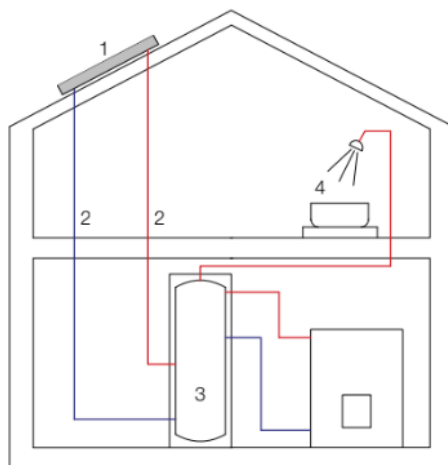
A fundamental differentiation is made between two different types of indirect utilization of solar energy: thermal use of solar energy and photovoltaics (PV). In thermal use of solar energy, collectors transform solar radiation into heat, whereas PV-cells generate power out of solar radiation. The energy yield of these systems is influenced by conditions at the site and can vary greatly depending on geographical location. (5) The energy yield is also determined by the incline and orientation of the installed components, although these factors influence thermal solar and photovoltaic systems to varying degrees. When collectors are employed, the placement is also influenced by the use to which they are put. Thus, installations designed for heating domestic water should be oriented toward the higher solar altitude in the summer season, while installations for supplementary space heating should target the lower solar altitude in winter. South-facing collectors should therefore be installed on a shallow incline of 20° for domestic water systems and a steeper incline of 60° should be used for systems designed to supplement space heating. Rigid PV-generators with southern orientation achieve the greatest annual yield in Germany when they are installed at a 30° angle to the horizontal plane. In simplified terms, a south-east/south-west orientation and roof incline up to 45° yields optimum results with only negligible deviations; conversely, insolation is drastically reduced on vertical facade surfaces. (6)

стратегій, пов'язаних з використанням енергії в будівлі та станом температури в приміщеннях, і, перш за все, у фасаді будівлі. Це може призвести до появи концепцій будівель з надлишком енергії, які виробляють більше енергії на рік, ніж споживають.

Розрізняють два різних типи непрямого використання сонячної енергії: використання сонячної енергії для добування тепла та фотоелектрична енергетика, тобто добування електроенергії (ФЕ). При використанні сонячної енергії колектори перетворюють сонячне випромінювання в тепло, тоді як фотоелектричні комірки (ФЕП) генерують електроенергію з сонячного випромінювання. Вироблення енергії цими системами залежить від умов експлуатації та може сильно відрізнятися залежно від місця розташування об'єкта. (5) Вироблення енергії також визначається нахилом і напрямком встановлених компонентів, хоча ці фактори впливають на теплові сонячні та фотоелектричні системи в різній мірі. На розміщення колекторів також впливає й те, з якою метою їх будуть використовувати. Таким чином, системи, призначені для підігріву побутової води, слід розташовувати влітку в напрямку більшої висоти сонця, тоді як системи для додаткового опалення приміщень узимку – у напрямку меншої висоти сонячного проміння. Тому колектори, орієнтовані на південь, слід встановлювати під невеликим нахилом 20° для систем побутового водопостачання, а для систем, призначених для додаткового опалення приміщень, слід використовувати більш крутий нахил 60°. Найбільшої річної продуктивності в Німеччині фотоелектричні генератори з південною орієнтацією досягають, коли вони встановлені під кутом 30° до горизонтальної площини. Простіше кажучи, орієнтація на південний схід/південний захід і нахил даху до 45° дозволяє досягнути оптимальних результатів з незначними відхиленнями; і навпаки, на вертикальних поверхнях фасаду інсоляція різко знижується. (6)

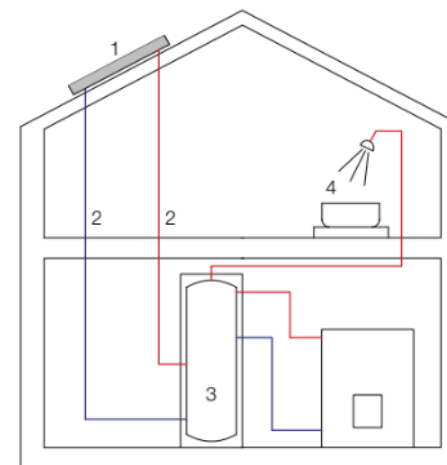
3.2

- 1 Collector
- 2 Solar cycle
- 3 Storage tanks
- 4 Warm water



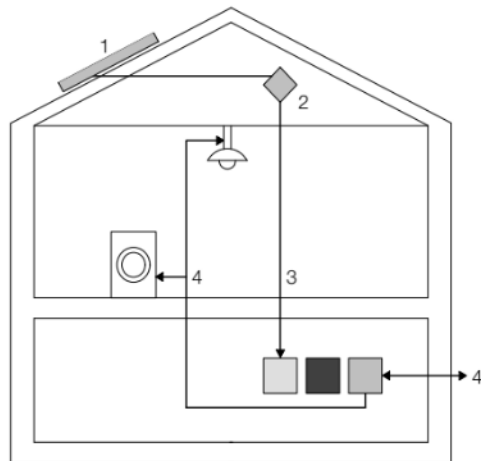
3.2

- 1 Колектор
- 2 Цикл сонячної енергії
- 3 Накопичувальні баки
- 4 Тепла вода



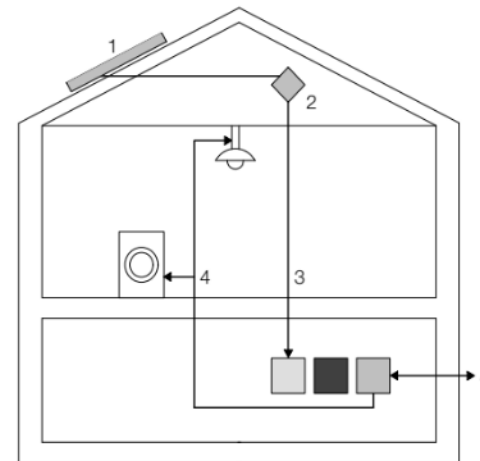
3.3

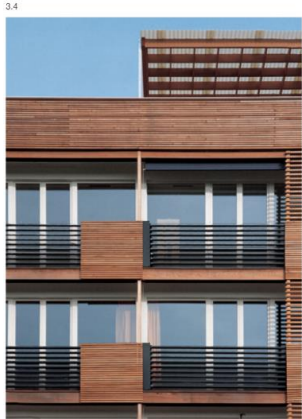
- 1 Solar generator on mounting
- 2 Connection solar generator
- 3 Direct current
- 4 Consumer circuit (alternating current)



3.3

- 1 Кріплення сонячного генератора
- 2 Підключення сонячного генератора
- 3 Постійний струм
- 4 Ланцюг споживача (змінний струм)





3.2 Functional diagram of thermal use of solar energy

3.3 Functional diagram of photovoltaic system

3.4 Multi-family house in Zurich (2001), architect: Beat Kämpfen. The balcony balustrade is composed of evacuated tube collectors.

Solar Systems for Thermal Use

Air- and warm-water collectors (flat plate and evacuated tube collectors) are chiefly used to preheat supply air, to heat domestic water and to supplement other heating systems.

Flat plate collectors generally consist of a solid metal absorber set into a rectangular frame. The absorber is covered by a glass pane on top, is insulated on the underside and is equipped with lateral connections to the heat carrier medium. By its very function, that of absorbing energy, it is the most important component of a collector: its absorptive and emissive power determines the collector's efficiency. Simple, black coatings are rarely used today and have been largely replaced by more efficient solutions. New, highly selective absorber coatings, which deliver a high ratio of absorptance (95 per cent) and drastically reduce reflectance in the



3.2 Функціональна схема теплового використання сонячної енергії

3.3 Функціональна схема фотоелектричної системи

3.4 Багатоквартирний будинок у Цюриху (2001), архітектор: Біт Кемпфен. Балконна балюстрада складається з вакуумних трубчастих колекторів

Сонячні системи для виробництва теплової енергії

Повітряно-водяні колектори (плоскі пластинчасті та вакуумовані трубчасті) в основному використовують для підігріву вентиляції, підігріву побутової води та як доповнення до інших опалювальних систем.

Плоскі пластинчасті колектори, як правило, складаються з суцільного металевого поглинача, поміщеного в прямокутну раму. Зверху поглинач закритий скляною панеллю, знизу ізолюваний та оснащений бічними сполученнями з теплоносієм. За своєю функцією, тобто поглинання енергії, – це найважливіший компонент колектора, адже його поглинальна та випромінювальна здатність визначає ефективність пристрою. Сьогодні звичайні чорні покриття використовуються рідко – їх замінили більш ефективні рішення. Нові покриття з високою здатністю до поглинання, які забезпечують високий коефіцієнт абсорбції (95%) і значно зменшують відбиття в

infrared region of the spectrum, further increase the annual energy yield. Moreover, changes to the surface structure can be used to create coatings ranging from blue-black to blue-grey instead of the previously monotonous black coatings, thereby expanding the design options.

In evacuated tube collectors, glass tubes with built-in absorbers are bundled in a collecting pipe. The glass tubes serve simultaneously as a transparent cover and a housing. Since heat losses are virtually eliminated as a result of the vacuum in the individual tubes, operating temperatures of up to 120°C can be achieved. However, the increased performance of evacuated tube collectors (up to one third higher) is linked to a doubling of costs. Evacuated tube collectors are manufactured in a variety of system designs, although most are “open systems”, meaning they do not form a water-bearing layer and must therefore be mounted on roof supports or suspended in front of the facade. In the meantime, first attempts have been made towards integrated installations, which make evacuated tube collectors a more interesting option for facade applications as well, although the additional effort required for insulation must be taken into consideration.

Collector systems for water heating are generally sized to deliver roughly 50 to 80 per cent of the average annual requirement; while nearly 100 per cent coverage can be achieved in summer, the output dips to approximately 50 to 60 per cent in winter as a result of heat losses and diminished insolation. For single-family and duplex houses, the standard calculation is based on 1.2 to 1.5 m² flat plate collector area and a storage volume of 80 to 100 litres per person.

Standard solar systems designed to supplement the heating requirements, called combination systems, are sized according to the heating load. A rule of thumb, roughly 1 m² of collector area per kW, results in common system dimensions of 8 to 16 m² collector area – an area of roughly 10 m² is sufficient when

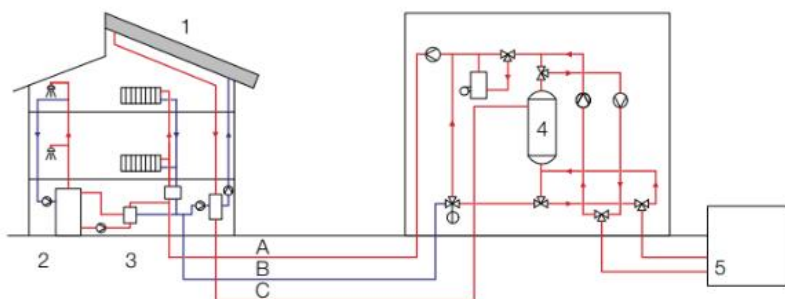
інфрачервоній області спектра, ще більше підвищують річне вироблення енергії. Крім того, зміни в структурі поверхні можуть бути використані для створення покриттів від синьо-чорного до синьо-сірого кольорів замість звичних монотонних чорних покриттів, тим самим розширивши дизайнерські можливості.

У вакуумованих трубчастих колекторах скляні трубки з вбудованими поглиначами об'єднані в збірну трубу. Скляні трубки служать одночасно прозорою кришкою й корпусом. Оскільки завдяки вакууму в окремих трубках тепловтрати практично відсутні, можна досягти робочих температур до 120°C. Однак, підвищена продуктивність трубчастих колекторів з вакуумом (на третину вища) пов'язана з подвоєнням витрат. Вакуумовані трубчасті колектори виготовляються в конструктивно різних варіантах, хоча більшість з них – це «відкриті системи». Іншими словами, вони не утворюють водонесного шару, і тому їх необхідно встановлювати на кріпленнях на даху або підвішувати перед фасадом будівлі. Водночас уже були зроблені перші спроби інтегрованих установок, які дозволяють використовувати вакуумовані трубчасті колектори для фасадів, хоча при цьому слід враховувати додаткові витрати на ізоляцію.

Колекторні системи для підігріву води, як правило, можуть закрити приблизно 50-80% середньорічних потреб; у той час, як улітку можна досягти майже 100% забезпечення, взимку продуктивність знижується приблизно до 50-60% унаслідок тепловтрат і зменшення теплоізоляції. Для одноосібного житла та будинків-дуплексів стандартний розрахунок здійснюється виходячи з площі плоского колектора від 1,2 до 1,5 м² та об'єму накопичувача від 80 до 100 літрів на одну людину.

Стандартні сонячні системи, призначені для додаткового опалення, відомі під назвою «комбіновані системи», розраховуються відповідно до опалювального навантаження. За емпіричним правилом, приблизно 1 м² площі колектора на 1 кВт, загальні розміри системи складають від 8 до 16 м² площі колектора – при використанні

evacuated tube collectors are employed and an installed storage volume ranging from 500 to 1000 litres. The solar installation can thus cover up to one quarter of the total heating requirement.



A Heat supply
B Heat return
C Solar supply

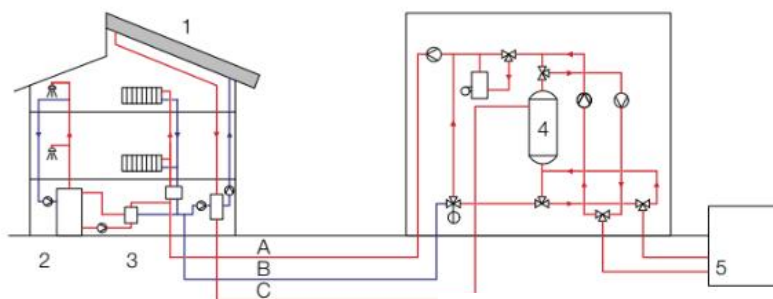
1 Collector field
2 House transfer station
3 Solar transfer station
4 Buffer storage
5 Long-term storage

3.5

3.6



вакуумованих трубчастих колекторів достатньо площі приблизно 10 м² і встановленого об'єму накопичувача від 500 до 1000 літрів. Таким чином, сонячна установка може покрити до чверті загальної потреби в теплі.



