

---

**ENERGETICKY PLUSOVÉ MESTSKÉ ŠTVRTE**  
**POSITIVE ENERGY DISTRICTS**

---

# Obsah

## Table of Contents

<b>1. Mestá ako súčasť riešenia klimatickej krízy</b>	
Cities as part of the solution to the climate crisis . . . . .	8
<b>1.1 Exkurz do histórie zmeny klímy</b>	
An excursion into the history of climate change . . . . .	9
<b>1.2 Ľudia, ktorí prispeli k objasneniu príčin vzniku klimatickej zmeny</b>	
People who contributed to clarifying the origin of climate change . . . . .	10
<b>1.3 Aká je naozaj situácia s otepľovaním planéty?</b>	
What is the real situation with the warming of the planet? . . . . .	11
<b>1.4 Ako vieme, že emisie skleníkových plynov stúpajú?</b>	
How do we know that greenhouse gas emissions are rising? . . . . .	11
<b>1.5 Zmena klímy v súčasnosti</b>	
Climate change today . . . . .	11
<b>1.6 Ako k tomu pristupuje medzinárodné spoločenstvo?</b>	
How does the international community approach this? . . . . .	12
<b>1.7 Európska únia – leader v boji s klimatickou zmenou</b>	
The European Union – a leader in the fight against climate change . . . . .	13
<b>1.8 Prečo hovoríme o dekarbonizácii, čo to znamená pre budovy – štvrte – mestá?</b>	
Why do we talk about decarbonization, what does it mean for buildings – neighborhoods – cities? . . . . .	14
<b>1.9 Situácia na Slovensku</b>	
Situation in Slovakia . . . . .	14
<b>1.10 Stratégie Slovenskej republiky</b>	
Strategies of the Slovak Republic. . . . .	15
<b>1.11 Legislatíva Slovenskej republiky – implementácia smerníc EÚ v oblasti energetickej hospodárnosti</b>	
Legislation of the Slovak Republic – implementation of EU directives in the field of energy efficiency . . . . .	16
<b>2. Prehľad PED</b>	
PED Overview . . . . .	17
<b>2.1 Čo je cieľom PED? Čo sa má dosiahnuť pomocou PED?</b>	
What is the goal of PEDs? What is to be achieved with PEDs? . . . . .	18
<b>2.2 Aké sú zložky PED?</b>	
What are the Components of a PED?. . . . .	20
<b>2.3 Kedy je možné štvrť nazvať PED? Kritériá a ciele</b>	
When can we call a district a PED? Criteria and targets . . . . .	23
<b>2.3.1 Výhody štvrtí oproti jednotlivým stavbám</b>	
Advantages of district perspective over individual building plots . . . . .	24
<b>2.4 Čo je to kladná energetická bilancia?</b>	
What is a positive energy balance?. . . . .	25
<b>2.4.1 Zvažovanie súvislostí v kontexte štvrte: hustota zastavania</b>	
Consideration of district contexts such as district density . . . . .	26
<b>3. Trvalo udržateľná štvrť Seestadt Aspern – príklad dobrej praxe</b>	
The sustainable district Seestadt Aspern – an example of good practice . . . . .	28
<b>3.1 Mestá v globálnom kontexte</b>	
Cities in a global context. . . . .	29
<b>3.2 Certifikačné systémy mestských štvrtí</b>	
Certification systems of urban districts. . . . .	30
<b>3.3 Brownfieldy v štruktúre mesta</b>	
Brownfields in the city structure . . . . .	30
<b>3.4 Seestadt Aspern</b>	
Seestadt Aspern . . . . .	31
<b>3.4.1 Masterplan</b>	
Masterplan . . . . .	32
<b>3.4.2 Etapizácia</b>	
Project stages . . . . .	32

### Energeticky plusové mestské štvrte / Positive Energy Districts

#### Autori kapitol / Authors:

Ing. Lubica Šimkovicová, Inštitút pre pasívne domy  
 Simon Schneider, MSc., FH Technikum Wien  
 Arch. DI Andrea Borská, Inštitút pre pasívne domy  
 Arch. DI Ursula Schneider, POS Architekten  
 Ing. Vladimír Šimkovic, Inštitút pre pasívne domy

**Predslov / Foreword:** doc.Ing.arch. Katarína Smatanová, PhD.

Táto publikácia vznikla v rámci projektu AZ 38478/01 „Energeticky plusové mestské štvrte: princípy rozvoja a obnovy“ – nový voliteľný predmet na rozšírenie ponuky vysokoškolských predmetov na Slovensku. Projekt financovala Deutsche Bundesstiftung Umwelt, DBU.

This publication has been created in the framework of the project AZ 38478/01 „Positive Energy Districts: principles of development and renewal“ – a new elective course to expand the offer of university courses in Slovakia. The project was funded by the Deutsche Bundesstiftung Umwelt, DBU.



3.4.3 Štruktúra projektu Structure of the project . . . . .	35
3.4.4 Ciele projektu Objectives of the project . . . . .	36
3.4.5 Verejný priestor Public Space . . . . .	37
3.4.6 Vplyv projektu na životné prostredie a ochrana prírodných zdrojov The impact of the project on the environment and protection of natural resources . . . . .	38
<b>4. Stratégie navrhovania s ohľadom na klímu</b> Climate sensitive design strategies . . . . .	<b>40</b>
4.1 Venujte pozornosť klíme Pay attention to the climate . . . . .	41
4.2 Používanie a obsadenie Use and occupancy . . . . .	42
4.3 Výkon bez technológie Performance without technology . . . . .	42
4.4 Príklady z minulosti Examples from the past . . . . .	42
4.5 Dizajn s ohľadom na podnebie Climate sensitive design . . . . .	43
4.5.1 Stratégie na zimu Strategies for winter . . . . .	43
4.5.2 Stratégie na leto Strategies for summer . . . . .	45
4.6 Príklady Examples . . . . .	51
4.6.1 Zásobovanie budov energiou, fotovoltaika Energy supply on buildings, PV . . . . .	51
4.6.2 Zodpovednosť klienta Responsibility of the client . . . . .	52
4.6.3 Užívatelia User contribution . . . . .	52
<b>5. Komponenty PED: Energetická efektívnosť</b> PED Components: Energy efficiency. . . . .	<b>53</b>
5.1 Budovy v pasívnom štandarde ako základ tvorby energeticky plusových štvrtí Passive House Buildings as a basis for creating positive energy districts . . . . .	54
5.1.1 Čo je to pasívny štandard What is Passive House Standard . . . . .	54
5.1.2 Definícia pasívneho štandardu Definition of passive house standard . . . . .	54
5.2 Projekt virtuálnej dvojčky Vily Tugendhat v pasívnom štandarde Project of hypothetical construction of Villa Tugendhat in Passive House Standard . . . . .	55
5.3 Nová Cvernovka Nová Cvernovka . . . . .	58
5.3.1 Popis projektu Project description . . . . .	58
5.3.2 Cieľ výskumného projektu The aim of the research project . . . . .	58
5.3.3 Mapovanie súčasného stavu Mapping the current situation . . . . .	59
5.3.4 Realizácia projektu a výsledky Project implementation and results . . . . .	60
<b>6. Komponenty PED: Miestne obnoviteľné zdroje energie</b> PED Components: Local Renewable energy sources . . . . .	<b>63</b>
6.1 Elektrická energia Electric energy . . . . .	64
6.1.1 Fotovoltika (PV): Elektrická energia zo slnečného žiarenia Photovoltaics (PV): Electricity from Solar Irradiation . . . . .	64