A Теплопостачання
B Віддача тепла
C Сонячне теплопостачання

1 Колекторне поле
2 Центральний тепловий пункт будинку
3 Станція передачі сонячної енергії
4 Буферне сховище
5 Сховище для тривалого накопичення

3.5

3.6



3.5 <i>Functional diagram of solar district heating concepts</i> 3.6 <i>Lehrter railway station, Berlin (2203), von Gerkan Marg and Partners. The photovoltaic modules are integrated into the glass roof, they also serve as a shading system.</i> <i>Solar District Heating and Cooling Processes</i> Two additional themes are gaining in importance in the field of solar systems for thermal use: solar district heating concepts (7) and solar-supported cooling processes. (8) Solar systems designed to supplement district heating supplies aim to address the problem of asynchronicity between peak solar radiation in summer and heating demands in winter by bridging the gap through seasonal storage. This model is predominantly used for new housing developments due to the requirement for large storage volumes (up to 20,000 m³), coordinated integration into the supply grid and specially designed control technology. Since such installations tend to require large absorber areas, the collectors are generally realized as fully prefabricated “solar roofs.” The roofs and facades of neighbouring school buildings, kindergartens or sports facilities as well as noise protection walls can also be utilized. When combined with low-temperature heating systems, the solar power that is generated can cover up to 60 per cent of the demands for domestic water and space heating. Solar-supported district heating concepts are an important building block on the road toward efficiency in the thermal use of solar energy. However, there is still a great need for the further development of different storage types, especially in terms of construction design for minimizing heat loss and cost reduction. For this reason, the efficiency of such systems is still fairly low.	3.5 <i>Функціональна схема концепції сонячного централізованого теплопостачання</i> 3.6 <i>Залізничний вокзал Лертер, Берлін (2203), фон Геркан Марг і Партнери. Фотоелектричні модулі інтегровані в скляний дах, вони також слугують системою затінення</i> <i>Використання сонячної енергії для централізованого теплопостачання та охолодження</i> У сфері сонячних систем для теплового використання набувають усе більшого значення дві основні галузі: концепції сонячного централізованого теплопостачання (7) та процеси охолодження з підтримкою сонячної енергії. (8) Сонячні системи, призначені для доповнення централізованого теплопостачання, мають на меті розв’язати проблему асинхронності між піковим сонячним випромінюванням влітку й потребами в опаленні взимку, подолавши цей розрив шляхом сезонного зберігання. Ця модель переважно використовується для нових житлових забудов через потребу у великих обсягах зберігання (до 20 000 м³), злагоджену інтеграцію з мережею постачання та спеціально розробленою технологією управління. Оскільки такі установки, як правило, вимагають великих площ поглинання, колектори, як правило, виготовляються у вигляді повністю готових «сонячних дахів». Також можна використовувати дахи та фасади сусідніх будівель шкіл, дитячих садків або спортивних споруд, а також стіни з шумозахисними властивостями. У поєднанні з низькотемпературними системами опалення сонячна енергія може покривати до 60% потреб у побутовому водопостачанні та опаленні приміщень. Концепції централізованого теплопостачання на основі сонячної енергії – це важлива складова на шляху до ефективного використання сонячної енергії для виробництва теплової енергії. Однак, усе ще існує велика потреба в подальшому розвитку різних типів накопичувачів, особливо з точки зору проєктування конструкцій для мінімізації втрат тепла і зниження витрат. З цієї причини ефективність таких систем усе ще досить низька.
--	---

Experiments have been undertaken for years to increasingly harness solar energy for air-conditioning, since the topic of cooling is especially relevant in office buildings. This application presents an opportunity to take advantage of the overall synchronicity between incident solar energy and cooling demands. Although the development of solarpowered chillers and air-conditioning systems is still in its infancy, some pilot installations are already in operation. Sorptive cooling uses so-called open systems for direct indoor air dehumidification and cooling.

While air collectors are suitable as thermal generators, adsorption – that is, absorption chillers or closed systems for cold water production – require qualitative flat plate collectors (with operating temperatures of 80 to 100°C) or evacuated tube collectors (100 to 150°C), depending on the cooling temperature. Monitoring of the pilot installations revealed that most problems arise in the area of the control strategy, meaning, the interaction between collector installation and chiller.

Photovoltaics

A photovoltaic installation is composed of individual solar cells, which are gathered into PV-modules. The individual cells are connected in series or in parallel. When several modules are added, we speak of a solar generator. The output of PV-installations can be considerably diminished as a result of shading (from neighbouring buildings, vegetation, roof additions or other elements in the built environment) and these should therefore be avoided at all cost. However, there are certain connection modes that limit the output losses. Solar power can be generated for off- and on-grid systems. Off-grid systems (e.g., mountain cabin, weekend cottage) have no connection to the mains supply and the generated DC current is stored directly and without transformation in batteries on-site or is utilized for appropriate appliances (so-called low-voltage

Протягом багатьох років проводяться експерименти з використання сонячної енергії для кондиціонування повітря, оскільки тема охолодження особливо актуальна в офісних будівлях. Ця технологія дає можливість використовувати сонячну енергію для оптимізації процесів охолодження. Хоча розробка охолоджувачів і систем кондиціонування повітря на сонячній енергії все ще перебуває на початковому етапі, деякі пробні установки вже активно працюють. При сорбційному охолодженні використовуються так звані відкриті системи для прямого осушення та охолодження повітря в приміщенні.

У той час як повітряні колектори можна використовувати як теплові генератори, адсорбція, тобто абсорбційні охолоджувачі або закриті системи для виробництва холодної води, вимагає якісних плоских пластинчастих колекторів (з робочою температурою від 80 до 100°C) або вакуумованих трубчастих колекторів (від 100 до 150°C), залежно від температури охолодження. Моніторинг роботи тестових установок показав, що найбільше проблем виникає в області стратегії управління, тобто взаємодії між колекторною установкою та охолоджувачем.

Фотоелектрична енергетика

Фотоелектрична установка складається з окремих сонячних елементів, які зібрані в фотомодулі. Окремі елементи з'єднуються послідовно або паралельно. При додаванні декількох модулів утворюється сонячний генератор. Потужність фотоелектричних установок може значно зменшуватися внаслідок затінення (сусідніми будівлями, рослинністю, надбудовами на даху або іншими елементами будівельного середовища), тому цього слід максимально уникати. Однак існують певні схеми з'єднання, які мінімізують втрати вихідної енергії. Сонячна енергія може генеруватися для автономних та мережевих систем. Автономні системи (наприклад, гірська хатина або замський будинок) не мають підключення до електромережі, а згенерований постійний струм зберігається безпосередньо й без перетворення в акумуляторах на місці або передається у відповідні

appliances). For systems that are connected to the grid, the generated DC current must be transformed into AC current by means of a DC/AC inverter before it can be fed into the public grid or consumed in the household.

Photovoltaic modules are multi-layered and either embedded into artificial resin between glass panes or laid between glass and a plastic laminate. Depending on requirements, the reverse side is opaque, translucent (obscured glass, deflecting film) or transparent (clear glass, transparent film). A fundamental differentiation is made between rigid and flexible photovoltaic modules. Moveable, uni- or bi-axial systems designed for retrofitting are an increasingly popular alternative for modules that are fixed in place. Many manufacturers offer modules in a variety of standard sizes and custom solutions, and the product palette ranges from complete energy roofs and shading systems to photovoltaic roofing tiles.

The area requirement is calculated according to generator output, which is measured in kilowatt peak (kWp), a unit that indicates the module performance in standardized test conditions. In Germany a photovoltaic installation with optimum orientation and a performance of 1 kWp delivers between 600 and 1000 kWh current annually depending on the site conditions. Area requirements differ according to the cell type: while 10 m² is sufficient for crystalline cells, much more is required for amorphous cells. Given an average installation size (2 to 3 kWp), these solutions can cover up to 50 per cent of the annual demand, although only roughly 20 to 25 per cent of the energy is directly utilized due to the time lag between generation and demand.

Cell Technology

Solar cells generally consist of amorphous or crystalline

електроприлади (так звані низьковольтні прилади). Для систем, підключених до електромережі, згенерований постійний струм повинен бути перетворений в змінний струм за допомогою інвертора постійного/змінного струму, перш ніж його можна буде подати в загальну електромережу або використовувати в побутових цілях.

Фотоелектричні модулі є багатошаровими та вбудовуються всередину скляних панелей у штучну полімерну речовину або прокладаються між склом і пластиковим ламінатом. Залежно від вимог, зворотна сторона може бути світлонепроникною, напівпрозорою (затемнене скло, плівка, що відбиває світло) або прозорою (прозоре скло, прозора плівка). Фундаментально розрізняють жорсткі та гнучкі фотоелектричні модулі. Рухомі, одно- або двовісні системи, призначені для модернізації, стають усе більш популярною альтернативою фіксованим модулям. Багато виробників пропонують модулі різних стандартних розмірів і нестандартних рішень, а асортимент продукції варіюється від комплексних енергетичних дахів і систем затінення до фотоелектричної покрівельної черепиці.

Потреба в площі розраховується відповідно до потужності генератора, яка вимірюється в максимальних кіловатах (кВт/год) – одиниці, яка вказує на продуктивність модуля в стандартних умовах випробувань. У Німеччині фотоелектрична установка з оптимальною орієнтацією й потужністю 1 кВт/год виробляє від 600 до 1000 кВт/год струму на рік, залежно від умов місцевості. Вимоги до площі залежать від типу фотоелемента: якщо для кристалічних фотоелементів достатньо 10 м², то для аморфних фотоелементів потрібно набагато більше. При середньому розмірі установки (від 2 до 3 кВт) ці рішення можуть покрити до 50% річного попиту, хоча безпосередньо використовується лише приблизно 20-25% енергії внаслідок розриву в часі між генерацією та попитом.

Технологія «комірок»

Сонячні комірки зазвичай складаються з аморфного або

silicon. In addition to differences in surface structure and colour, the individual cell types also differ in terms of efficiency. Monocrystalline cells deliver the highest ratio with up to 18 per cent. While polycrystalline cells achieve as much as 16 per cent, the efficiency quotient of amorphous silicon is roughly 10 per cent. These efficiency quotients are being constantly optimized with the help of so-called hybrid cells in which monocrystalline wafers are surrounded by two layers containing amorphous silicon. Currently, intensive research is being undertaken into new technologies, including, microcrystalline and micromorphous solar cells and colour cells.

“Transparent” polycrystalline cells, on the other hand, and their fascinating optical effects, are a new technology with implications for visual appearance. In a special process, the top and bottom sides of the wafer are milled with parallel cuts. While the resulting micro holes at the intersections of the cuts diminish the area output, they create the impression of a transparent cell.

Thin-film technology has tremendous technical and aesthetic potential. **(9)** These cell types are economic in terms of material consumption – layers of no more than a few micrometres (1-6 μm) are sufficient for absorption – and are also energy efficient, because the manufacturing temperatures of 200 to 700 °C are 25 percent less than those required for crystalline cells. A high level of automation in the production is another source of potential savings.

Thin-film solar cells offer many advantages in terms of dependency on solar incidence and temperature; they are also more tolerant to shading. Diffuse and weak light is utilized to a greater degree and the output losses as a result of temperature increases in the cell are diminished, while the long strips ensure that single cells are never fully shaded. Another advantage of thin-film technology is its variability in shape. Since these modules are not tied to

кристалічного кремнію. Окрім відмінностей у структурі та кольорі поверхні, окремі типи комірок також відрізняються за ефективністю. Монокристалічні комірки (елементи) мають найвищий коефіцієнт корисної дії – до 18 відсотків. У той час як полікристалічні елементи досягають 16 відсотків, коефіцієнт ефективності аморфного кремнію становить приблизно 10 відсотків. Ці коефіцієнти ефективності постійно оптимізуються за допомогою так званих гібридних комірок, у яких монокристалічні пластини оточені двома шарами, що містять аморфний кремній. Наразі проводяться активні дослідження нових технологій, зокрема, мікркристалічних і мікроморфних сонячних елементів, а також кольорових комірок.

З іншого боку, «прозорі» полікристалічні елементи та їхні вражаючі оптичні ефекти – це нова технологія, що має вплив на зовнішній вигляд. У спеціальному процесі верхня та нижня сторони пластини фрезеруються паралельними надрізами. Хоча мікроотвори на перетинах розрізів зменшують площу вихідної поверхні, вони створюють враження прозорої комірки.

Технологія тонких плівок має величезний технічний і естетичний потенціал. **(9)** Ці типи комірок заощаджують матеріал, адже для поглинання достатньо шарів завтовшки не більше кількох мікрометрів (1-6 мікронів). До того ж вони дуже енергоефективні, оскільки робочі температури від 200 до 700 °C на 25 відсотків нижчі, ніж у випадку з кристалічними комірками. Ще однією потенційною можливістю для економії є високий рівень автоматизації виробництва.

Сонячні комірки з тонкої плівки мають багато переваг з точки зору залежності від сонячного випромінювання і температури; вони також більш стійкі до затінення. Розсіяне та слабе світло використовується більшою мірою, а втрати потужності в результаті підвищення температури в елементі зменшуються; водночас довгі смуги гарантують, що окремі елементи ніколи не будуть повністю затінені. Ще однією перевагою технології виготовлення тонких плівок

standardized wafer dimensions, as is the case with crystal-line cells, they can be shaped into a variety of geometrical shapes and can also be mounted on curved and flexible carrier materials such as sheet metal or plastic foils. This cell type is especially suited for integration into building sections where sufficient rear ventilation is not guaranteed or where shading may occur. In the continued research and development of thin-film cells in the 1990s, several semiconductors were tested in addition to amorphous silicon, among others copper-indium-diselenide (CIS) and cadmium-telluride (CdTe). In the area of thin-film technology, CIS-technology currently delivers the highest efficiency (14 per cent). The overall efficiency has been improved with the development of so-called stacked cells, in which two or three layers are mounted on top of each other (tandem or triple cell). To further optimize the output of such stacked cells, each of the films in the triple cells, for example, is designed to respond to a different spectral range (short-, medium- or long-wave radiation). The appearance of a thin-film PV module is characterized by homogeneous surfaces structured by extremely narrow and transparent separating cuts. These are the result of the production process, that is, the electronic separation and connection of the individual cell layers. Variations in width or additional horizontal separating cuts can also be employed as design elements. Whereas polycrystalline cells are becoming available in an ever-increasing range of colours, dark hues continue to dominate in the area of thin-film technology, ranging from black to reddish brown or dark green.

Integration

Manufacturers are constantly improving the parameters for the structural integration of solar systems into roofs and walls, especially with regard to fastening methods and sealing along the sides. New frame sections facilitate the assembly of the individual

є варіативність їхньої форми. Оскільки ці модулі не прив'язані до стандартних розмірів пластин, як у випадку з кристалічними комірками, їх можна формувати в різноманітні геометричні фігури, а також монтувати на вигнуті та гнучкі матеріали-носії, такі як листовий метал або пластикові пластини. Цей тип комірок особливо підходить для інтеграції в секції будівель, де недостатня тилова вентиляція або затінення. У ході досліджень і розробок тонкоплівкових батареях у 1990-х роках, окрім аморфного кремнію, було випробувано кілька напівпровідників, зокрема, діселенід міді та індію (CIS) і кадмій-телурид (CdTe). В області тонкоплівкових технологій CIS-технологія наразі забезпечує найвищу ефективність (14%). Загальна ефективність покращилася з розробкою так званих «стекових» елементів, у яких два або три шари встановлені один над одним (тандем або потрійна комірка). Для подальшої оптимізації виходу таких складених комірок кожна з плівок у потрійних комірках, наприклад, призначена для реагування на різний спектральний діапазон (коротко-, середньо- або довгохвильове випромінювання). Зовнішній вигляд тонкоплівкового фотомодуля характеризується однорідними поверхнями, структурованими надзвичайно вузькими та прозорими розділовими лініями. Вони є результатом виробничого процесу, тобто електронного розділення та з'єднання окремих шарів комірок. Варіації ширини або додаткові горизонтальні розділові лінії також можуть бути використані як елементи дизайну. У той час як полікристалічні елементи стають доступними у все ширшому діапазоні кольорів, темні відтінки продовжують домінувати в області тонкоплівкових технологій – від чорного до червонувато-коричневого або темно-зеленого.

Встановлення

Виробники постійно вдосконалюють параметри структурної інтеграції сонячних систем у дахи та стіни, особливо щодо способів кріплення та ущільнення з бічних частин. Нові каркасні секції полегшують збірку окремих елементів і монтаж; вони також

elements and installation; they also minimize profile heights and projection widths. The many options available today allow for a fairly flexible integration of solar systems in the building skin. There are a growing number of fully integrated solutions that facilitate combinations of thermal solar and photovoltaic systems and the combination of these systems with other elements in the envelope. The key is the integration of collectors and PV modules with the building systems. Depending on the system design, a variety of wiring arrangements and additional equipment technology is required to this end – a factor that must be taken into consideration especially for external wall and facade structures. Photovoltaic systems are ideally suited for integration, owing to the slender dimensions of the mounted components and flexible power cables with small diameters. The diameter of pipes for water collectors is considerably larger; provisions must also be made for these installations to ensure that the pipes and connections are sealed and frost resistant.

With regard to formal aesthetic criteria, solar systems offer a wide range of design options. Manufacturers try to respond to nearly all of the wishes expressed by architects. The maximum range of colours is frequently cited as a special advantage of photovoltaics. Naturally, the appearance of the installations is influenced by the colour variation in the absorber surfaces and the multitude of section designs **(10)** as well as the lateral connecting elements at roof or facade level. It is important, however, to carefully assess the introduction of additional colours and shapes to the building skin. Yet architectural integration of solar systems into the building skin is more far reaching, because each element that is included in the wall or the roof also assumes functional and structural tasks as a component thereof. It is important to establish an overall harmony between the requirements and characteristics of the physical structure and the aesthetic and functional criteria of the energy system. **(11)**

мінімізують висоту профілю й ширину проєкції. Безліч доступних сьогодні варіантів дозволяють досить гнучко інтегрувати сонячні системи в обшивку будівлі. Зростає кількість комплексних рішень, які полегшують комбінування теплових сонячних і фотоелектричних систем, а також поєднання цих систем з іншими елементами будівлі. Ключовим моментом є інтеграція колекторів і фотоелектричних модулів з системами будівлі. Залежно від конструкції системи, для цього потрібні різні схеми електропроводки та додаткове обладнання – фактор, який необхідно враховувати, особливо для зовнішніх стін і фасадних конструкцій. Фотоелектричні системи ідеально підходять для інтеграції завдяки компактним розмірам встановлюваних компонентів і гнучким силовим кабелям малого діаметра. Діаметр труб для водяних колекторів значно більший; для цих установок також необхідно передбачити герметичність і морозостійкість труб і з'єднань.

Що стосується формальних естетичних критеріїв, сонячні системи мають широкий спектр дизайнерських рішень. Виробники намагаються задовольнити майже всі побажання архітекторів. Як особливу перевагу фотоелектрики часто називають максимальну кольорову гаму. Звичайно, на зовнішній вигляд установок впливають колірні варіації поглинальних поверхонь і різноманітність конструкцій секцій (10), а також бічні з'єднувальні елементи на рівні даху або фасаду. Однак, важливо ретельно оцінити доцільність введення додаткових кольорів і форм в обшивку будівлі. Проте інтеграція сонячних систем в архітектурну концепцію будівлі має ширше значення, оскільки кожен елемент, що входить до складу стіни або даху, також виконує функціональні та структурні завдання як її складова. Важливо встановити загальну гармонію між вимогами та характеристиками фізичної структури й естетично функціональними критеріями енергетичної системи. **(11)**



3.7
3.8



3.7 Single-family house in Öhling, Austria (1999), architects: Poppe Prehal.

3.8 Low-energy house in Bregenz (2001), Daniel Sauter. The PV system is structurally and aesthetically integrated into the facade.

Additive versus Integrated Installation?



3.7
3.8



3.7 Односімейний будинок в Олінгу, Австрія (1999), архітектори: Поппе Прехал

3.8 Будинок з низьким споживанням енергії в Брегенці (2001), Даніель Саутер. Фотоелектрична система структурно та естетично інтегрована у фасад

Надбудована чи інтегрована установка?

Collectors and PV modules on the roof or the facade, retrofitted in some case, are often perceived as visually unpleasant. Even in the early years, raised installations, that is, additive measures, were seen as the “main evil”. Little has changed in this perception to this day. Integrated roof installations, conversely, are thought of as inherently inconspicuous and even elegant solutions. Retrospectively, the first integrated roof installation of a collector system (1976) was praised as a “successful architectural solution.” **(12)** This is a serious misunderstanding that has prevailed ever since. The result, in the aforementioned case, may well have been innovative and correct in terms of function, i.e. energy-efficiency, but it would be wrong to speak of an integrated design in the existing roof surface.

The discomfort with systems that are “planted” on top of the existing surface has little to do with the structural solution itself. Regardless of whether the system is mounted or integrated into the roof skin or the facade, the key parameters of an aesthetically satisfying solution are the module dimensions, the proportions of the element as a whole and its internal divisions, and, above all, the arrangement within the given area. There are many built examples, which demonstrate that concepts where solar systems are mounted either on the roof or on the facade can be highly integrated from an architectural perspective. In these projects, the collectors or the PV modules are interpreted as an additional functional level, which is separate from the water-bearing layer. Reasons for this choice may relate to construction sequence, but also to utilization considerations, such as sufficient rear ventilation, sheltered maintenance areas, etc. Structural and energy considerations aside, the most important aspect of architectural integration is to fit the elements harmoniously into an overarching visual concept; the question of additive versus integrated installation is secondary.

Колектори та фотомодулі на даху або фасаді, модернізовані в тому чи іншому випадку, часто візуально непривабливі. Навіть на початку розвитку ринку надбудовані установки, тобто додаткові елементи, розглядалися як «найбільше зло». Мало що змінилося в цьому сприйнятті й до сьогодні. Інтегровані установки на даху, навпаки, вважаються за своєю суттю непомітними й навіть стильними рішеннями. У ретроспективі перша інтегрована покрівельна установка колекторної системи (1976 рік) була оцінена як «вдале архітектурне рішення» **(12)**. З того часу склалося серйозне хибне враження, яке поширене й досі. Результат у вищезгаданому випадку, можливо, був інноваційним і правильним з точки зору функції, тобто енергоефективності, але було б неправильно говорити про інтегровану систему в наявну поверхню даху.

Дискомфорт, пов'язаний з системами, «висадженими» на наявну поверхню, має мало спільного з самим конструктивним рішенням. Незалежно від того, чи система монтується або інтегрується в обшивку даху або фасаду, ключовими параметрами естетично задовільного рішення є розміри елементів, пропорції елементів загалом і їхніх внутрішніх частин, і, перш за все, розташування в межах заданої площі. Існує багато реальних прикладів, які демонструють, що концепції, у яких сонячні системи монтуються на даху або на фасаді, можуть бути високо інтегровані з архітектурної точки зору. У цих проектах колектори або фотоелектричні модулі розглядаються як додатковий функціональний рівень, відокремлений від водонесного шару. Причини такого вибору можуть бути пов'язані з послідовністю будівництва, а також з міркуваннями використання, такими як достатня задня вентиляція, захищені зони обслуговування тощо. Окрім структурних та енергетичних міркувань, до числа важливих аспектів архітектурної інтеграції також належить гармонійне вписування елементів у загальну візуальну концепцію; натомість, питання додаткової чи інтегрованої установки – другорядне.

Existing Buildings

Many debates on solar architecture have raised the question about whether it is sensible, ecologically speaking, to create energy-efficient single-family houses on open land. The argument that resource-conserving measures are ultimately only feasible on existing buildings is often emphasized. **(13)** Moreover, there is little demand for new construction, and forecasts indicate that the annual renewal rate of existing buildings will be roughly 1 per cent in coming years and is likely to decrease. A tremendous potential has been identified, on the other hand, in converting, retrofitting and architecturally upgrading existing housing as well as industrial and commercial developments.

Given the fact that 40 per cent of the total energy consumption in Europe continues to be expended for the construction and operation of buildings, and that the major developments dating from the 1950s, 60s and 70s are particularly lacking in terms of insulation, the energy-efficient optimization of existing buildings takes on a high priority. For architects and engineers, the tasks of the future will be the maintenance, conversion and adaptation of existing buildings as well as new construction in the form of additions.

The decision in favour of a solar thermal system is also closely linked to the lifespan of existing heating systems: In Germany, estimates anticipate that more than four million old heating systems will be renewed or upgraded in the coming five years. Based on 5 m² of collector area per renovation, this forecast would translate into roughly 1 million m² of collector area for single- and duplex-homes alone. **(14)**

Area estimates reveal a tremendous potential for the application of solar technology. A study of selected residential buildings from different periods in Bavaria revealed that there is an abundance of available area for solar use, especially on the facades. Individualized studies, on the other hand, showed that considerable

Наявні споруди

У численних дискусіях про сонячну архітектуру підіймається питання про те, чи доцільно з екологічної точки зору створювати енергоефективні односімейні будинки на відкритій місцевості. Часто підкреслюється той аргумент, що ресурсозаощаджувальні заходи в кінцевому підсумку можливі лише на наявних будівлях. **(13)** Ба більше, попит на нове будівництво невеликий, і прогнози вказують на те, що щорічний темп оновлення наявних будівель становитиме приблизно 1% у найближчі роки та, ймовірно, зменшуватиметься. З іншого боку, існує величезний потенціал для переобладнання, реконструкції та архітектурної модернізації наявного житла, а також промислових і комерційних об'єктів.

Ураховуючи той факт, що 40% загального споживання енергії в Європі продовжує витрачатися на будівництво та експлуатацію будівель, а також те, що основні забудови 1950-х, 60-х і 70-х років особливо страждають від недостатньої ізоляції, енергоефективна оптимізація наявних будівель набуває першочергового значення. Для архітекторів та інженерів завданням майбутнього буде обслуговування, переобладнання та адаптація наявних будівель, а також нове будівництво у вигляді прибудов.

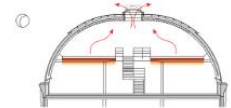
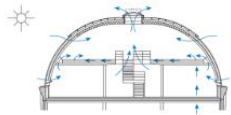
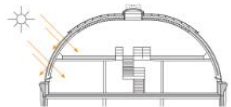
Рішення на користь сонячної теплової системи також тісно пов'язане з терміном експлуатації дійсних систем опалення: У Німеччині, за оцінками, понад чотири мільйони старих систем опалення будуть оновлені або модернізовані протягом наступних п'яти років. Виходячи з розрахунку 5 м² площі колектора на одне модернізоване приміщення, цей прогноз означає приблизно 1 мільйон м² площі колекторів лише для одно- та двоповерхових будинків. **(14)**

Оцінки площі показують величезний потенціал для застосування сонячних технологій. Дослідження окремих житлових будинків різних періодів у Баварії показало, що існує велика кількість вільної площі для використання сонячної енергії, особливо на фасадах. З іншого боку, окремі дослідження показали, що в деяких

limitations were further exacerbated in some cases by heritage protection orders. (15) The facades of existing buildings are therefore not as viable an option as one might think. Roofs, conversely, provide opportunities for architecturally harmonious and energy-efficient solutions; this is due to the exposure and incline and also to the option of continuous installations across a large area.



3.9



3.10

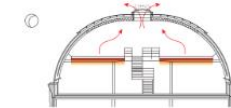
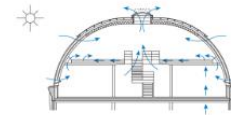
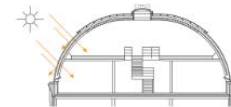
3.9 Renovated multi-storey factory in Berlin-Oberschöneweide (2000), architect: Frank Augustin

3.10 Multi-storey factory, Berlin-Oberschöneweide. Climate concept barrel roof: shading, ventilation and thermal storage mass.

випадках серйозні проблеми на шляху інтеграції сонячних систем створює наявність охоронних ордерів на об'єкти спадщини. (15) Таким чином, фасади існуючих будівель не є настільки надійним варіантом, як можна було би подумати. Дахи, навпаки, надають можливості для архітектурно гармонійних та енергоефективних рішень; це пов'язано з експозицією та нахилом, а також можливістю безперервного встановлення на великій площі.



3.9



3.10

3.9 Оновлена багатоповерхова будівля фабрики в Берліні-Обершйонвайде (2000), архітектор – Франк Августин: Франк Августин

3.10 Багатоповерховий завод, Берлін-Обершйонвайде. Кліматична концепція бочкового даху: затінення, вентиляція та теплоакуюча маса

Solar Technology and Heritage Protection

With the growing use of regenerative energies for building operation, heritage protection must increasingly take the wish for solar technology on monuments or ensembles – such as entire street fronts, squares and urban quarters – into account. The question of whether and how heritage protection and solar technology are compatible is a delicate one, since the preservation of monuments is often linked to strict design guidelines and high requirements for interventions into the existing substance.

The principal criterion for assessing the structural integration of solar systems into heritage-protected buildings is visibility. This means that installations on the facade and, in some cases, even on steep roofs, are deemed problematic because they are visible from an elevated standpoint or from the street. If installation on the facade or the roof is limited or not allowed, there are still other alternative locations close to the buildings that are worth exploring, for example, balcony, garage, carport, pergola or greenhouse. Material(s) and construction methods are also very important issues because any change is always a kind of intervention into the existing substance and, hence, a potential risk for subsequent damage.

In addition to building codes, the architect's copyright, which is inherited and can, in general, apply to every building, must also be taken into consideration and this may lead to further restrictions. The integration of solar systems into the roof and/or facade of monuments must always be analyzed in each individual case, although a solution can usually be found through constructive dialogue. Although these problems are only relevant to a small percentage of existing buildings, the outstanding architectural quality of such buildings tends to heighten public awareness and to invest them with symbolic value.