6.1.2 Malá veterná energia Small Wind power . . . . .	68
<b>6.2 Tepelná energia</b> Thermal Energy. . . . .	<b>69</b>
6.2.1 Tepelné čerpadlá: „Presúvanie tepla“ namiesto „vytvárania tepla“ Heat pumps: “moving heat” instead of “creating heat” . . . . .	69
6.2.2 Solárna tepelná energia a PVT Solar Thermal energy and PVT . . . . .	70
6.2.3 Biomasa Biomass . . . . .	71
6.2.4 Odpadové teplo z priemyselných a obchodných procesov Waste heat from industrial and commercial processes . . . . .	71
6.2.5 Využívanie odpadu Waste utilization. . . . .	72
<b>7. Technika v pasívnom dome</b> Technology in a Passive House. . . . .	<b>73</b>
7.1 Tepelné čerpadlo Heat pump . . . . .	74
7.2 Vetrací systém s rekuperáciou tepla Ventilation system with heat recovery . . . . .	75
7.3 Kompaktná vetracia jednotka Compact ventilation unit. . . . .	75
7.4 Slnečné termické kolektory Solar thermal collectors . . . . .	75
7.5 Slnečné fotovoltaické kolektory Solar photovoltaic collectors . . . . .	75
<b>8. Komponenty PED: Zásobovanie a flexibilita</b> PED Components: Supply and Flexibility . . . . .	<b>76</b>
8.1 Uskladňovanie energie Energy Storage . . . . .	77
8.1.1 Batériové úložiská Battery Storage . . . . .	78
8.1.2 Dlhodobé skladovanie elektrickej energie prostredníctvom vodíka a „Power to gas“ Long-term storage of electricity via Hydrogen and “Power to gas” . . . . .	79
8.2 Energetická flexibilita Energy Flexibility . . . . .	79
8.3 Kladná energetická bilancia: kombinácia všetkého Positive energy balance: Combining it all . . . . .	82
8.3.1 Mobilita Mobility. . . . .	84
8.4 Implementácia PED: Všetko dohromady PED implementation: Putting it all together . . . . .	86
8.5 Proces plánovania PED The PED Planning process . . . . .	86
8.6 Maximalizácia fotovoltaických panelov je kľúčová pre vývoj PED na greenfieldoch PV maximization is key for PED developments on greenfields . . . . .	87
8.7 Kľúčom k ekonomickej realizovateľnosti je zvýšenie vlastnej spotreby elektrickej energie z fotovoltiky Increasing self-consumption of PV electricity is key to economic feasibility. . . . .	88
8.8 Zapojenie používateľov a integrácia používateľov User involvement and user integration . . . . .	88
8.9 Zdroje Resources . . . . .	89
8.9.1 Dôležité a zaujímavé projekty PED Important and interesting PED Projects. . . . .	89
8.9.2 Platformy Knowledge Platforms . . . . .	90

## Predslov Foreword

**doc.Ing.arch. Katarína Smatanová, PhD.**

Ústav urbanizmu a územného plánovania

Fakulta architektúry a dizajnu STU v Bratislave

Institute of Urban Design and Planning,

Faculty of Architecture and Design, Slovak Technical University in Bratislava

V dnešnej dobe, keď svet čelí neodkladnej potrebe riešiť klimatickú zmenu a znížiť ekologický dopad ľudskej činnosti, je vzdelávanie architektov a urbanistov dôležitejšie než kedykoľvek predtým. Na jednej strane architekti a urbanisti nesieme za súčasný stav svoju mieru zodpovednosti: dlhodobo sme ignorovali udržateľné princípy a uprednostňovali krátkodobé ekonomické ciele pred ekologickými aspektmi, navrhovali sme mestá a budovy s vysokou energetickou náročnosťou a často sme podporovali rozširovanie miest a suburbanizáciu, čo viedlo k nadmernému využívaniu energie, pôdy a prírodných zdrojov. Na druhej strane má však naša profesia aj kľúčovú úlohu pri riešení týchto problémov, a preto stojíme pred výzvou prijať zodpovednosť, hľadať nové prístupy a implementovať riešenia, ktoré zmiernia dopady týchto kríz a prispejú k udržateľnej budúcnosti.

Učebný text, ktorý máte pred sebou, predstavuje inšpiratívny nástroj na získanie komplexného prehľadu o problematike energeticky plusových mestských štvrtí, známych aj pod skratkou PED (Positive Energy Districts). Tento koncept predstavuje nový smer v tvorbe a strategickom plánovaní zón, štvrtí a mesta, kde produkcia energie prevažuje nad jej spotrebou. Pre architektov a urbanistov to znamená zmenu paradigmy v prístupe k navrhovaniu mestského prostredia.

Jedným z kľúčových aspektov, ktoré tieto texty zdôrazňujú, je význam mestských štvrtí pri dosahovaní klimatických cieľov. Mestá, kde žije väčšina svetovej populácie, majú obrovský potenciál ovplyvniť globálnu energetickú spotrebu a znížiť emisie skleníkových plynov. Texty podrobne vysvetľujú, ako môžu architekti a urbanisti prispieť k tejto transformácii prostredníctvom inovatívneho dizajnu, udržateľných riešení a efektívneho využívania obnoviteľných zdrojov energie. Vysvetľujú, čo je PED, aké sú jeho zložky, kritériá a ciele, čím poskytujú študentom a odborníkom pevný základ pre ich budúcu prax. Teoretické základy sú zaujímavé doplnené konkrétnymi príkladmi z praxe, ako je napríklad prípadová štúdia trvalo udržateľnej štvrť Seestadt Aspern, ktorá poskytuje čitateľom praktické návody na implementáciu princípov PED v reálnom prostredí. To je neoceniteľnou súčasťou vzdelávania, ktoré pripravuje budúcich odborníkov na výzvy, ktoré ich čakajú v profesijnej kariére.

Vzhľadom na rastúci dopyt po riešeníach, ktoré zohľadňujú klimatické zmeny a trvalo udržateľný rozvoj, tento učebný text prichádza v pravý čas. Poskytuje nielen teoretické poznatky, ale aj praktické nástroje, ktoré sú nevyhnutné pre aktuálne metódy tvorby a plánovania miest a ich štvrtí. Pre študentov architektúry a urbanizmu sú tieto texty neoceniteľným zdrojom, ktorý im umožní prehĺbiť vedomosti, získať nové zručnosti a pripraviť sa na úlohy, ktoré majú potenciál zmeniť budúcnosť našich miest. Pre praktizujúcich architektov, urbanistov a mestských plánovačov je toto dielo nielen vzdelávacím materiálom, ale aj inšpiráciou k nevyhnutným inováciám a trvalo udržateľným riešeniam.

Today, as the world faces an urgent need to address climate change and reduce the ecological impact of human activity, the education of architects and urban planners is more important than ever. On the one hand, we, as architects and urban planners, bear our share of responsibility for the current state of affairs: for a long time we have ignored sustainable principles and prioritised short-term economic goals over ecological aspects, we have designed cities and buildings with high energy consumption and we have often promoted urban sprawl and suburbanisation, which has led to excessive use of energy, land and natural resources. On the other hand, our profession also has a key role to play in addressing and correcting these issues, and we are now therefore challenged to take responsibility, seek new approaches and implement solutions that will mitigate the impacts of these crises and contribute to a sustainable future.

This learning text is an inspiring tool for gaining a comprehensive overview of the issue of energy-plus districts, also known as PEDs (Positive Energy Districts). This concept represents a new direction in the design and strategic planning of zones, neighbourhoods and cities where energy production outweighs energy consumption. For architects and urban planners, it represents a paradigm shift in the approach to designing urban environments.

One of the key aspects that these texts highlight is the importance of urban districts in achieving climate goals. Cities, where the majority of the world's population lives, have enormous potential to influence global energy consumption and reduce greenhouse gas emissions. The texts explain in detail how architects and urban planners can contribute to this transformation through innovative design, sustainable solutions and the efficient use of renewable energy sources. They explain what PED is, its components, criteria and objectives, providing students and practitioners with a solid foundation for their future practice. The theoretical foundations are interestingly complemented by concrete examples from practice, such as the case study of the sustainable district of Seestadt Aspern, which provides readers with practical guidance on how to implement the principles of PED in a real-life setting. This is an invaluable part of the education that prepares future professionals for the challenges that await them in their professional careers.

Given the growing demand for solutions that take climate change and sustainable development into account, this teaching text comes at a timely moment. It provides not only theoretical knowledge but also the practical tools that are essential for up-to-date methods of designing and planning cities and their neighbourhoods. For students of architecture and urban planning, these texts are an invaluable resource that will enable them to deepen their knowledge, acquire new skills, and prepare for tasks that have the potential to change the future of our cities. For practicing architects, urban designers and city planners, this work is not only an educational resource, but also an inspiration for necessary innovations and sustainable solutions.

## 1

## Mestá ako súčasť riešenia klimatickej krízy

### Cities as part of the solution to the climate crisis

Lubica Šimkovicová



Ako by mohli mestá prispieť k zmierneniu klimatickej zmeny, aké sú riešenia a čo môžu architekti a urbanisti vo svojej praxi urobiť pre zlepšenie situácie?

Mestské oblasti potrebujú nepretržitú dodávku energie, pričom spotrebujú 75 % celosvetovej primárnej energie. Pri minimalizácii ekologickej stopy miest sa distribúcia energie musí stať udržateľnou, inkluzívnejšou a spravodlivejšou, aby sa podporil všeobecný rozvoj.<sup>1</sup>

Zvyšujúci sa rast populácie, rýchla urbanizácia a rozširujúci sa hospodársky rozvoj vytvárajú tlak na obmedzené množstvo energie, ktorej ročný nárast dopytu v rozvojových krajinách predstavuje približne 7 %, zatiaľ čo ponuka zostáva stabilná. Z toho vyplýva nesúlad medzi ponukou a dopytom a časté obmedzenia dodávok energie v mestách.<sup>2</sup>

Napriek svojmu doterajšiemu negatívnemu dopadu na klimatickú zmenu sa mestá stávajú zároveň perspektívnym nástrojom na dosiahnutie klimatických cieľov.

V mestách žije momentálne 55 % globálnej populácie, predpokladá sa, že do roku 2050 to bude 68 %.<sup>3</sup> Tento predpokladaný nárast obyvateľstva opätovne zaťaží stavebný sektor, pričom budovy sú už teraz zodpovedné za 40 % celosvetovej spotreby energie a 36 % s ňou spojených emisií skleníkových plynov, ktoré pochádzajú najmä z výstavby, používania, renovácie a demolácie.<sup>4</sup> Na splnenie klimatických záväzkov Parížskej dohody – obmedzenie nárastu priemernej globálnej teploty na menej ako 2 °C nad predindustriálnu úroveň, je nevyhnutná globálna transformácia stavebného sektora na uhlíkovo neutrálnu. Táto dekáda je kritická pre riešenie znižovania emisií, do roku 2030 potrebuje Slovensko znížiť svoje emisie o 55 % oproti roku 1990.<sup>5</sup> To znamená hlavne aplikovanie mitigačných a adaptačných opatrení, podpora udržateľných systémov mobility a nastavenie vyšších požiadaviek na energetickú efektívnosť budov, by sa predišlo zakonzervovaniu ich stavu na nasledujúce desaťročia.

Úspech miest, obcí a mestských oblastí bude do značnej miery závisieť od politik, ktoré ochránia, či podporia všetkých a nikoho nezanebajú.

#### 1.1 Exkurz do histórie zmeny klímy

##### An excursion into the history of climate change

Pokrok je okrem pozitív častokrát spojený s mnohými negatívami. Priemyselná revolúcia bola prechodom na nové výrobné procesy vo Veľkej Británii, kontinentálnej Európe a Spojených štátoch amerických, ku ktorým došlo v období od roku 1760 do 1840. Priemyselná revolúcia znamenala veľký obrat v histórii, avšak je kritizovaná za to, že viedla k obrovskému ničeniu životného prostredia a biotopov, čo viedlo aj k obrovskému zníženiu biodiverzity života na Zemi.<sup>6</sup>

Rast moderného priemyslu od konca 18. storočia viedol k masívnej urbanizácii a vzniku nových veľkých miest, najprv v Európe a potom v iných regiónoch, keďže nové príležitosti priniesli do mestských oblastí obrovské množstvo migrantov z vidieckych komún. V roku 1800 žili v mestách len 3 % svetovej populácie v porovnaní s takmer 50 % dnes na začiatku 21. storočia.

Počiatky ekologického hnutia spočívali v reakcii na zvyšujúce sa úrovne znečistenia atmosféry dymom počas priemyselnej revolúcie. Vznik veľkých tovární a sprievodný obrovský rast spotreby uhlia viedli k bezprecedentnej úrovni znečistenia ovzdušia v priemyselných centrách. Najvyššiu prioritu malo zvyčajne znečistenie vody a ovzdušia.<sup>7</sup>

How could cities contribute to mitigating climate change, what are the solutions and what can architects and urban planners do in their practice to improve the situation?

Urban areas require an uninterrupted supply of energy, consuming 75 % of global primary energy. While minimizing the ecological footprint of cities, energy distribution needs to become sustainable, more inclusive and fair to foster universal development.<sup>1</sup>

Increasing population growth, rapid urbanization and expanding economic development are putting pressure on limited energy which annual demand growth is around 7 % in developing countries, while the supply remains stable. Hence a mismatch between the supply and demand and frequent power rationing in cities.<sup>2</sup>

Despite their negative impact on climate change so far, cities are also becoming a promising tool for achieving climate goals.

Cities are currently home to 55 % of the global population and are projected to account for 68 %<sup>3</sup> by 2050. This projected population growth will put renewed pressure on the building sector, with buildings already responsible for 40 % of global energy consumption and 36 % of associated greenhouse gas emissions, mainly from construction, use, renovation and demolition.<sup>4</sup> A global transformation of the building sector to carbon neutral is essential to meet the climate commitments of the Paris Agreement – limiting the global average temperature increase to less than 2 °C above pre-industrial levels. This decade is critical for addressing emissions reductions, by 2030 Slovakia needs to reduce its emissions by 55 % compared to 1990.<sup>5</sup> This means mainly applying mitigation and adaptation measures, promoting sustainable mobility systems and setting higher requirements for energy efficiency of buildings, to avoid their state of conservation for decades to come.