The use of solar technology invariably translates into a new image for the building skin, a change that must be carefully planned

Сонячні технології та охорона спадщини

Зі зростанням використання відновлюваної енергії для експлуатації будівель, органи охорони історичної спадщини повинні все більше враховувати бажання використовувати сонячні технології на пам'ятках або цілих комплексах – таких як фасади вулиць, площі та міські квартали. Питання про сумісність охорони спадщини й сонячних технологій – дуже делікатне, оскільки збереження пам'яток часто пов'язане зі строгими правилами проєктування і високими вимогами до втручання в наявну речовину.

Основним критерієм оцінки структурної інтеграції сонячних систем у будівлі, які знаходяться під охороною культурної спадщини, є візуальна складова. Це означає, що установки на фасаді і, у деяких випадках, навіть на крутих дахах вважаються проблематичними, оскільки їх видно з висоти або з вулиці. Якщо встановлення на фасаді або даху обмежене або не дозволене, усе одно існують інші альтернативні місця поблизу будівель, які варто дослідити, наприклад, балкон, гараж, навіс, альтанка або теплиця. Матеріал(и) і методи будівництва також є дуже важливими питаннями, оскільки будь-яка зміна – це завжди певне втручання в наявну будову, а отже й потенційний ризик подальшого пошкодження.

Окрім будівельних стандартів, слід також враховувати авторське право архітектора, яке передається в спадок і може, загалом, застосовуватися до кожної будівлі, що може призвести до подальших обмежень. Інтеграція сонячних систем в дах і/або фасад пам'яток архітектури завжди повинна аналізуватися в кожному окремому випадку, хоча рішення зазвичай можна знайти шляхом конструктивного діалогу. Хоча ці проблеми стосуються лише невеликого відсотка наявних будівель, видатна архітектурна якість таких будівель має тенденцію підвищувати обізнаність громадськості та надавати їм символічної цінності.

Використання сонячних технологій незмінно призводить до зміни зовнішнього вигляду будівлі – зміни, яка повинна бути ретельно

in each instance. While more than 90 per cent of all existing buildings do not fall into the category of heritage protection, these 'ordinary' buildings also require individual solutions that are in harmony with the conditions at the site in order to achieve conclusive results in terms of energy efficiency and architectural aesthetics.

“Solar Scouts”

A 2002 study **(16)** on the solar heating market in Germany revealed that 71 per cent of homeowners have a positive attitude towards solar energy. Five out of ten respondents expressed a strong to very strong interest in solar thermal installations. **(17)** The new solar energy campaign launched by the German Energy Agency (dena) stresses that contractors play a “key role in implementing the initiative for thermal use of solar power.” Today, master craftsmen run so-called solar checks or make the rounds in residential areas as voluntary “solar scouts” to test which homes are suited for the installation of collectors or PV modules. Most homeowners decide to purchase and install a solar system on the basis of the contractor’s sales pitch and negotiation skills, not least of all because permits are rarely required for this type of work. This illustrates who the real decision makers are in single-family housing, since building service engineers and architects – probably in this sequence – are only consulted for larger solar installations. **(18)** However, there is one aspect of the clients’ attitude towards solar energy that comes as a surprise. While the widespread, generally positive assessment is hardly surprising, the reason given for it is: The focus, it seems, is not on climate and environmental protection but on the desire for new, innovative technology, which often even “supersedes” the cost argument. In other words, solar installations have become status symbols. It is “chic” to install collectors on the roof or the facade; **(19)** the method and manner of installation seem to be of secondary importance. This describes the current situation because one important problem of solar design in

спланована в кожному конкретному випадку. Хоча понад 90 відсотків усіх наявних будівель не підпадають під категорію об’єктів культурної спадщини, ці «звичайні» будівлі також потребують індивідуальних рішень, які гармонійно поєднуються з умовами конкретної місцевості, щоб досягти найкращих результатів з точки зору енергоефективності та архітектурної естетики.

«Сонячні розвідники»

Дослідження 2002 року **(16)** ринку сонячного опалення в Німеччині показало, що 71% домовласників позитивно ставляться до сонячної енергії. П’ять з десяти респондентів висловили сильний або дуже сильний інтерес до сонячних теплових установок. **(17)** Нова рекламна кампанія сонячної енергії, започаткована Німецьким енергетичним агентством (dena), підкреслює, що підрядники відіграють «ключову роль у реалізації ідеї теплового використання сонячної енергії». Сьогодні майстри проводять так звані «сонячні перевірки» або здійснюють обходи житлових районів як добровільні «сонячні розвідники», щоб перевірити, які будинки підходять для встановлення колекторів або фотоелектричних модулів. Більшість домовласників приймають рішення про купівлю та встановлення сонячної системи на основі комерційної пропозиції підрядника та його навичок ведення переговорів, зокрема й тому, що для такого типу робіт рідко потрібні дозволи. Це ілюструє, хто насправді приймає рішення в односімейних будинках, оскільки з інженерами з питань експлуатації будівель та архітекторами – ймовірно, саме в такій послідовності – консультуються лише щодо великих сонячних установок. **(18)** Однак є один аспект у ставленні клієнтів до сонячної енергетики, який викликає здивування. Хоча поширена, загалом позитивна оцінка навряд чи викликає здивування, дивує причина, через яку вона така: основна увага, здається, приділяється не захисту довкілля та навколишнього середовища, а прагненню до нових, інноваційних технологій, яке часто навіть «витісняє» аргумент вартості. Іншими словами, сонячні установки стали символами статусу. Установити колектори на даху або фасаді – це «шик»; **(19)**

everyday architecture is that the solar technology is often cloaked in a very “plain dress.” **(20)** Considering the enormous potential of roof and facade areas, the consequence may well be that an important opportunity – in the sense of a culture of sustainable building – is not being realized, particularly in single-family and duplex houses. **(21)** The integration of solar systems in the building skin requires consideration of structural and aesthetic aspects with the goal of developing an optimized overall solution. This is primarily a task for an architect, with the participation of experts in the field, that is, manufacturers and contractors, engineers and conservationists.



3.11



3.11 Studio in Dresden-Hellerau (2003), architects: Haller/Morgenstern/Quincke. Photovoltaic modules and transparent elements alternate in the roof area.

3.12 Flat plate collectors integrated into the facades of a

метод і спосіб встановлення, здається, має другорядне значення. Це описує поточну ситуацію, оскільки однією з важливих проблем сонячного дизайну в повсякденній архітектурі є те, що сонячна технологія часто маскується в дуже «просте вбрання». **(20)** Ураховуючи величезний потенціал дахів і фасадів, наслідком може бути те, що велика можливість – у сенсі культури сталого будівництва – не реалізується, особливо в односімейних і дворівневих будинках. **(21)** Інтеграція сонячних систем в обшивку будівлі вимагає врахування структурних і естетичних аспектів з метою розробки оптимізованого загального рішення. Це завдання в першу чергу для архітектора, за участю експертів у цій галузі, тобто виробників і підрядників, інженерів і фахівців з охорони навколишнього середовища.



3.11



3.11 Студія в Дрездені-Хеллерау (2003), архітектори: Халлер / Моргенштерн / Квінке. Фотоелектричні модулі та прозорі елементи чергуються на даху

3.12 Плоскі пластинчасті колектори, інтегровані у фасади

terraced housing development in Batschuns, Vorarlberg, Austria (1997), Walter Unterrainer.

Conclusion

Collectors and PV modules are important elements of solar architecture. In the future, they will be standard components of innovative building skins and building blocks of energy-efficient renovations. Today, the active use of solar energy can already make an important contribution to a sustainable supply. However, efficiency and a high ratio of solar utilization remain linked to the sufficient use of fundamental passive strategies. Solar technology must be integrated into a comprehensive concept that takes the spatial organization, the formal appearance of a building as well as the material and primary energy flows into consideration for new constructions and existing buildings. As numerous design awards demonstrate, the systems available on the market stand for both efficiency and elegance. Today, clients and architects regard these systems as innovative products and to some degree they have become symbols of technological progress. Despite all this, solar technology still seems to have an image problem because performance and improved product design are arguments that are not powerful enough in their own right to lead to a breakthrough in the market. Without “additional emotional benefits such as freedom, flexibility and prestige” (22) there seems to be no widespread acceptance among the population.

Solar systems must meet specific requirements and require innovative solutions, especially for complex building tasks and demanding indoor climate concepts. Building with systems is once again topical, if the different protective and control functions of the envelope – from insulation and daylight deflection to power generation – are integrated into prefabricated and recyclable building components. Whether facades and roofs are “more intelligent” as a result is another issue. What is clear, however, is

терасового житлового комплексу в Батиунсі, Форарльберг, Австрія (1997), Вальтер Унтеррейнер

Підсумок

Колектори та фотоелектричні модулі є важливими елементами сонячної архітектури. У майбутньому вони стануть стандартними компонентами інноваційних будівельних фасадів та складовими енергоефективних реконструкцій. Сьогодні активне використання сонячної енергії вже може зробити важливий внесок у сталий розвиток енергопостачання. Однак ефективність і високий коефіцієнт використання сонячної енергії залишаються пов'язаними з достатнім застосуванням фундаментальних пасивних стратегій. Сонячні технології повинні бути інтегровані в комплексну концепцію, яка враховує просторову організацію, формальний вигляд будівлі, а також матеріальні та первинні енергетичні потоки як для нових, так і для наявних будівель. Як показують численні архітектурні відзнаки, наявні на ринку системи є одночасно ефективними та стильними. Сьогодні клієнти та архітектори розглядають ці системи як інноваційні продукти. До того ж, певною мірою вони стали символами технічного прогресу. Попри все це, сонячні технології все ще мають проблеми зі сприйняттям, оскільки продуктивність і покращений дизайн продукції належать до аргументів, які самі по собі не достатньо вагомі, щоб призвести до прориву на ринку. Без «додаткових емоційних переваг, таких як свобода, гнучкість і престиж» (22), схоже, не буде широкого визнання серед населення.

Сонячні системи повинні відповідати певним вимогам і потребують інноваційних рішень, особливо для складних будівельних завдань і складних концепцій мікроклімату в приміщеннях. Використання систем знову стає актуальним, адже різноманітні захисні та основні функції огорожувальних конструкцій – від ізоляції та відбиття денного світла до виробництва електроенергії – інтегровані у вже готові та придатні для вторинної переробки будівельні компоненти. Чи стануть фасади та дахи в результаті

that the transformation of the building skin into a climate modulator and polyvalent membrane enables it to react to changing weather conditions with increasing flexibility.

Interesting and striking treatments of the topic are notably found in a growing number of major building projects. It is important, however, that the popularity and expanded semantic content of solar technology produce more than merely symbolic monuments or spectacular office buildings. The task now is to develop equally distinctive solutions for the energy-efficient modernization of existing buildings in order to tap into the potential of solar technology in a far more challenging field. Herein lies a true opportunity to enhance the value of large and small housing developments and commercial agglomerations, in terms of energy efficiency and architecture. This improvement, however, must go beyond mere facade decoration. In view of the manifold tasks, the goal must be to achieve the highest possible level of architectural quality in the built environment. Thermal solar systems and photovoltaics have opened up a multitude of options for application and offer high-quality products. Indirect solar systems have considerably broadened the technical repertory of building. This must now be translated into architectural concepts. When one considers the search for quality criteria and competent decision makers, the need for architects, who can create groundbreaking examples that bridge the gap between technologically perfected systems and mediocrity in everyday applications and act “multipliers” in the interest of solar technology, is abundantly clear.

Solar Concepts for Building

Michael Kuehn, Dirk Mattner

Humans have influenced the climate ever since they first inhabited the Earth. First, through the clear cutting of forests,

«розумнішими» – це вже інше питання. Однак, очевидно, що перетворення оболонки будівлі на кліматичний модулятор і полівалентну мембрану дозволяє їй гнучкіше реагувати на мінливі погодні умови.

Цікаві та вражаючі підходи до цієї теми можна знайти в усе більшій кількості великих будівельних проєктів. Важливо, однак, що популярність і розширене смислове наповнення сонячних технологій породжують не лише символічні пам'ятники або ефектні офісні будівлі. Зараз завдання полягає в тому, щоб розробити такі ж оригінальні рішення для енергоефективної модернізації наявних будівель для використання потенціалу сонячних технологій в набагато складнішій сфері. Завдяки цьому існує реальна можливість підвищити цінність великих і малих житлових комплексів та комерційних агломерацій з точки зору енергоефективності та архітектури. Водночас це оновлення не повинно обмежуватися простим оздобленням фасадів. З огляду на багатогранність завдань, метою має бути досягнення найвищого можливого рівня архітектурної якості забудованого середовища. Теплові сонячні системи та фотоелектрика відкрили безліч можливостей для застосування й пропонують високоякісні продукти. Системи непрямого сонячного випромінювання значно розширили технічні можливості будівництва. Тепер усе це слід трансформувати в архітектурні концепції. Якщо взяти до уваги пошук критеріїв якості та компетентних осіб, які приймають рішення, то потреба в архітекторах, які зможуть створити новаторські приклади для подолання розрив між технологічно досконалими системами та посередністю в повсякденному застосуванні та діятимуть як «провідники» в інтересах сонячних технологій, є цілком очевидною.