The success of cities, towns and urban areas will largely depend on policies that protect or support everyone and leave no one behind.

In addition to the positives, progress is often associated with many negatives. Between 1760 and 1840 the Industrial Revolution occurred. It was the transition to new manufacturing processes in Great Britain, continental Europe, and the United States of America. The Industrial Revolution marked a major turning point in history. However, it is criticized for leading to massive destruction of the environment and habitats, which has also led to a massive reduction in the biodiversity of life on Earth.<sup>6</sup>

The growth of modern industry from the late 18th century led to massive urbanization and the development of new large cities. First in Europe and then in other regions, new opportunities brought huge numbers of migrants from rural communities to urban areas. In 1800, only 3% of the world's population lived in cities, compared to almost 50% today at the beginning of the 21st century.

The emergence of large factories and the accompanying huge growth in coal consumption led to unprecedented levels of air pollution in industrial centers. The origins of the environmental movement lay in response to the increasing levels of air pollution caused by smoke during the Industrial Revolution. Water and air pollution usually had the highest priority.<sup>7</sup>

1 <https://unhabitat.org/topic/urban-energy>

2 <https://unhabitat.org/topic/urban-energy>

3 [https://www.who.int/health-topics/urban-health#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/urban-health#tab=tab_1)

4 [https://commission.europa.eu/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-02-17\\_en](https://commission.europa.eu/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-02-17_en)

5 [https://ec.europa.eu/clima/sites/its/its\\_sk\\_sk.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/its/its_sk_sk.pdf)

6 [https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial\\_Revolution](https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Revolution)

7 [https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial\\_Revolution](https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Revolution)



## 1.1 Prírodné príčiny zmeny klímy

### 1.2 Ľudia, ktorí prispeli k objasneniu príčin vzniku klimatickej zmeny

**19. storočie**
V roku 1824 **Joseph Fourier**, francúzsky matematik a fyzik vypočítal, že planéta veľkosti Zeme, v našej vzdialenosti od Slnka, by mala byť oveľa chladnejšia. Naznačil, že niečo v atmosfére musí pôsobiť ako izolačný vankúš.<sup>8</sup>

V roku 1856 **Eunice Foote** objavila a ukázala, že oxid uhličitý a vodná para v zemskej atmosfére zachytávajú unikajúce infračervené (tepelné) žiarenie. Eunice Foote bola amatérska vedkyňa, výskumníčka, vynálezkyňa a bojovníčka za práva žien. Bola prvá, ktorá zistila, že oxid uhličitý zachytáva teplo v atmosfére.<sup>9</sup>

V 60. rokoch 19. storočia fyzik **John Tyndall** rozpoznal prirodzený skleníkový efekt Zeme a upozornil na fakt, že mierne zmeny v zložení atmosféry môžu spôsobiť klimatické zmeny.<sup>10</sup>

V roku 1896 kľúčový článok švédskeho vedca **Svante Arrhenius** prvýkrát predpovedal, že zmeny v úrovniach oxidu uhličitého v atmosfére môžu podstatne zmeniť povrchovú teplotu prostredníctvom skleníkového efektu. V roku 1896 prehlásil, že fosílna palivá môžu mať negatívny vplyv na atmosféru. V roku 1903 získal Nobelovu cenu za chémiu.<sup>11</sup>

**20. storočie**
**Guy Callendar** bol anglický inžinier a vynálezca. Jeho hlavným prínosom k ľudskému poznaniu bol vývoj teórie, ktorá spájala rastúce koncentrácie oxidu uhličitého v atmosfére s globálnou teplotou. V roku 1938 bol prvým kto dokázal, že teplota na Zemi sa za posledných 50 rokov zvýšila. Callendar si myslel, že toto otepľovanie by bolo prospešné a oddiallilo „návrat smrtiacich ľadovcov.“<sup>12</sup>

V roku 1941 **Milutin Milankovic** spojil doby ľadové s orbitálnymi charakteristikami Zeme. Srbský matematik a geofyzik bol známy svojou prácou, ktorá spájala dlhodobé zmeny klímy s astronomickými faktormi ovplyvňujúcimi množstvo slnečnej energie absorbovanej zemským povrchom.<sup>13</sup>

Kanadský fyzik **Gilbert Plass** v roku 1956 sformuloval teóriu vplyvu koncentrácie oxidu uhličitého v atmosfére na zmeny klímy. Už v 50. rokoch 20. storočia predpovedal zvýšenie globálnej úrovne atmosférického oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) v 20. storočí a jeho vplyv na priemernú teplotu planéty, ktoré sa do veľkej miery zhodujú s meraniami o polstoročie neskôr.<sup>14</sup>

**Kto sa o poznanie zmeny klímy zaslúžil v 21. storočí?**
**Al Gore** je americký politik a environmentalista. Je bývalým viceprezidentom Spojených štátov amerických, prezidentským kandidátom Demokratickej strany za rok 2000 a spoludržiteľom Nobelovej ceny za mier za rok 2007 s Medzivládnym panelom pre zmenu klímy.

V roku 2006 vystupoval v kontroverznom, ale prelomovom filme Nepohodlná pravda, ktorý sa pokúšal presvedčiť divákov, že problém globálneho otepľovania je realita. Tou „Nepohodlnou pravdou“ filmu bolo, že vďaka nášmu úsiliu o zvýšenie nášho blahobytu a pohodlia sa svet otepľoval a otepľuje rýchlejšie, než by sa za prirodzených podmienok dalo očakávať.

## ENERGETICKY PLUSOVÉ MESTSKÉ ŠTVRTE

### 1.1 Prírodné príčiny zmeny klímy

**19th century**
In 1824, **Joseph Fourier**, a French mathematician and physicist, calculated that a planet the size of Earth, at our distance from the Sun, should be much colder. He suggested that something in the atmosphere must act as an insulating cushion.<sup>8</sup>

In 1856, **Eunice Foote** discovered and showed that carbon dioxide and water vapor in the Earth’s atmosphere trap escaping infrared (thermal) radiation. Eunice Foote was an amateur scientist, researcher, inventor, and campaigner for women’s rights. She was the first to discover that carbon dioxide traps heat in the atmosphere.<sup>9</sup>

In the 1860s, physicist **John Tyndall** recognized the Earth’s natural greenhouse effect and proposed that slight changes in the composition of the atmosphere could cause climate change.<sup>10</sup>

In 1896, a seminal paper by Swedish scientist and chemist **Svante Arrhenius** first predicted that changes in atmospheric carbon dioxide levels could substantially alter surface temperatures through the greenhouse effect. On February the 4th of 1896, he declared that fossil fuels can have a negative effect on the atmosphere. Arrhenius won the Nobel Prize in Chemistry in 1903.<sup>11</sup>

**20th century**
**Guy Callendar** was an English steam engineer and inventor. His main contribution to human knowledge was the development of a theory that linked rising concentrations of carbon dioxide in the atmosphere to global temperature. In 1938, he was the first to prove that the Earth’s temperature has increased over the past 50 years. Callendar thought this warming would be beneficial, delaying “the return of the deadly glaciers.”<sup>12</sup>

In 1941, **Milutin Milankovic** connected the ice ages with the orbital characteristics of the Earth. Serbian mathematician and geophysicist is known for his work that linked long-term climate changes to astronomical factors that affect the amount of solar energy absorbed by the Earth’s surface.<sup>13</sup>

In 1956, Canadian physicist **Gilbert Plass** formulated the theory of the effect of carbon dioxide concentration on climate change. In the 1950s, he predicted the increase in global levels of atmospheric carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) in the 20th century and its effect on the average temperature of the planet, which closely matched measurements half a century later.<sup>14</sup>

#### Who has contributed to the knowledge of climate change in the 21st century?

**Al Gore** is an American politician and environmentalist. He is a former Vice President of the United States, 2000 Democratic presidential nominee, and co-winner of the 2007 Nobel Peace Prize with the Intergovernmental Panel on Climate Change.

In 2006, Gore starred in the controversial film An Inconvenient Truth, which tried to convince viewers that the problem of global warming is a reality. The “Inconvenient Truth” of the film was that our efforts to increase our well-being and comfort have caused the world to warm faster than it would be expected under natural conditions.

## POSITIVE ENERGY DISTRICTS

**Greta Thunberg**, švédska ekologická aktivistka, sa do povedomia verejnosti dostala tým, že už ako 15-ročná začala vyzývať svetových lídrov, aby okamžite prijali opatrenia na zmiernenie zmeny klímy.

V auguste 2018 sa rozhodla, že každý piatok bude namiesto školy sedieť pred pred švédskym parlamentom, aby vyzvala na ráznejšie opatrenia v oblasti zmeny klímy. Čoskoro sa do školských štrajkov vo svojich komunitách zapojili ďalší študenti a študentky. Spoločne zorganizovali hnutie pod názvom Fridays for future – Piatky pre budúcnosť. Štrajky študentov sa konali (a dodnes sa konajú) každý týždeň v piatok rôzne po svete. V septembri 2019 sa uskutočnili viaceré koordinované protesty, do ktorých zapojili viac ako 4 milióny ľudí. Greta vystúpila na konferencii OSN o zmene klímy v roku 2018 a aj na ďalších dôležitých podujatiach a hnutie Fridays for future významne zvýšilo povedomie ľudí o klimatickej kríze a aj tlak na systémové riešenia.

### 1.3 Aká je naozaj situácia s otepľovaním planéty?

Klíma Zeme sa v priebehu histórie menila. Len za posledných 800 000 rokov bolo osem cyklov ľadových dôb a teplejších období, pričom koniec poslednej ľadovej doby pred približne 11 700 rokmi znamenal začiatok modernej klimatickej éry – a ľudskej civilizácie. Väčšina týchto klimatických zmien sa pripisuje veľmi malým zmenám na obežnej dráhe Zeme, ktoré menia množstvo slnečnej energie, ktorú naša planéta dostáva.<sup>15</sup>

### 1.4 Ako vieme, že emisie skleníkových plynov stúpajú?

Na havajskej sopke Mauna Loa je observatórium, kde sa merajú prvky obsiahnuté v atmosfére, ktoré prispievajú ku klimatickým zmenám. V máji 2024 nameralo observatórium atmosferické CO<sub>2</sub> 426.90 ppm (parts per million – počet častíc na 1 milión častíc).

Globálne emisie oxidu uhličitého súvisiace s energetikou vzrástli v **roku 2021 o 6 %** na 36,3 miliardy ton, čo je ich historicky najvyššia úroveň, keďže svetová ekonomika sa výrazne rozbehla po kríze COVID-19 a do veľkej miery sa stále spolieha na uhlie, ktoré poháňa tento rast, podľa analýzy IEA z roku 2022.<sup>16</sup>

V ďalšej správe z roku 2023 sa uvádza, že nárast emisií bol za rok 2022 miernejší. Celosvetové emisie CO<sub>2</sub> súvisiace s energetikou vzrástli v roku 2022 o 0,9 % alebo 321 Mt, čím dosiahli nové maximum viac ako 36,8 Gt. Po dvoch rokoch výnimočných výkyvov vo využívaní energie a emisiách, ktoré boli čiastočne spôsobené pandémieou Covid-19, bol minuloročný rast oveľa pomalší ako v roku 2021, keď sa zvýšil o viac ako 6 %. Emisie zo spaľovania energie sa zvýšili o 423 Mt, zatiaľ čo emisie z priemyselných procesov sa znížili o 102 Mt.<sup>17</sup> Podrobnejšie informácie o klimatickej zmene uvádza aj Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ) na svojej stránke.<sup>18</sup>

### 1.5 Zmena klímy v súčasnosti

Zatiaľ čo sa klíma Zeme počas svojej histórie menila, súčasné otepľovanie prebieha rýchlosťou, akú sme za posledných 10 000 rokov nezaznamenali. Dnes už existuje silný vedecký konsenzus, že Zem sa otepľuje a že toto otepľovanie je spôsobené najmä ľudskou činnosťou.

## CLIMATE CHANGE AND HUMAN ACTIVITY

**Greta Thunberg** is Swedish environmental activist, who rose to public attention by being only 15 years old and calling on world leaders to take immediate action to mitigate climate change.

In August 2018, instead of attending school, she began spending Fridays outside the Swedish parliament to call for stronger action on climate change. Soon, other students joined the school strikes in their communities. Together they organised a movement called Fridays for the Future. Student strikes were (and still are) held every week on Fridays around the world. In September 2019, there were several coordinated protests involving more than 4 million people. Greta spoke at the 2018 UN Climate Change Conference and other major events, and the Fridays for the Future movement has significantly raised people’s awareness of the climate crisis as well as the pressure for systemic solutions.

Earth’s climate has changed throughout history. There have been eight cycles of ice ages and warmer periods in the last 800,000 years alone, with the end of the last ice age around 11,700 years ago marking the beginning of the modern climate era – and human civilization. Most of this climate change is attributed to very small changes in the Earth’s orbit that alter the amount of solar energy our planet receives.<sup>15</sup>

### 1.3 Ako vieme, že emisie skleníkových plynov stúpajú?

The observatory on the Hawaiian volcano Mauna Loa is measuring elements contained in the atmosphere that contribute to climate change. In May 2024, the observatory measured atmospheric CO<sub>2</sub> at 426.90 ppm (parts per million-number of particles per 1 million parts).

Global energy-related carbon dioxide emissions rose 6% to 36.3 billion tonnes in 2021, their highest level ever, as the world economy has rebounded strongly from the COVID-19 crisis and still relies heavily on coal to fuel that growth, according to a 2022 IEA analysis.<sup>16</sup>

Global energy-related CO<sub>2</sub> emissions grew by 0.9 % or 321 Mt in 2022, reaching a new high of over 36.8 Gt. Following two years of exceptional oscillations in energy use and emissions, caused in part by the Covid-19 pandemic, last year’s growth was much slower than 2021’s rebound of more than 6 %. Emissions from energy combustion increased by 423 Mt, while emissions from industrial processes decreased by 102 Mt.<sup>17</sup>

Slovak hydrometeorological institute (SHMÚ) also provides more detailed information on climate change on its website.<sup>18</sup>

### 1.4 Ako vieme, že emisie skleníkových plynov stúpajú?

While Earth’s climate has changed throughout its history, current warming is occurring at a rate not seen in the last 10,000 years. Today there is a strong scientific consensus that the Earth is warming and that this warming is mainly caused by human activity.