Створення сонячних концепцій для будівництва

Майкл Кюн, Дірк Маттнер

Люди впливають на клімат відтоді, як вони вперше заселили

followed by the increasing growth of settlements and cities and the sealing of the earth's surface that went with it. Accompanying the reduction of natural resources, population growth has led to an enormous rise in energy consumption. There are many theories on the effects and consequences, but these are not the subject of this work. The fact remains, however, that people in industrial nations, in particular, are destroying their own foundations for life and that of other species in a short-sighted and arrogant manner. The content of CO₂ and other trace gases such as chlorofluorocarbons (CFCs), in the ozone layer (Earth's atmosphere) is growing rapidly. Steadily increasing carbon dioxide emissions and the anthropogenic transformation of the earth's atmosphere alter not only the chemical, but also the physical characteristics of the climate systems. Fossil fuels for power and heat generation are, unfortunately, the principal source of air pollution and they have a negative impact on the environment, our health and our quality of life. Despite an awareness of the problem, the global political community is completely at a loss in the face of this catastrophic development, which is only too evident in their compliance, or rather non-compliance, with the Kyoto Protocol. **(1)**

However, we can make a difference on a small scale. Humans erect buildings to seek shelter from the elements and should utilize natural resources to do so in order to protect the environment. Adopting this alternative means building solar architecture. This chapter serves as a guideline for conceptual approaches to integrating solar systems with building systems. The solar building blocks, which can act in concert with other systems, will be presented and explained. The chosen examples illustrate approaches that usefully combine comfort and efficiency, as well as aesthetic options for designing with these technologies. Energy conservation, in combination with the improved efficiency of technical systems, can be advantage for clients, hired consultants and executing firms. Architects and engineers are in an ideal

Землю. Спочатку через суцільну вирубку лісів, а потім через зростання поселень і міст та ущільнення земної поверхні, прискорюючи процес погіршення клімату. Зростання населення, що супроводжувалося зменшенням природних ресурсів, призвело до колосального зростання споживання енергії. Існує багато теорій щодо причин і наслідків цього, але вони не становлять предмет цієї роботи. Фактом залишається те, що люди в індустріальних країнах, зокрема, недалекоглядно і зарозуміло руйнують основи власного життя й життя інших видів. Вміст CO₂ та інших мікроелементів, таких як хлорфторвуглеці (ХФВ), в озоновому шарі (атмосфері Землі) стрімко зростає. Чимраз більші викиди вуглекислого газу та антропогенна трансформація атмосфери Землі змінюють не лише хімічні, але й фізичні характеристики кліматичних систем. Вископне паливо для виробництва електроенергії та тепла, на жаль, є основним джерелом забруднення повітря, що негативно впливає на навколишнє середовище, наше здоров'я та якість життя. Попри усвідомлення проблеми, світове політична спільнота повністю розгублена перед обличчям цього катастрофічного розвитку подій, що надто яскраво проявляється у дотриманні, або, скоріше, недотриманні, Кіотського протоколу. **(1)**

Однак, ми здатні вплинути на ситуацію хоч і в незначних масштабах. Люди зводять будівлі, щоб сховатися від природних стихій, і повинні використовувати для цього природні ресурси, щоб захистити навколишнє середовище. Прийняти цю альтернативу означає будувати сонячну архітектуру. Цей розділ слугує орієнтиром для концептуальних підходів до інтеграції сонячних систем з будівельними системами. Тут будуть представлені та пояснені елементи сонячних будівель, які можуть діяти спільно з іншими системами. Вибрані приклади ілюструють підходи, які корисно поєднують комфорт і ефективність, а також естетичні варіанти проектування з використанням цих технологій. Енергозбереження в поєднанні з підвищенням ефективності технічних систем може стати

position to offer advice in this area and to influence the design and implementation of these building systems. In doing so, they can play a more active role in the preservation of our environment, as well as our health and overall well-being.



4.1 *Swiss Re headquarters in London (2003), Foster and Partners*

Solar Architecture

Most people in developed countries live in latitudes where heating demands play a major role. Roughly 30 per cent of annual total energy consumption is used to meet these demands. As recently as 50 years ago, most buildings had little insulation. Windows and facades were leaky and high ventilation heat losses were the consequence. Thanks to tremendous improvements in this area, including facade constructions with thermal transmittance coefficients (U-value) of less than $1.2 \text{ W/m}^2\text{K}$, consumption per area has been reduced by more than 80 percent. This has, however, led to a shift in some of the problems. In administrative buildings, in particular, the internal heat loads caused by electricity and occupants, led to excessive room temperatures in summer. These internal loads must, in turn, be reduced with the help of mechanical ventilation systems in order to maintain comfortable working

перевагою для клієнтів, найманих консультантів і фірм-виконавців. Архітектори та інженери знаходяться в ідеальній позиції, щоб надавати поради в цій сфері та впливати на проєктування і впровадження цих будівельних систем. Таким чином, вони можуть відігравати більш активну роль у збереженні нашого довкілля, а також нашого здоров'я й загального добробуту.



4.1 *Штаб-квартира компанії «Swiss Re» у Лондоні (2003 р.), «Foster and Partners»*

Сонячна архітектура

Більшість людей в розвинених країнах живуть у регіонах, де потреба в опаленні відіграє важливу роль. Приблизно 30 відсотків загального річного споживання енергії використовується для задоволення цих потреб. Ще 50 років тому більшість будівель мали слабку ізоляцію. Вікна та фасади були негерметичними, що призводило до високих втрат тепла через вентиляцію. Завдяки значним покращенням у цій сфері, зокрема фасадним конструкціям з коефіцієнтом теплопередачі (U-значення) менше ніж $1,2 \text{ Вт/м}^2\text{К}$, споживання на одиницю площі скоротилося більш ніж на 80 відсотків. Це, однак, призвело до зміщення акцентів у розв'язанні деяких проблем. Зокрема, в адміністративних будівлях внутрішні теплові навантаження, спричинені електроенергією та мешканцями, призводили до перевищення температури в приміщеннях влітку. Ці

conditions inside the building. Energy demands are once gain rising steeply. Electrical energy is required not only for air circulation, but also for the generation of cold water for cooling. This is one starting point for conceptual approaches to solar architecture. The goal is to create optimum comfort in the building, in summer and in winter, with as little energy consumption as possible and, in consideration of environmental factors, through the use of natural resources.

Utilization Potential

“Environmental building blocks”, which take climatic and energy-related influences into account, can be conceived in reference to the demands of the environment. However, in order to optimize the utilization of the available options for energy reduction, different technical systems should act in unison. The most interesting building blocks at the current time are:

- heat recovery in housing construction
- building core activation
- seasonal energy storage
- sorption technology
- geothermal heating/cooling
- power-heat coupling
- intelligent controls and regulation.

The following technical solutions represent possibilities that, with the help of natural resources, can provide a comfortable indoor environment that is fit for human occupation.

Heat Recovery in Housing Construction

The demand for heating energy in housing is mainly influenced by its use, the climate conditions at the site and the building form. High energy consumption is the result of heat transmission and ventilation heat losses via openings (i.e., doors and windows). While the U-values of windows have been reduced over

внутрішні показники необхідно знижувати за допомогою систем механічної вентиляції, щоб підтримувати комфортні умови праці в приміщенні. Потреба в енергії різко зростає. Електрична енергія потрібна не тільки для циркуляції повітря, але й для виробництва холодної води для охолодження. Це одна з відправних точок для концептуальних підходів до сонячної архітектури. Мета полягає в створенні оптимального комфорту в будівлі, як улітку, так і взимку, з якомога меншим споживанням енергії та з урахуванням екологічних факторів за допомогою використання природних ресурсів.

Можливості використання

«Екологічні будівельні блоки», які враховують кліматичні та енергетичні впливи, можуть бути розроблені з урахуванням вимог навколишнього середовища. Однак, для того, щоб оптимізувати використання наявних можливостей для скорочення енергоспоживання, різні технічні системи мають працювати злагоджено. Найцікавішими будівельними блоками нині є:

- утилізація тепла в житловому будівництві
- активація внутрішніх процесів у будівлі
- сезонне зберігання енергії
- сорбційна технологія
- геотермальне опалення/охолодження
- енерго-тепловий зв'язок
- інтелектуальне управління та регулювання.

Наступні технічні рішення представляють можливості, які за допомогою природних ресурсів можуть забезпечити комфортне середовище в приміщенні, придатному для проживання людини.

Утилізація тепла в житловому будівництві

Попит на теплову енергію в житловому секторі в основному залежить від її використання, кліматичних умов місцевості та форми будівлі. Високе споживання енергії – це результат теплопередачі та вентиляційних утрат тепла через отвори (тобто двері та вікна). У той

the past years – from roughly 3 W/m²K to less than 1.2 W/m²K – ventilation heat losses are dependent on the frequency of ventilation and, hence, on user behaviour. The heating demand linked to ventilation is generally higher than 60 per cent. Even opening windows for short periods can result in uncontrolled natural ventilation. The logical conclusion is to employ the mechanical ventilation systems developed for administrative and commercial buildings to housing developments. This makes it possible to drastically reduce heat losses while maintaining a constant indoor air quality. To ensure the constancy of air quality indoors, the necessary volume of fresh air – 40-60 m³/h per person for hygienic reasons – can be supplied even when windows are closed. Fresh air supplies that fall below these values means that there is insufficient ventilation, which could cause the formation of mould fungus as a result of humidity, or diminished air quality as a result of allergens such as ornamental plants, dust mites and pets. The heating demand of a low-energy house with excellent insulation and active solar components can be roughly 50 kWh/m² per annum in accordance with the EnEV. This corresponds to an equivalent of approximately 5 l/m² heating oil per year. The heat losses are divided into transmission losses of roughly 20 kWh/m² per year and ventilation heat losses of roughly 30 kWh/m² per year. If air change is achieved exclusively by means of mechanical ventilation, and if windows are kept closed when outside temperatures are low, the heating demand can be reduced by a further 50 per cent to approximately 25 kWh/m² per year (passive house standard). In combination with passive measures, a solar installation is sufficient to meet this demand and to create comfortable room temperatures. However, this low energy consumption is only achieved if the mechanical ventilation system is equipped with a heat exchanger. Supply air and exhaust air from the living space are transported via a plate heat exchanger. The two air streams never come into direct contact in this process; instead, they are transported in a counter-

час як коефіцієнт опору теплопередачі вікон за останні роки зменшився з приблизно 3 Вт/м²К до менш ніж 1,2 Вт/м²К, втрати тепла через вентиляцію залежать від частоти провітрювання і, отже, від особливостей поведінки користувачів. Потреба в опаленні, пов'язана з вентиляцією, зазвичай перевищує 60 відсотків. Навіть відкривання вікон на короткий час може призвести до неконтрольованої природної вентиляції. Логічним висновком стане застосування систем механічної вентиляції, розроблених для адміністративних і комерційних будівель, у житлових комплексах. Для забезпечення постійності якості повітря в приміщенні необхідний обсяг свіжого повітря – 40-60 м³/год на людину з гігієнічних міркувань – може подаватися навіть при закритих вікнах. Подача свіжого повітря, яка падає нижче цих значень, означає недостатню вентиляцію, що може спричинити утворення пліснявого грибка внаслідок вологості або погіршення якості повітря через наявність алергенів, таких як декоративні рослини, пилові кліщі та хворі домашні тварини. Потреба в опаленні низькоенергетичного будинку з відмінною ізоляцією та активними сонячними компонентами може становити приблизно 50 кВт-год/м² на рік відповідно до стандарту нормативного акту в Німеччині, який описує мінімальні вимоги щодо споживання енергії в нових і реконструйованих будівлях (EnEV). Це відповідає еквіваленту приблизно 5 л/м² теплової енергії на рік. Втрати тепла поділяються на втрати при передачі приблизно 20 кВт-год/м² на рік і втрати тепла при вентиляції приблизно 30 кВт-год/м² на рік. Якщо повітрообмін досягається виключно за допомогою механічної вентиляції, а вікна тримаються закритими, коли зовнішня температура низька, потреба в опаленні може бути зменшена ще на 50% до приблизно 25 кВт-год/м² на рік (стандарт панельного будинку). У поєднанні з комплексом заходів, сонячної установки цілком достатньо, щоб задовольнити цей попит і створити комфортну температуру в приміщенні. Однак, таке низьке енергоспоживання досягається лише в тому випадку, якщо система механічної вентиляції обладнана теплообмінником. Вентиляційне повітря та витяжне

current. The heat from the escaping air is transferred to the incoming air supply in the heat exchanger via extremely thin walls. Depending on the device, the potential efficiency of heat transfer ranges between 50 and 75 per cent. A system of air ducts distributes the pre-warmed fresh air supply to the rooms. A second duct system extracts air from the space. Hence two ventilating fans are required for the mechanical air supply and extraction.

The architectural firm of Johannes Kaufmann has realized a passive housing development in Dornbirn, Vorarlberg (Austria), which features this type of ventilation for the apartments (cf. pp 72ff). The housing development consists of nine units with 86 m² of usable area each. The passive construction employed in this example achieves energy savings of roughly 80 per cent in comparison with conventional apartment buildings. Heating is provided with the help of a controlled mechanical supply air and ventilation system. The residual required heat is generated by means of wood pellet combustion. The resulting energy consumption is both exemplary and costeffective.



4.2

повітря з житлового приміщення транспортуються через пластинчастий теплообмінник. При цьому обидва повітряні потоки ніколи не вступають у прямий контакт, а рухаються в протитечії. Тепло витяжного повітря передається через надзвичайно тонкі стінки теплообмінника припливному повітрю. Залежно від пристрою, потенційна ефективність теплообміну становить від 50 до 75 відсотків. Система повітропроводів розподіляє попередньо підігріте свіже повітря по приміщеннях. Друга система повітропроводів виводить повітря з приміщення. Таким чином, для механічної подачі та витяжки повітря потрібні два вентилятори.

Архітектурне бюро Йоганнеса Кауфмана реалізувало проєкт житлового комплексу в Дорнбірні, Форарльберг (Австрія), у якому передбачена саме така система вентиляції для квартир (див. стор. 72 і далі). Житловий комплекс складається з дев'яти квартир, кожна з яких має 86 м² житлової площі. Пасивна конструкція, застосована в цьому прикладі, дозволяє досягти економії енергії приблизно на 80 відсотків у порівнянні зі звичайними багатоквартирними будинками. Опалення забезпечується за допомогою контрольованої механічної системи припливно-відвідної вентиляції. Решта необхідного тепла виробляється шляхом спалювання деревних гранул. У результаті споживання енергії одночасно демонструє зразкові показники та є економічно ефективним.



4.2



4.2 Row housing and office building, Rosenheim (2002), Hirner & Riehl, Peter Kunze

4.3 Administration building in Creuzburg (2001), Seelinger and Vogels, concrete component cooling

Building Core Activation

Building core activation is an innovative system of thermally activating concrete floors for heating and cooling. The building components are heated or cooled via the floors or ceilings incorporating water-carrying serpentine pipes. The temperatures of the carrier medium are close to the room temperature. For heating, up to 28 °C is required, while up to 18 °C is required for cooling. This so-called thermoactive ceiling differs from all conventional heating and cooling systems in that it possesses a far greater storage capacity. This results in increased inertia and precludes the option for rapid load changes, meaning the system can only react to new conditions with a time lag of several hours. This is not necessarily a disadvantage. As the natural temperature fluctuations are diminished, the resulting room temperatures reflect the changes in the exterior. In summer, concrete floors and ceilings absorb the excess heat from solar radiation and internal loads. The limit for maximum room temperatures in buildings with HVAC-systems (in



4.2 Житловий та офісний будинок у Розенгаймі (2002), Гірнер і Ріл, Петер Кунце

4.3 Адміністративна будівля в Кройцбурзі (2001), Зелінгер і Фогельс, охолодження бетонних компонентів

Активация основных конструктивных элементов

Активация основных конструктивных элементов – це інноваційна система термоактивації бетонних підлог для опалення та охолодження. Компоненти будівлі нагріваються або охолоджуються через підлогу або стелю, у яку вбудовані водопровідні серпантинні труби. Температура теплоносія близька до кімнатної. Для опалення потрібна температура до 28 °C, а для охолодження – до 18 °C. Ця так звана термоактивна стеля відрізняється від усіх звичайних систем опалення та охолодження тим, що має набагато більшу акумулюючу здатність. Це призводить до підвищеної інерційності та виключає можливість швидкої зміни навантаження, тобто система може реагувати на нові умови лише з часовою затримкою в кілька годин. Це не обов'язково є недоліком. Оскільки природні коливання температури зменшуються, температура в приміщенні відображає зміни в зовнішньому середовищі. Улітку бетонні підлоги й стелі поглинають надлишкове тепло від сонячного випромінювання і внутрішніх навантажень. Обмеження на максимальну температуру в

Germany, according to DIN 1947, Part 2) can generally only be maintained with a thermoactive ceiling when external influences are minimized with the help of an effective external shading system. When these provisions are in place, the system can maintain indoor temperatures well below the outdoor temperatures, thereby ensuring comfortable conditions. In winter, the heating output of the thermoactive ceiling is sufficient to cover the transmission heat demand of buildings according to EnEV and to meet the comfort requirements, (i.e., a glass-covered area at a maximum of 70 per cent).