<sup>[1]</sup> https://geosci.uchicago.edu/~rtp1/papers/Fourier1827Trans.pdf

<sup>[2]</sup> https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsnr.2020.0031

<sup>[3]</sup> Tyndall, J. (1863). XXVII. On radiation through the earth’s atmosphere. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 25(167), 200–206. https://doi.org/10.1080/14786446308643443

<sup>[4]</sup> Arrhenius, S. (1896). XXXI. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 41(251), 237–276. https://doi.org/10.1080/14786449608620846

<sup>[5]</sup> https://doi.org/10.1002/qj.49706427503

<sup>[6]</sup> https://www.britannica.com/biography/Milutin-Milankovitch

<sup>[7]</sup> https://doi.org/10.1111/j.2153-3490.1956.tb01206.x

<sup>[8]</sup> https://climate.nasa.gov/evidence/

<sup>[9]</sup> https://www.iea.org/news/global-co2-emissions-rebounded-to-their-highest-level-in-history-in-2021

<sup>[10]</sup> https://iea.blob.core.windows.net/assets/3c8fa115-35c4-4474-b237-1b00424c8844/CO2EmissionsIn2022.pdf

<sup>[11]</sup> https://www.shmu.sk/sk/?page=1790

## 1.6 Ako k tomu pristupuje medzinárodné spoločenstvo? How does the international community approach this?

### Medzivládny panel pre zmenu klímy (IPCC)<sup>19</sup>

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) je vedecký orgán poverený úlohou vyhodnocovať riziko zmeny klímy. Panel bol založený v roku 1988 Svetovou meteorologickou organizáciou (WMO) a Programom Spojených národov pre životné prostredie (UNEP). Obe organizácie sú súčasťou OSN. Sídlo má v Ženeve a tvorí ho 195 členských štátov.

IPCC poskytuje objektívne a komplexné vedecké informácie o antropogénnej zmene klímy vrátane prírodných, politických a ekonomických dopadov a rizík a možných možností reakcie. Nevykonáva pôvodný výskum ani nemonitoruje klimatické zmeny, ale pravidelne a systematicky skúma všetku relevantnú publikovanú literatúru a vydáva komplexné hodnotiace správy.

IPCC vyhlásil: „Odkedy sa v 70. rokoch začali systematické vedecké hodnotenia, vplyv ľudskej činnosti na otepľovanie klimatického systému sa vyvinul z teórie na preukázaný fakt.“

Vedecké informácie prevzaté z prírodných zdrojov (ako sú sondy ľadu, skaly a letokruhy stromov) a pomocou moderných zariadení (ako sú satelity a prístroje) vykazujú znaky meniacej sa klímy. Od nárastu globálnej teploty až po tonenie ľadovcov množstvo dôkazov o otepľovaní planéty pribúda.

V porovnaní s rokmi 1880 – 1920 sa priemerná teplota na Zemi zvýšila o 1,42 stupňa Celzia (máj 2024). Očakáva sa, že globálna priemerná teplota dosiahne alebo prekročí 1,5° C (asi 3 stupne F) v priebehu niekoľkých nasledujúcich rokov. Tieto zmeny ovplyvnia všetky oblasti Zeme.<sup>20</sup>

Závažnosť účinkov spôsobených zmenou klímy bude závisieť od budúcich ľudských aktivít. Viac emisií skleníkových plynov povedie k väčším klimatickým extrémom a rozsiahlym škodlivým dopadom na celej našej planéte. Tieto budúce škody však závisia od celkového množstva oxidu uhličitého, ktoré vypúšťame. Ak teda dokážeme znížiť emisie, možno sa vyhneme niektorým z najhorších dopadov.<sup>21</sup>

### Rámcový dohovor OSN o zmene klímy<sup>22</sup>

Rámcový dohovor OSN o zmene klímy (UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change) je orgánom OSN, ktorého úlohou je podporovať globálnu reakciu na hrozbu zmeny klímy.

### COP – Conference of Parties

Konferencia zmluvných strán je najvyšším riadiacim orgánom medzinárodného dohovoru UNFCCC. Je zložená zo zástupcov členských štátov dohovoru a akreditovaných pozorovateľov. COP zasadá každý rok, pokiaľ sa strany nerozhodnú inak. Prvé zasadnutie COP sa konalo v Berlíne v marci 1995.

Kľúčovou úlohou COP je preskúmať národné oznámenia a inventáre emisií predložené zmluvnými stranami. Na základe týchto informácií COP hodnotí účinky opatrení prijatých zmluvnými stranami a pokrok dosiahnutý pri dosahovaní konečného cieľa dohovoru.

Súčasťou je **Kjótsky protokol**, ktorý je medzinárodnou zmluvou, zaväzuje zmluvné štáty znižovať emisie skleníkových plynov na základe vedeckého konsenzu, že dochádza ku globálnemu otepľovaniu a že ho spôsobujú emisie CO<sub>2</sub> spôsobené ľudskou činnosťou. Kjótsky protokol bol prijatý v Kjóte v Japonsku 11. decembra 1997 a nadobudol platnosť 16. februára 2005.

### Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)<sup>19</sup>

IPCC is a scientific body tasked with assessing the risk of climate change. The Panel was established in 1988 by the World Meteorological Organisation (WMO) and the United Nations Environment Programme (UNEP). Both organisations are part of the United Nations.

The IPCC provides objective and comprehensive scientific information on anthropogenic climate change, including natural, political and economic impacts and risks and possible response options. It does not conduct original research or monitor climate change, but regularly and systematically reviews all relevant published literature.

The IPCC stated: “Since systematic scientific assessments began in the 1970s, the influence of human activity on the warming climate system has evolved from theory to established fact.”

Scientific information taken from natural sources (such as probes of ice, rocks, and tree rings) and using modern equipment (such as satellites and instruments) shows signs of a changing climate. From rising global temperatures to melting glaciers, the evidence for a warming planet is mounting.

According to the site CO2.earth, the climate temperature has increased by 1.42° Celsius (May 2024) compared to 1880 – 1920. The global average temperature is expected to reach or exceed 1.5° C (about 3 degrees F) during the next few years. These changes will affect all areas of the Earth.<sup>20</sup>

The severity of the effects caused by climate change will depend on the path of future human activities. More greenhouse gas emissions will lead to greater climate extremes and widespread harmful effects across our planet. However, these future effects depend on the total amount of carbon dioxide we emit. So if we can reduce emissions, we may avoid some of the worst effects.<sup>21</sup>

### UN Climate Change

The UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) is the United Nations entity tasked with supporting the global response to the threat of climate change.

### COP – Conference of Parties<sup>22</sup>

The Conference of the Parties is the highest governing body of the international convention. It is composed of representatives of member states of the convention and accredited observers.

The COP meets every year, unless the Parties decide otherwise. The first meeting of the COP was held in Berlin, Germany in March 1995.

A key role of the COP is to review national notifications and emissions inventories submitted by Parties. Based on this information, the COP evaluates the effects of the measures taken by the Parties and the progress made in achieving the ultimate goal of the Convention.

Part of it is the Kyoto Protocol, which is an international treaty that obliges contracting states to reduce greenhouse gas emissions based on the scientific consensus that global warming is occurring and that it is caused by CO<sub>2</sub> emissions caused by human activity. The Kyoto Protocol was adopted in Kyoto, Japan on 11 December 1997 and entered into force on 16 February 2005.

Výsledkom rokovaní na COP20 v Paríži v roku 2015 bolo prijatie **Parížskej dohody**, čo je medzinárodná zmluva o zmene klímy. Dlhodobým cieľom Parížskej dohody je udržať nárast priemernej globálnej teploty výrazne pod 2 °C nad predindustriálnou úrovňou a pokiaľ možno obmedziť zvýšenie nad 1,5 °C.

Emisie skleníkových plynov by sa mali čo najskôr znížiť a do polovice 21. storočia by mali dosiahnuť nulu. Ak sa má udržať globálne oteplenie pod 1,5 °C, je nutné znížiť emisie do roku **2030 približne o 50 %**.

## 1.7 Európska únia – leader v boji s klimatickou zmenou The European Union – a leader in the fight against climate change

### Ciele EÚ do roku 2030

Európska komisia prijala súbor návrhov na prispôsobenie politik EÚ v oblasti klímy, energetiky, dopravy a zdaňovania na zníženie emisií skleníkových plynov do roku 2030 aspoň o 55 % v porovnaní s úrovňami z roku 1990.

**Európska zelená dohoda** (European Green Deal)<sup>23</sup> predstavuje plán Európskej komisie na ekologickú transformáciu hospodárstva Európskej únie v záujme udržateľnej budúcnosti. Celý svet vrátane Európy sa bude musieť vysporiadať s čoraz častejšími a náročnejšími výzvami v oblasti životného prostredia a zmeny klímy. Práve Európska zelená dohoda by mala predstavovať nástroj ako čeliť daným výzvam a premeniť ich na príležitosti.<sup>24,25</sup>

Všetkých 27 členských štátov EÚ sa zaviazalo zmeniť EÚ do roku 2050 na prvý klimaticky neutrálny kontinent. Aby tento cieľ dosiahli, zaviazali sa znížiť emisie do roku 2030 aspoň o 55 % v porovnaní s úrovňami z roku 1990.

Takýto postup pomôže vytvárať nové príležitosti pre inovácie a investície, pracovné miesta, ako aj:

- znížiť emisie z dopravy,
- vytvárať pracovné miesta,
- riešiť energetickú chudobu,
- znížiť energetickú závislosť na dodávkach energií mimo EÚ,
- zlepšiť zdravie a pohodu obyvateľov členských štátov EÚ.

### Udržateľná doprava pre všetkých:

- 55% zníženie emisií z áut do roku 2030,
- 50% zníženie emisií z nákladných áut do roku 2030,
- 0 % emisií z nových áut po roku 2035.

### Tretia priemyselná revolúcia – ciele do 2030

- 35 miliónov obnovených budov,
- 160 000 vytvorených zelených pracovných miest v stavebníctve.

### Energetické systémy – zvyšovanie podielu obnoviteľnej energie

- 40 % podiel obnoviteľnej energie do roku 2030.

### Obnova budov – zelenší životný štýl

Vhodnou obnovou našich budov a obydľí ušetríme energiu, ochránime sa pred extrémnym teplom alebo chladom a vyriešime energetickú chudobu. Komisia navrhuje:

- aby členské štáty ročne renovovali aspoň 3 % celkovej podlahovej plochy všetkých verejných budov,
- stanoviť referenčnú hodnotu 49 % obnoviteľných zdrojov energie v budovách do roku 2030,
- aby členské štáty do roku 2030 každoročne zvyšovali využívanie obnoviteľnej energie pri vykurovaní a chladení o +1,1 percentuálneho bodu.

Negotiations at COP20 in Paris in 2015 resulted in the adoption of the **Paris Agreement**, an international treaty on climate change. The long-term goal of the Paris Agreement is to keep the increase in global average temperature well below 2 °C above pre-industrial levels and, as far as possible, to limit the increase to above 1.5 °C.

Emissions should be reduced as soon as possible and should reach zero by the middle of the 21st century. If we want to stay below 1.5°C of global warming, emissions must be reduced by around **50% by 2030**.

### EU 2030 goals

The European Commission has adopted a set of proposals to adapt EU policies in the fields of climate, energy, transport and taxation to reduce greenhouse gas emissions by at least 55 % by 2030 compared to 1990 levels.

**The European Green Deal**<sup>23</sup> represents the European Commission’s plan for the ecological transformation of the European Union’s economy and creating a sustainable future. The whole world, including Europe, will have to deal with increasingly frequent and difficult challenges in the field of environment and climate change. It is the European Green Deal that should represent a tool for facing the given challenges and turning them into opportunities.<sup>24,25</sup>

All 27 EU member states are committed to make the EU into the first climate-neutral continent by 2050. To get there, they have committed to reducing emissions by at least 55 % by 2030 compared to 1990 levels.

Such a procedure will help create new opportunities for innovation and investment, jobs, as well as:

- reduce emissions in transport,
- create jobs,
- solve energy poverty,
- reduce energy dependence on energy supplies outside the EU,
- improve the health and well-being of the residents of the EU member states.

### Sustainable transport for all:

- 55% reduction in car emissions by 2030,
- 50% reduction in truck emissions by 2030,
- 0% emissions from new cars after 2035.

### The third industrial revolution – goals until 2030

- 35 million restored buildings,
- 160,000 green jobs created in the construction industry.

### Energy systems – increasing the share of renewable energy

- 40 % share of renewable energy by 2030.

### Building renovation – a greener lifestyle

By renovating our buildings and homes properly, we will save energy, protect ourselves from extreme heat or cold and tackle energy poverty. The Commission proposes:

- Member States to renovate at least 3 % of the total floor area of all public buildings each year,
- set a benchmark of 49 % renewable energy in buildings by 2030,
- Member States to increase the use of renewable energy in heating and cooling by +1.1 percentage point each year by 2030.

<sup>19</sup> <https://www.ipcc.ch/>

<sup>20</sup> <https://co2.earth/>

<sup>21</sup> <https://climate.nasa.gov/effects/>

<sup>22</sup> <https://unfccc.int/process-and-meetings/what-are-united-nations-climate-change-conferences>

<sup>23</sup> [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_en)

<sup>24</sup> [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)

<sup>25</sup> <https://www.minzp.sk/klima/eurupska-zelena-dohoda/>

### Starostlivosť o prírodu pre ochranu planéty a nášho zdravia

Obnova prírody a zvyšovanie biodiverzity ponúka rýchle a dostupné riešenie na absorbovanie a ukladanie uhlíka.

Komisia preto navrhuje obnoviť európske lesy, pôdy, mokrade a rašeliniská. Tým sa zvýši absorpcia CO<sub>2</sub> a naše životné prostredie bude odolnejšie voči klimatickým zmenám.

Nové ciele pre prirodzené odstraňovanie uhlíka: 310 Mt (megaton).