The following aspects must be taken into consideration for building core activation utilizing thermoactive ceilings:

- Room temperatures of up to 27 °C can be achieved, considering that perceived temperatures are lower as a result of radiant coolness.
- Rapid temperature adjustments are not possible.
- An upper limit in room temperature cannot be maintained without additional measures.
- The influence of external factors on the thermal demands must be diminished with the help of optimized heat protection in winter and in summer.
- Additional heating units are not required when a complementary ventilation system is installed.
- Detailed analysis of the heating operation is required for rooms with window ventilation.
- The sizing of the glass areas, U-values and storage mass must be harmonized.
- Suspended ceilings, false and double floors must be avoided.

приміщенні в будівлях з системами опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (у Німеччині, згідно з нормами німецької національної організації зі стандартизації DIN 1947, частина 2), як правило, можна підтримувати лише за допомогою термоактивної стелі, коли зовнішні впливи мінімізовані за допомогою ефективної зовнішньої системи затінення. При дотриманні цих умов система може підтримувати температуру в приміщенні значно нижче температури ззовні, забезпечуючи тим самим комфортні умови. Узимку теплова потужність термоактивної стелі достатня для покриття потреби будівель у теплопередачі згідно з нормами енергетичного функціонування будівлі й для забезпечення комфортних умов (тобто застелена площа повинна становити не більше 70 відсотків).

Для активації основних конструктивних елементів з використанням термоактивних стель необхідно враховувати наступні аспекти:

- Можна досягти температури в приміщенні до 27 °C, оскільки завдяки радіаторній прохолоді температура сприймається як нижча.
- Швидке регулювання температури неможливе.
- Верхня межа температури в приміщенні не може підтримуватися без додаткових заходів.
- Вплив зовнішніх факторів на теплові потреби повинен бути зменшений за допомогою оптимізованого теплозахисту взимку і влітку.
- Додаткові опалювальні прилади не потрібні, якщо встановлена додаткова система вентиляції.
- Для приміщень з віконною вентиляцією необхідний детальний аналіз роботи опалення.
- Необхідно узгодити розміри площі застелення, коефіцієнт опору теплопередачі та масу зберігання.
- Слід уникати підвісних стель, накладних і подвійних перекриттів.

• Energy consumption can only be calculated on the basis of area. System advantages: • Low initial investment. • Primary energy consumption is drastically lower than for conventional systems. • Heating- and cooling output (peak loads) are reduced as a result of the storage capacity of the concrete masses. • Existing cooling supply systems can be utilized for overnight storage operation. • The pronounced differences in system temperatures open up possibilities of harnessing energy resources in the environment: for cooling (e.g., ground water utilization), cool outside air can be utilized overnight via re-cooling plants; for heating, solar collectors with heat pumps can be used. Comfort limitations: • Maximum room temperatures of 26–27 °C in summer can only be achieved with an effective shading system. • Individual temperature control per room during the heating period is not possible. The limitations of the building core activation lie in the output, and, in particular, in the sluggish response to sudden changes in cooling or heating requirements. A high heating requirement exists, for example, when windows need to be opened to flush out the air in an office space. For without a fresh air supply, the indoor air quality suffers as a result of exhalation, etc., which can lead to illness (e.g., Sick Building Syndrome). However, intensive window ventilation is only possible for roughly 50 per cent of the working hours with satisfactory results. When windows	• Енергоспоживання може бути розраховане тільки на основі площі. Переваги системи: • Низькі початкові інвестиції. • Споживання первинної енергії значно нижче, ніж у звичайних системах. • Потужність нагріву та охолодження (пікові навантаження) зменшуються завдяки місткості бетонної маси. • Наявні системи охолодження можуть бути використані для нічного зберігання. • Яскраво виражена різниця в температурах систем відкриває можливості для використання енергетичних ресурсів навколишнього середовища: (наприклад, використання ґрунтових вод) холодне зовнішнє повітря можна використовувати протягом ночі за допомогою рекуперативних установок; для опалення можна використовувати сонячні колектори з тепловими насосами. Обмеження комфорту: • Максимальна температура в приміщенні 26-27 °C улітку може досягатися лише за допомогою ефективної системи затінення. • Індивідуальне регулювання температури в кожній кімнаті в опалювальний період неможливе. Обмеження активації основних конструктивних елементів полягають у потужності, і, зокрема, у повільній реакції на різкі зміни потреб в охолодженні або опаленні. Висока потреба в опаленні виникає, наприклад, коли в офісному приміщенні потрібно відчинити вікна, щоб випустити повітря. Без припливу свіжого повітря якість повітря в приміщенні погіршується внаслідок видиху тощо, що може призвести до захворювань (наприклад, синдром «хворої будівлі»). Однак, інтенсивне провітрювання вікон можливе лише протягом приблизно 50 відсотків робочого часу з задовільними результатами.
--	--

are tilted open and outside temperatures are below 7 °C, cold air streams into the room and cools the floor to less than 18 °C depending on the duration for which the window is kept open. This creates high and uncomfortable air velocities of over 0.25 m/s along the floor (draught). The effect is particularly uncomfortable near windows and strongly compromises comfort, although this discomfort decreases with greater distance from the external wall. Short bursts of window ventilation do not offer a satisfying solution, nor do supplementary measures such as under floor convectors, which would, moreover, represent a system change to the building core activation (i.e., considerably higher feed temperatures). The following concept is an alternative that can be employed in combination with building core activation: incoming fresh air is warmed directly at the window to at least 10 °C by mixing it with warm room air. This diminishes cold air influx and achieves draught-free flushing of the air in the room. The basic heating requirement of the offices is covered by activating the concrete core. The admixture of warm room air and cold fresh air directly at the window is achieved by means of small air inlets in the facade posts (Fig. 4.5). A miniature fan in the false floor suctions room air into the system at floor level, whereby heat is transmitted to the concrete ceiling, and then transports it, via a heating profile integrated into the double floor, to the facade posts. As the air temperature rises, air is released evenly into the room via the small inlets in the facade posts, mixing directly with incoming fresh air and thus preventing cold air from entering into the space through the windows. The relevant thermal and hygienic requirements for HVAC systems must be taken into consideration. In Germany, these requirements are outlined in DIN 1946 and in the VDI-guideline 6022, in the case of air movement via double floors without air ducts. The concept offers the following advantages:

- year-round window ventilation without draught
- sufficient “flushing” with air all the way to the core

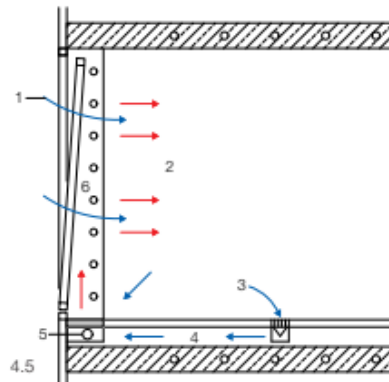
Коли вікна відчинені, а зовнішня температура нижче 7 °C, холодне повітря потрапляє в приміщення та охолоджує підлогу до температури нижче 18 °C, залежно від тривалості перебування вікна у відчиненому стані. Це створює високу та некомфортну швидкість руху повітря вздовж підлоги понад 0,25 м/с (протяг). Ефект особливо неприємний біля вікон і сильно погіршує комфорт, хоча цей дискомфорт зменшується зі збільшенням відстані від зовнішньої стіни. Короткі імпульси віконної вентиляції не є ефективним рішенням, так само як і додаткові заходи, такі як підлогові конвектори, які, до того ж означають зміну системи на активацію центральної частини будівлі (тобто, значно вищі температури подачі). Наступна концепція є альтернативою, яка може бути використана в поєднанні з активацією внутрішнього простору будівлі: свіже повітря, що надходить, підігрівається безпосередньо біля вікна принаймні до 10 °C шляхом змішування з теплим повітрям у приміщенні. Це зменшує приплив холодного повітря і забезпечує обдув приміщення без протягів. Основна потреба в опаленні офісів покривається внаслідок активації бетонного ядра. Змішування теплого повітря в приміщенні з холодним свіжим повітрям безпосередньо біля вікна досягається за допомогою невеликих припливних отворів у фасадних стійках (мал. 4.5). Мініатюрний вентилятор у подвійній підлозі втягує повітря з приміщення в систему на рівні підлоги, завдяки чому тепло передається бетонній стелі, а потім через нагрівальний профіль, інтегрований у подвійну підлогу, транспортується до фасадних стійок. Коли температура повітря підвищується, повітря рівномірно випускається в приміщення через невеликі входні отвори в фасадних стійках, змішуючись безпосередньо зі свіжим повітрям, що надходить, і таким чином запобігаючи потраплянню холодного повітря через вікна. Необхідно враховувати відповідні теплові та гігієнічні вимоги до систем опалення ОВК. У Німеччині ці вимоги викладені в стандарті німецького товариства стандартизації у галузі вентиляції та кондиціонування повітря DIN 1946 і в директиві Союзу німецьких інженерів VDI 6022 у разі руху повітря через подвійні перекриття без

zones

- comfortable floor surface temperature



4.4



4.5

- 1 Fresh air, cold
- 2 Supply air, pre-warmed
- 3 Floor air inlet with air filter
- 4 Air return in double floor
- 5 Small fan
- 6 Air-conducting facade post

4.4 Installation of cooling pipes in reinforcement

4.5 Concrete core activation and window ventilation via air-conducting columns, pre-warming via small fan

Seasonal Energy Storage/Long-term Storage

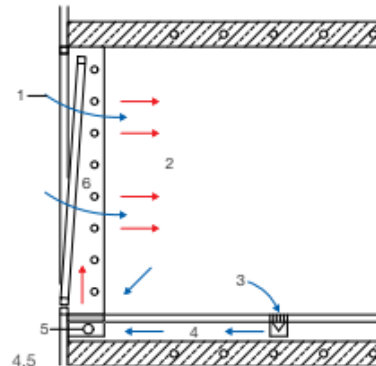
In addition to passive energy concepts, where a building is supplied with the help of deliberate measures such as window ventilation, thermal storage masses or heating and water

повітропроводів. Концепція пропонує наступні переваги:

- цілорічна віконна вентиляція без протягів
- достатнє «промивання» повітрям всіх основних зон
- комфортна температура поверхні підлоги



4.4



4.5

- 1 Свіже повітря, холодне
- 2 Припливне повітря, попередньо підігріте
- 3 Припливне повітря з підлоги з повітряним фільтром
- 4 Повернення повітря в подвійну підлогу
- 5 Малий вентилятор
- 6 Повітропровідна фасадна стійка

4.4 Встановлення охолоджувальних труб в арматурі

4.5 Активація бетонного ядра та провітрювання вікон через повітропровідні колони, попереднє прогрівання за допомогою малого вентилятора

Сезонне зберігання енергії/ довгострокове зберігання

На додаток до пасивних енергетичних концепцій, коли будівля забезпечується енергією за допомогою спеціальних заходів, таких як провітрювання вікон, теплоакуючі маси або опалення та

temperatures adjusted to a low-energy level, active solar measures, such as collector installations, can also be integrated; the excess heat of which, in summer, is stored for heating in winter (Fig. 4.6). The area of installed solar thermal collectors has increased rapidly since the early 1990s. While there were roughly 450,000 m² of collector areas in 1990, the number had risen to roughly 3 million m² for short-term storage collectors in 2000, which provide warm water with temperatures below 100 °C for daily use. Currently, they still play a greater role than long-term storage (cf. pp 26ff). However, the development of district-heating concepts for the supply of entire residential districts and small industrial parks is accelerating. The goal is to increase the percentage of requirements covered by solar power and to make better use of the seasonal asynchronicity between available solar energy and heating demands. Constructed earth reservoirs, large storage tanks and bore holes are suitable options (cf. p. 30), although area requirements are high because of the dimensions of the storage units.

Sorption Technology

The principle of cooling by evaporation offers an alternative to cooling outside air in summer by means of conventional, power-operated chillers. It is called “Desiccant and Evaporative Cooling” or DEC (Fig.4.7). Dessicants, which extract humidity from the air, are stored in a rotary heat exchanger. Cooling and dehumidification of fresh air supplies in summer is regulated by adding heat to the exhaust air. The dryer the exhaust air, the greater the percentage of humidity the exchanger extracts from the outside air. If the exhaust air is heated to about 80 °C, the extracted percentage of humidity is especially high. On overcast summer days, the heat required for this process is generally provided by district heat. On clear days with high solar radiation, high-performance solar collectors can be used for this purpose (Fig. 4.8).

температура води, відрегульовані до низькоенергетичного рівня, також можуть бути інтегровані активні сонячні заходи, такі як встановлення колекторів, надлишкове тепло яких влітку зберігається для опалення взимку (мал. 4.6). Площа встановлених сонячних теплових колекторів швидко зростала з початку 1990-х років. Якщо у 1990 році площа колекторів становила приблизно 450 000 м², то у 2000 році вона зросла до 3 млн м² для колекторів короткочасного зберігання, які забезпечують теплу воду з температурою нижче 100 °C для щоденного використання. Наразі вони все ще відіграють більшу роль, ніж колектори довготривалого зберігання (див. стор. 26 і далі). Однак розвиток концепцій централізованого теплопостачання для забезпечення цілих житлових районів і невеликих індустріальних парків прискорюється. Мета полягає в тому, щоб збільшити відсоток потреб, що покриваються внаслідок сонячної енергії, і краще використовувати сезонну асинхронність між доступною сонячною енергією і потребами в теплі. Нагідними варіантами є споруджені земляні резервуари, великі резервуари для зберігання та свердловини (див. с. 30), хоча вимоги до площі є високими через габарити сховищ.

Сорбційна технологія

Принцип охолодження за допомогою випаровування пропонує альтернативу охолодженню зовнішнього повітря влітку за допомогою звичайних електричних холодильних машин. Він називається «Охолодження за допомогою десикантів і випаровування» або DEC (мал. 4.7). Осушувачі, які витягують вологу з повітря, зберігаються в обертовому теплообміннику. Охолодження та осушення припливного повітря влітку регулюється шляхом додавання тепла до відпрацьованого повітря. Чим сухіше відпрацьоване повітря, тим більший відсоток вологи теплообмінник витягує із зовнішнього повітря. Якщо відпрацьоване повітря нагрівається приблизно до 80 °C, відсоток витягнутої вологи є особливо високим. У похмурі літні дні тепло, необхідне для цього процесу, зазвичай забезпечується централізованим теплопостачанням. У ясні дні з високим рівнем

Once the outside air has been dried with the help of the sorption generator and the connected heat recovery plant, the air is cooled to the desired supply temperature by means of evaporation humidifiers. In other words, this is a cooling energy process based on air desiccation followed by evaporative cooling, in which water replaces the CFC- or FC-containing refrigerants in conventional chillers.

сонячної радіації для цієї мети можна використовувати високопродуктивні сонячні колектори (мал. 4.8). Після осушення зовнішнього повітря за допомогою сорбційного генератора та підключеного до нього теплоутилізатора, повітря охолоджується до потрібної температури подачі за допомогою випарних зволожувачів. Іншими словами, це процес виробництва холоду, заснований на осушенні повітря з подальшим випарним охолодженням, у якому вода замінює фреон або фреоновмісні холодоагенти, що використовуються у звичайних холодильних машинах.

Chapter 2. Approaches to translating technical terminology in popular technical discourse: the case of *Solar Architecture* by C. Schnittich

2.1. General characteristics of technical non-fiction

In this chapter, we examine the author's biography, plot, structure and genre peculiarities of the studied book.

Christian Schittich is a German architect, editor, and author, renowned for his significant contributions to contemporary architecture and sustainable building practices. For many years, he served as the editor-in-chief of the international journal *DETAIL*, which emphasizes construction and architectural technologies. In addition to his editorial work, Schittich has authored several influential publications focusing on energy-efficient and sustainable building solutions. One of his notable works is *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts*, published in 1999 by Birkhäuser Verlag. This book provides a comprehensive examination of integrating solar energy systems into modern architectural design (Schnittich, n.d.).

Unlike fictional literature, *Solar Architecture* does not present a traditional narrative or central characters. Instead, it offers a systematic exploration of architectural strategies and technologies that harness solar energy. The book features theoretical articles and practical case studies, each supported by architectural drawings, technical data, and professional commentary, emphasizing both energy performance and architectural design.

The primary focus of the book is on integrating solar technologies into building designs without compromising architectural integrity. Schittich advocates for the seamless incorporation of solar components, stating that these elements should not appear as foreign additions but must be harmoniously integrated into the building's overall design and structure. This perspective aligns with the views that passive and active solar strategies together with the adoption of energy conservation measures and the integration of new materials and technologies can lead to a dramatic reduction of 75-90 percent in the energy consumption of the buildings (Hestnes et al., 2003, p. 1). Similarly, highlighting the importance of blending technological efficiency with aesthetic cohesion scholars focus on integrating solar technology with architectural design (Dicka et al., 2024, p. 1).

Solar Architecture is categorized as technical non-fiction, primarily targeting architects, engineers, urban planners, and architecture students. The book is written in a professional yet accessible style, explaining complex technological concepts in a manner that is easy to understand. It is organized into thematic chapters and analytical case studies, facilitating both academic study and practical application.

The book serves an educational purpose, informing readers and encouraging architects to critically consider sustainable energy sources in their designs. Solar strategies in architecture not only reduce environmental impact but also improve building performance and user comfort (Compagnon, 2004, p. 31). This viewpoint reinforces the idea that energy efficiency and architectural quality should be pursued simultaneously. Schittich demonstrates that solar technology should not be viewed as an ancillary feature but as a fundamental design element that enhances the building's overall concept.

One of the distinctive features of *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts* edited by Christian Schittich is its rich visual presentation. The book is supplemented by numerous high-quality photographs, architectural drawings, and construction details, which serve not only as aesthetic elements but also as essential tools for analysis and understanding. These visual materials illustrate real-life case studies and help to clearly demonstrate the practical implementation of solar design principles. By combining theoretical insights with detailed visual documentation, the book bridges the gap between conceptual knowledge and architectural practice, making it an indispensable resource for both professionals and students in the field.

Furthermore, *Solar Architecture* addresses several critical themes relevant to both professionals and society, including the global energy crisis, environmental responsibility, the use of renewable resources, and architecture's role in mitigating climate change. The book illustrates that solar energy is not merely a technical solution but also a cultural and social choice that reflects contemporary societal values.

In conclusion, *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts*, edited by Christian Schittich, is a professional and academic work that fits within the genre of technical non-fiction. It embodies typical features such as expert language, practical orientation, and thematic clarity. The book significantly contributes to the discourse on sustainable architecture and the integration of solar energy, making it a valuable resource for both theoretical study and practical application. Through its combination of scholarly analysis and real-world examples, it remains a pertinent and insightful resource for contemporary architectural practice.

2.2. Notion of technical terms, their classification and translation aspects

In this chapter, the notion of technical terms, their structural and subject classifications and translation peculiarities are explored based on C. Schittich's work *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts*.

In her article *The peculiarities of the translation of scientific and technical terminology*, O. Bolovneva states that "the contemporary stage of language evolution is marked by a substantial increase in the number of terms across various branches". The scholar also highlights the necessity and topicality of investigating the functional characteristics of terminology in terms of translation due to the accelerated dissemination of technical and scientific information (2004, p.1).

T.Kyiak, a prominent Ukrainian linguist and author, points out the importance of the scientific information flow and experience exchange between specialists in various fields for the development of a country in particular and humanity as a whole (2006, p. 412).

The field of building solar systems is no exception – it is characterized by the active emergence of new technical terms that reflect the innovative technologies, materials, and engineering solutions used in practice.

To start with, the notion of *a term* lies at the basis of terminology as a whole. After analyzing the works of numerous scholars, M. Vakulenko provides the definition of *a term* as "a unit of the lexical level (a word or a collocation) that denominates some concept of respective domain of human endeavour" (2023, p. 6), thus, forming a functional themantic class of the specific field vocabulary. Terms are usually characterized by stylistical neutrality, informativity, unambiguity, absence of synonyms, and accuracy.

As found in *Handbook of Terminology*, the notion of terminology may be defined as "the set of special words belonging to a science, an art, an author, or a social entity" (2001, p. 13). The examples include medical, legal, linguistic, military, etc. terminologies. As mentioned above, *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts* by C. Schittich is an example of technical non-fiction characterized by a myriad of technical and scientific terms, particularly in the field of solar energy.

In her textbook *The general course of the scientific and technical translation*, Ukrainian scholar A. Kovalenko proposes the structural classification of technical terms, dividing them into three categories, namely *simple terms* (one-word), *compound terms* (two words, written together or with a hyphen), and *multi-component terminological phrases* (consisting of three or more lexical elements) (2001, p. 258). It is worth mentioning that due to the analytic nature of the English language, there is a prevalence of compound and composite terms in the English technical terminology system as a whole (Mezhderina H., 2021, p. 45).

We believe that A. Kovalenko provided a detailed classification model of technical terms based on their structure. However, we have not found a proper subject classification that would fully correspond to the peculiarities of technical terms in the C. Schittich's work *Solar*

Architecture: Strategies, Visions, Concepts. Taking into consideration the specifics of the studied lexical items and their frequency of occurrence, we propose to distinguish four main groups of technical terms according to their meaning, including (1) *building and architectural*, (2) *physical* (3) *electronic*, and (4) *chemical*.

By analyzing the complete target text, we identified a total of 94 technical terms relevant to the domain of building solar systems. These terms represent key notions frequently used in academic discourse and professional practice, reflecting areas of highest scholarly interest. In his *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts*, Christian Schittich presents a rich body of technical terminology related to architecture, construction materials, structural systems, and energy technologies. This terminology forms the conceptual foundation of the text and plays a critical role in conveying specialized knowledge.

Based on A. Kovalenko's structural and our subject classification of technical terms, we propose to examine all four groups in further detail, starting with (1) *building and architectural terminology*.

The category *simple terms* includes the following examples: *heating* – *опалення*, *cooling* – *охолодження*, *spatiality* – *просторова організація*, *scale* – *масштаб*, *proportion* – *пропорція*.

These building and architectural terms belong to the category of *compound terms*: *storage units* – *сховища*, *collector installations* – *встановлення колекторів*, *bore holes* – *свердловини*, *exhaust air* – *відпрацьоване повітря*, *air desiccation* – *осушення повітря*.

The third category, namely *multi-component terminological phrases*, is formed by the following examples: *integrated photovoltaic system* – *інтегровані фотоелектричні системи*, *thermal storage masses* – *теплоакуюлюючі маси*, *large storage tanks* – *великі резервуари для зберігання*, *fresh air supplies* – *припливне повітря*, *heat recovery plant* – *теплоутилізатор*.

Now, let us consider examples of (2) *physical terminology* in the studied text.

According to the structural classification by A. Kovalenko, the following terms *humidity* – *вологість*, *evaporation* – *випаровування*, *draught* – *протяг*, *inertia* – *інерційність*, *utility* – *корисність* belong to the category of *simple terms*.

These physical technical terms, namely *excess heat* – *надлишкове тепло*, *heating demands* – *потреби в теплі*, *heating period* – *опалювальний період*, *air velocities* – *швидкість руху повітря*, *storage capacity* – *акуюлююча здатність*, may serve as the examples of *compound terms*.

In the frames of A. Kovalenko's structural classification, the following examples may be viewed as *multi-component terminological phrases*: *short-term storage collectors* – *колектори короткочасного зберігання*.

Based on our subject classification of technical terminology in the *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts* by C. Schittich, the next subject category is called (3) *electronic terminology*.

These electronic technical terms, namely *compound terms*: *solar power* – *сонячна енергія*, *solar energy* – *сонячна енергія*, *miniature fan* – *мініатюрний вентилятор*, *consumer circuit* – *ланцюг споживача*, *alternating current* – *змінний струм*.

The third structural category, *multi-component terminological phrases*, includes examples *high-performance solar collectors* – *високопродуктивні сонячні колектори*, *solar generator on mounting* – *кріплення сонячного генератора*.

According to our subject classification of technical terminology in the C. Schittich's work, the last group (4) *chemical terminology* comprises the least amount of lexical units.

These chemical terms belong to the category of *compound terms*: *air quality* – *якість повітря*, *heat pumps* – *теплові насоси*, *groundwater utilization* – *використання ґрунтових вод*.

Importantly, A. Kovalenko emphasized that the translation of technical terminology involves two distinct stages: the meaning of the term must be interpreted in its specific context, and only then it should be rendered in the target language (2002, p. 345). In line with this approach, our translation strategy involved analyzing not only isolated terms but also the entire sentence or phrase in which they appeared. This methodological choice contributed to the higher number of compound

and multi-component terms identified, as many concepts derive their full technical meaning only in extended syntactic structures.

Moreover, to ensure the precise and reliable translation of English technical terminology into Ukrainian, the *McGraw-Hill Dictionary of Engineering* was utilized as a primary source. This comprehensive reference offers an extensive collection of engineering terms and provides detailed explanations of their meanings across various specialized domains. On the basis of this resource, each term was first analyzed in its original English context to determine its exact meaning, after which a corresponding Ukrainian equivalent was sought.

For the selection of appropriate Ukrainian terminology, additional reference materials were employed, including the *English-Ukrainian Dictionary of Construction Terms* by O. Kyrylov, I. Stepanova, and O. Yakovets, as well as the *Student's Guide to the Translation of Terminology in the Field of Electronics, Electrical Engineering, and Energy from English into Ukrainian* by O. Holikova, V. Myroshnychenko, and S. Tsareva.

According to A. Kovalenko's structural classification, the terms were distributed as follows: component phrases made up the majority at 51%, simple terms accounted for 24%, and compound terms represented 25%. This statistical distribution indicates a clear dominance of compound terms usages over single-word terms and multi-component phrases (See Appendix A).

Based on our subject classification of technical terminology in the the C. Schittich's work *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts*, we distinguished four main groups, namely building and architectural (58%), physical (24%), electronic (13%), and chemical (5%) (See Appendix B).

2.3. Basic translation techniques applied in rendering technical terms in the translation of *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts*

In this chapter, the main attention is given to the translation techniques used to render technical terminology in the English-Ukrainian translation of the studied text.

To translate technical terminology, we relied on the translation technique classification proposed by L. Molina and H. A. Albir. Although this classification encompasses 18 translation techniques, only 6 of them were used in our translation, including *transposition*, *established equivalent*, *borrowing*, *calque*, *description* and *modulation*.

Referring to L. Molina and H. Albir. (2002, p. 499), *transposition* is defined as a translation technique that involves a change in the grammatical category of a word or phrase without altering its meaning. This can include, for example, converting a noun into a verb, an adjective into an adverb, or changing the syntactic structure while preserving the semantic content. Let us provide an example of literal translation employed to translate a technical term:

(1-s) However, intensive **window ventilation** is only possible for roughly 50 per cent of the working hours with satisfactory results. (Schittich, 2003, p. 42). — **(1-t)** Однак, інтенсивне провітрювання вікон можливе лише протягом приблизно 50 відсотків робочого часу з задовільними результатами.

Based on A. Kovalenko's structural classification, the term **window ventilation** is classified as a compound term, and we also included it in the group of building and architectural terms. In the source language, the phrase "window ventilation" consists of two nouns: *window*, used attributively, and *ventilation*. This type of structure is a compound noun formed by placing one noun before another. It is a concise way to describe a specific kind of ventilation (in this case, one that involves windows). In the target language, such a compound structure is not typical. Instead, the concept is more naturally expressed through a verbal noun construction. In this translation, *провітрювання* is a verbal noun, derived from the verb *провітрювати* (to ventilate), and *вікон* is a noun in the genitive case, indicating what is being ventilated. This shift from an English noun + noun compound to a verbal noun + genitive noun structure in Ukrainian represents a change in grammatical category, which is the defining feature of transposition.

(2-s) Consumer circuit. (Schittich, 2003, p. 28). — **(2-t) Ланцюг споживача.**

This example is classified as a compound term based on A. Kovalenko's classification, and according to its meaning, it is an electronic term. In the source language, the phrase “consumer circuit” is composed of two nouns: *consumer* (used attributively) and *circuit*. This is a typical English noun + noun compound, where the first noun modifies the second one, indicating a specific type of circuit. In Ukrainian, such compound noun constructions are generally not used in the same way. Instead, the equivalent idea is typically expressed through a noun + genitive noun structure. In this translation, *ланцюг* is the head noun, and *споживача* is the noun *споживач* in the genitive case.

Let us consider the next commonly used translation transformation. Based on L. Molina and H. Albir (2002, p. 505), *established equivalent* is a translation technique that involves using a term or expression in the target language that has the same function or impact as the original, even if the structure or wording is completely different. This technique focuses on conveying the same effect, meaning, or function rather than preserving formal correspondence. Established equivalent is especially common when translating idioms, set phrases, or culturally bound terms that have no direct equivalent in the target language. Let us provide an example of established equivalent employed to translate a technical term:

(3-s) Constructed earth reservoirs, large storage tanks and bore holes are suitable options... (Schittich, 2003, p. 43). — **(3-t) Підходящими варіантами є споруджені земляні резервуари, великі резервуари для зберігання та свердловини...**

The term *bore holes* refers to narrow shafts drilled into the ground, a concept that is well-established in Ukrainian as *свердловини*, according to Ukrainian-English Business Dictionary (Gorot E., Vasylenko O., Yefremova N., 2014). Since *свердловини* is the conventional and widely accepted translation used in geological, construction, and engineering contexts, we can qualify it as equivalent. We have used this translation technic because a term that is already accepted and understood in the target language as matching the source concept.

(4-s) Dessicants, which extract humidity from the air, are stored in a rotary heat exchanger (Schittich, 2003, p. 42). — **(4-t) Осушувачі, які витягують вологу з повітря, зберігаються в обертовому теплообміннику.**

We divide this term into the simple term group based on Kovalenko's classification. It is a physical term according to its meaning. The word *dessicante* has its Ukrainian equivalent *висушувати* according to the English-Ukrainian dictionary (Horot E., Kotsiuk L., Malimon L., Pavliuk A., 2011).

We consider the next commonly used translation transformation. According to the classification proposed by L. Molina and H. Albir (2002, p. 499), *borrowing* is a translation technique that involves taking a word or expression directly from the source language into the target language without translation. This technique is used when the borrowed term has no established equivalent in the target language, or when it is widely recognized in its original form by the target audience. Borrowing can be pure (retaining the original form) or naturalized (adjusted to the phonological or morphological system of the target language). It is especially common in technical, scientific, or cultural contexts where precision or global usage is essential. Below is an example of borrowing employed to translate a technical term:

(5-s) Solar systems designed to supplement district heating supplies aim to address the problem of asynchronicity... (Schittich, 2003, p. 30). — **(5-t) Сонячні системи, призначені для доповнення централізованого теплопостачання, мають на меті вирішити проблему асинхронності...**

The term *asynchronicity* is directly borrowed from English into Ukrainian, with slight adaptation to the target language's phonological and morphological rules. The English word's international root (*sync/chron* – time) is preserved, and the suffix *-icity* is replaced with the Ukrainian *-ність*, which is commonly used to form nouns that describe a state or quality. This adaptation ensures the term is understandable in Ukrainian while maintaining its original meaning.

(6-s) *Collector systems for water heating are generally sized to deliver roughly 50 to 80 per cent of the average annual requirement* (Schittich, 2003, p. 29). — (6-t) *Колекторні системи для підігріву води, як правило, можуть закрити приблизно 50-80% середньорічних потреб...*

The term “collector” is transferred from English into Ukrainian with slight adaptation, rather than being replaced with a native equivalent. This reflects a common strategy in technical translation, where borrowed terms help maintain terminological accuracy and alignment with global scientific discourse.

We consider the next commonly used translation transformation. L. Molina and H. Albir define *calque* as a translation technique that involves transferring a foreign expression into the target language by translating its components literally or by following the structure of the original term (2002, p. 499). This technique is used when the term or concept does not have an exact equivalent in the target language but can be effectively rendered through a direct translation of its parts. Calques are particularly useful in technical and scientific fields, where new terms or concepts need to be introduced, but the original meaning and structure are preserved. Below is an example of calque employed to translate a technical term:

(7-s) *This makes it possible to drastically reduce heat losses while maintaining a constant indoor air quality* (Schittich, 2003, p. 40). — (7-t) *Це дає можливість значно зменшити тепловтрати при збереженні постійної якості повітря в приміщенні.*

The translation *якість повітря* is a semantic and structural calque, while also involving transposition due to the syntactic adjustment of the English noun compound to Ukrainian genitive construction. Each element is directly translated without borrowing or replacing it with a culturally adapted equivalent, preserving the structure and meaning of the original phrase.

(8-s) *... it possesses a far greater storage capacity* (Schittich, 2003, p. 41). — (8-t) *... що має набагато більшу акумулюючу здатність.*

The word *storage* is translated as *акумулююча* (relating to accumulation), and *capacity* is translated as *здатність* (capacity or ability). This results in a direct, word-for-word translation that preserves the meaning. Both the English and Ukrainian versions share a common understanding of the term, referring to the ability to store something, typically energy, data, or materials. The Ukrainian term is the correct technical equivalent in this context and is widely used.

Let us consider the next commonly used translation transformation. L. Molina and H. Albir define *modulation* as a translation technique that involves changing the perspective, cognitive category, or logical viewpoint of the original expression, while preserving the original meaning (2002, p. 510). Unlike literal translation, modulation does not follow the direct structure or wording of the source language but instead reformulates the message to make it more natural or conceptually appropriate in the target language. This technique is often used when a direct translation would sound unnatural, ambiguous, or culturally unfamiliar. Let us provide an example of modulation employed to translate a technical term:

(9-s) *Once the outside air has been dried with the help of the sorption generator and the connected heat recovery plant...* (Schittich, 2003, p. 43). — (9-t) *Після осушення зовнішнього повітря за допомогою сорбційного генератора та підключеного до нього теплоутилізатора...*

The original English phrase is a syntactic construction that describes a facility designed to recover heat. In Ukrainian, this concept is rendered as a single compound noun that encapsulates the same meaning. This transformation reflects a shift in perspective – from a descriptive structure to a function-based lexical unit – while preserving the original concept. Modulation in this case enables a more concise and terminologically appropriate expression within the norms of Ukrainian technical language.

The following term is a part of compound terms category, according to A. Kovalenko's classification:

(10-s) *A miniature fan in the false floor suctions room air into the system at floor level...* (Schittich, 2003, p. 42). — (10-t) *Мініатюрний вентилятор у подвійній підлозі втягує повітря з приміщення в систему на рівні підлоги...*

False floor refers to a raised flooring system, usually installed above the structural floor to allow space for wiring, HVAC. *Подвійна підлога* (literally “double floor”) describes the structure (two layers of flooring), rather than using the term “false” in the sense of being artificial or non-genuine. The perspective has shifted from “false” (a qualitative characteristic) to “double” (a structural description). It's a change in the conceptual angle while maintaining the general meaning.

We consider the last, but not least important, translation technique – description. This technique is typically used when the target language lacks a direct equivalent for a specific term, especially in the case of culture-specific items, technical jargon, or brand names, according to the classification of L. Molina and H. Albir (2002, p. 506). Unlike literal translation or borrowing, description aims to convey the original concept through explanatory wording, thus ensuring clarity and accessibility for the target audience. It is particularly effective when the translator needs to make unfamiliar or context-dependent content understandable in the target culture. Let us provide an example of description employed to translate a technical term:

(11-s) ... *to act as an information carrier between climate modulator and media screen.* (Schittich, 2003, p. 27). — **(11-t)** ... *використовувати їх у ролі носіїв інформації між регулятором температури та пристроями, що передають мультимедійну інформацію.*

The term *media screen* does not have a precise or commonly used equivalent in Ukrainian. Instead of borrowing or using a calque, the translator opts to describe the function of the object—devices that transmit multimedia content. This descriptive approach ensures clarity and helps the target audience understand the concept, especially if the term is unfamiliar or culturally unmarked in the target language.

(12-s) *Solar cycle.* (Schittich, 2003, p. 28). — **(12-t)** *Цикл сонячної енергії.*

The original term *solar cycle* refers to the periodic changes in the Sun's activity, such as fluctuations in sunspot numbers, over an approximately 11-year period. Instead of using the more concise and potentially technical *сонячний цикл*, we choose *Цикл сонячної енергії*, which explicitly emphasizes the involvement of solar energy. This descriptive translation helps the target audience understand the concept.

Therefore, it may be concluded that the effective use of translation techniques plays a crucial role in ensuring both the adequacy and coherence of a translation, making proficiency in these techniques essential for any professional translator. In the course of our project, we employed five main translation techniques such as calque (45%), transposition (22%), established equivalent (15%), borrowing (9%), and description (5%), modulation (4%) which further contributed to the accuracy and effectiveness of our translation (See Appendix C).

Conclusions

Currently, our country is in extreme need of qualified specialists in the building industry and especially in the energy sector. Our work is aimed at popularizing high-quality translated technical literature to raise highly qualified specialists for our country. There was great interest in working with different types of technical terms and ways to overcome translation challenges with the help of translation techniques.

The main challenge in translating technical terms is to preserve the source meaning of the term. When working with technical terms, it is important to convey them accurately and naturally to the target audience.

In this Bachelor's paper we examined a non-fictional technical work *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts* by German architect Christian Schittich. This book is a collection of theoretical works and practical knowledge of specialists in the field of building, architecture and renewable energy sources. It uses a wide variety of technical terms from different fields, such as electricity, physics, building and architecture, and chemistry. Another feature of this book is the drawings and modern pictures of buildings that help to visualize the theoretical material of the book.

To sum up, a technical term is defined as a word or phrase that is associated with a specific field of knowledge, forming part of a structured system characterized by precision, clarity, and neutrality. Two classification systems were applied: the first categorizes terms by structure—simple, compound, and multi-component—based on A. Kovalenko's model; the second organizes them by subject area into building and architectural, physical, electronic, and chemical terms. The translation of technical terminology is particularly crucial today due to the rapid expansion of scientific knowledge and the need for effective communication across languages in specialized domains.

The translation was based on the classification of translation techniques by L. Molina and J. A. Albir. We used six of the eighteen proposed translation techniques, the most frequently used of which were calque, transposition, and established equivalent. The least frequent technique is modulation.

The book *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts* by Christian Schittich has provided an excellent object for studying the translation of technical terminology. Further research prospects consist in highlighting the peculiarities and methods of translating technical literature based on the works of both domestic and foreign scholars.

References

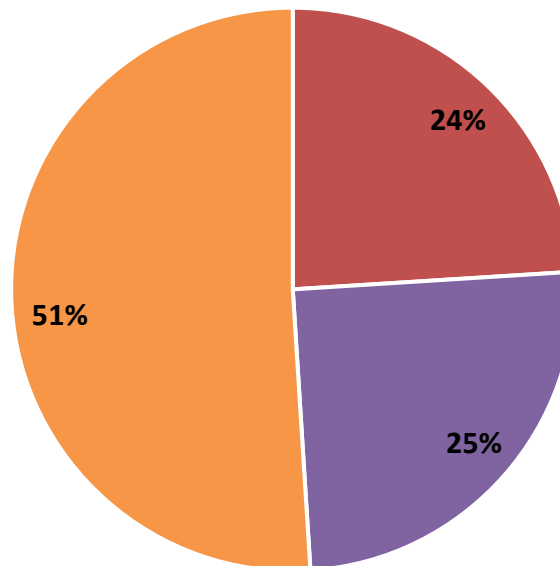
1. Compagnon, R. (2004). *Solar and daylight availability in the urban fabric*. *Energy and Buildings*, 36(4), 321–328. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.01.009>
2. Dicka, Z., Dolnikova, E., & Katunsky, D. (2024). The impact of shading by vegetation on the level of daylight in buildings: A case study. *E3S Web of Conferences*, 550, 01003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202455001003>
3. Hestnes, A., Hastings, R., & Saxhof, B. (2003). *Solar energy houses: Strategies, technologies, examples*. James & James.
4. Hill, M. (2002). *Dictionary of engineering*. McGraw-Hill Professional.
5. Molina, L., & Hurtado Albir, A. (2002). Translation techniques revisited: A dynamic and functionalist approach. *Meta: Journal des traducteurs*, 47(4), 498–512. <https://doi.org/10.7202/008033ar>
6. Schittich, C. (1999). *Solar architecture: Strategies, visions, concepts*. Birkhäuser.
7. Schittich, C. (2003). *Solar architecture: Strategies, visions, concepts* (2nd ed.). Birkhäuser.
8. Баловнєва, О. О. (2004). Особливості перекладу англійської науково-технічної термінології. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*, (17), 79–81.
9. Голікова, О. М., Мирошниченко, В. М., & Царьова, С. О. (2012). *Переклад термінології у галузі електроніки, електротехніки та енергетики з англійської на українську мову: Навчальний посібник*. НТУ "ХПІ".
10. Кирилов, О. А., Степанова, І. С., & Яковець, О. Р. (2011). *Англо-український словник будівельних термінів: Словник*. ВНТУ.
11. Кияк, Т. Р., Наumenко, А. М., & Огуй, О. Д. (2006). *Теорія і практика перекладу (німецька мова): Підручник для студентів вищих навчальних закладів*. Нова книга.
12. Коваленко, А. (2002). *Загальний курс науково-технічного перекладу: Навчальний посібник*. Нова книга.
13. Межжеріна, Г. В. (2021). *Англійські авіаційні терміни в аспекті перекладу*. Фенікс.
14. Schittich, C. (n.d.). *Profil | Christian Schittich – Autor und Publizist Architektur*. Retrieved May 12, 2025, from <https://www.christian-schittich.de/profil>
15. Vakulenko, M. O. (2023). Term and terminology: Basic approaches, definitions, and investigation methods (Eastern-European perspective). *Terminology Science & Research*, 24, 13–28. Retrieved April 19, 2025, from <https://journal-eaft-aet.net/index.php/tsr/article/view/5856>
16. Pavel, S., & Nolet, D. (2001). *Handbook of terminology* (C. Leonhardt, Trans. & Adapt.). Translation Bureau, Minister of Public Works and Government Services Canada.
17. Гороть Є. І., Коцюк Л. М., Малімон Л. К., Павлюк А. Б. (2006). *Англо-український словник*.

Illustrative materials

1. Schittich, C. (2003b). *Solar architecture: Strategies, Visions, Concepts*. Birkhauser.

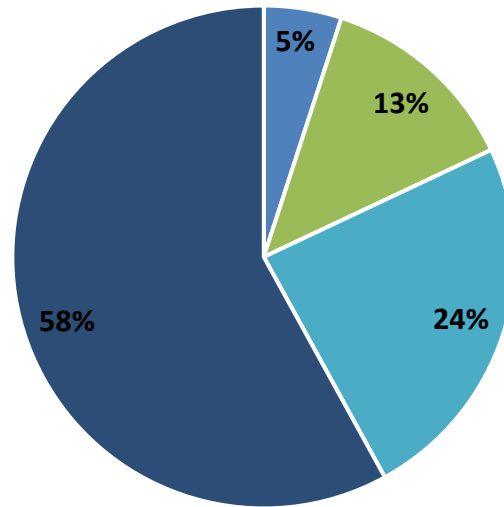
Appendices

Appendix A. A. Kovalenko's structural classification of technical terms in *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts* by C. Schnittich



- simple terms
- compound terms
- multi-component terminological phrases

**Appendix B. Subject classification of technical terms in
Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts by C. Schnittich**



- Chemical Terms
- Electronic Terms
- Physical Terms
- Building & Architectural Terms

**Appendix C. Basic translation techniques applied in rendering technical terms
in the translation of *Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts***