Bioenergia (energia pochádzajúca z biomasy vrátane biopáliv) prispieva k postupnému vyradovaniu fosílnych palív a dekarbonizácii hospodárstva EÚ. Musí sa však využívať trvalo udržateľným spôsobom. Komisia navrhuje nové prísne kritériá, aby sa zabránilo neudržateľnej ťažbe lesov a chránili sa oblasti s vysokou hodnotou biodiverzity.<sup>26</sup>

## 1.8 Prečo hovoríme o dekarbonizácii, čo to znamená pre budovy – štvrte – mestá?

Why do we talk about decarbonization, what does it mean for buildings – neighborhoods – cities?

### Čo je to dekarbonizácia

Dekarbonizácia je skratka pre hľadanie alternatívnych spôsobov života a práce, ktoré znižujú emisie skleníkových plynov a zachytávajú a ukladajú uhlík do pôdy a vegetácie. Vyžaduje si radikálnu zmenu nášho súčasného hospodárskeho modelu, ktorý sa zameriava na rast za každú cenu. Musíme zmeniť spôsob výroby energie a rôzne zdroje energie, ktoré používame, spôsob výstavby a pohybu a spôsob hospodárenia s pôdnymi zdrojmi. Či už spaľujeme fosílna palivá priamo, alebo kupujeme výrobky náročné na emisie oxidu uhličitého, musíme drasticky znížiť svoju spotrebu alebo prejsť na nízkoemisné technológie a obnoviteľné alternatívy.<sup>27</sup>

Keď hovoríme o znižovaní produkcie emisií skleníkových plynov, hovoríme o tzv. mitigačných opatreniach. **Mitigačné opatrenia** v budovách zabezpečia, aby budovy produkovali menej emisií z prevádzky, ako je vykurovanie, chladenie, príprava TUV, vetranie. Pri výstavbe a obnove je dôležité taktiež uprednostňovať stavebné materiály, ktoré majú nízke nároky na spotrebu energie v celom svojom životnom cykle, čiže s nízkou produkciou emisií CO<sub>2</sub>.

## 1.9 Situácia na Slovensku

### Situation in Slovakia

#### Znižovanie čerpania energetických zdrojov v budovách

Projektantov či užívateľov stavieb v prvom rade zaujíma energia spotrebovaná v budove, avšak z environmentálneho aj celospoločenského hľadiska je dôležité obmedzovať čerpanie energetických zdrojov. V súčasnosti je v legislatíve zavedený pojem „primárna energia“ – rozumieme tým celkovú energiu odobratú z prírodného zdroja (napr. nespracovaných fosílnych palív či iných energií vstupujúcich do systému), vrátane energie použitej na prenos a zmenu formy energie dodanej do budovy. Väčšiu energiu získavame zatiaľ z neobnoviteľných zdrojov, často s nízkou účinnosťou a veľmi negatívnym dopadom na životné prostredie, preto znižovanie spotreby primárnej energie je jednou z hlavných priorít. Pre posudzovanie energetickej hospodárnosti dnes využívame „globálny ukazovateľ primárna energia“<sup>28</sup>.

Od januára 2021 musia všetky novostavby splniť podmienku „takmer nulovej potreby energie“. Prísnejšie požiadavky na budovy začala európska legislatíva klásť po roku 2010, kedy vydala smernicu o energetickej hospodárnosti budov<sup>29</sup>. Na Slovensku sme požiadavky na budovy v legislatíve postupne sprísňovali; smernica o energetickej hospodárnosti budov bola prijatá v roku 2012 a následne niekoľkokrát revidovaná.

### Caring for nature to protect the planet and our health

Restoring nature and increasing biodiversity offers a quick and affordable solution to absorbing and storing carbon.

The Commission therefore proposes to restore Europe’s forests, soils, wetlands and peatlands. This will increase CO<sub>2</sub> absorption and make our environment more resilient to climate change.

New targets for natural carbon removal: 310 Mt ( megatonnes).

Bioenergy (energy from biomass, including biofuels) contributes to phasing out fossil fuels and decarbonising the EU economy. However, it must be used sustainably. The Commission is proposing strict new criteria to avoid unsustainable logging and to protect areas of high biodiversity value.<sup>26</sup>

### What is decarbonisation

Decarbonization is shorthand for finding alternative ways of living and working that reduce greenhouse gas emissions and capture and store carbon in our soil and vegetation. It requires a radical change in our current economic model which is focused on growth at all costs. We must transform how energy is generated and different sources of energy we use, how we build and move around, and how land resources are managed. Whether we burn fossil fuels directly or purchase carbon-intensive products, we must drastically reduce our consumption or switch to low emission technologies and renewable alternatives.<sup>27</sup>

When we talk about reducing the production of GHG emissions, we are talking about **mitigation measures**. Mitigation measures in buildings ensure that they produce less emissions from operations such as heating, cooling, DHW preparation, ventilation. Materials are also important during construction and renovation, building materials with low requirements for energy consumption during their life cycle, i.e. with low CO<sub>2</sub> production, should be preferred.

### Reducing the use of energy resources in buildings

Designers or building users are primarily interested in the energy consumed in the building, but from an environmental and social point of view, it is important to limit the use of energy resources. The term “primary energy” is currently introduced in the legislation – we mean the total energy taken from a natural source (e.g. unprocessed fossil fuels or other energies entering the system), including the energy used to transfer and change the form of energy supplied to the building. Most of our energy is still obtained from non-renewable sources, often with low efficiency and a very negative impact on the environment, therefore reducing the consumption of primary energy is one of the main priorities. To assess energy efficiency we use the “global primary energy indicator”.<sup>28</sup>

From January 2021, all new buildings must meet the condition of “almost zero energy demand”. European legislation began to impose stricter requirements on buildings after 2010, when it issued the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD).<sup>29</sup> In Slovakia, we gradually tightened the requirements for buildings in the legislation. The directive on the energy efficiency of buildings was adopted in 2012 and subsequently revised several times.

Budovy s takmer nulovou potrebou energie vychádzajú z princípov pasívnych budov, vyznačujú sa veľmi nízkou spotrebou energie na zabezpečenie tepelnej pohody i na celú prevádzku.

### Prepracovaná Smernica európskeho parlamentu a rady (EÚ) 2024/1275 z o energetickej hospodárnosti budov<sup>30</sup>

Na zvýšenie energetickej hospodárnosti budov vytvorila EÚ legislatívny rámec, ktorý zahŕňa revidovanú smernicu o energetickej hospodárnosti budov (EU/2024/1275) a revidovanú smernicu o energetickej efektívnosti (EU/2023/1791). Tieto smernice spoločne podporujú politiky, ktoré pomôžu:

- dosiahnuť do roku 2050 vysoko energeticky efektívny a dekarbonizovaný fond budov
- vytvoria stabilné prostredie pre investičné rozhodnutia
- umožnia spotrebiteľom a podnikom robiť informovanejšie rozhodnutia s cieľom šetriť energiu a peniaze

Dňa 24. apríla 2024 vyšlo nové prepracované znenie Smernice európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2024/1275 o energetickej hospodárnosti budov. Smernica pomáha zvýšiť mieru obnovy v EÚ, najmä v prípade najhorších budov v každej krajine. Podporuje tiež lepšiu kvalitu ovzdušia, digitalizáciu energetických systémov budov a zavádzanie infraštruktúry pre udržateľnú mobilitu.

## 1.10 Stratégie Slovenskej republiky Strategies of the Slovak Republic

Nízkouhlíková stratégia rozvoja Slovenskej republiky do roku 2030 s výhľadom do roku 2050: Cieľom stratégie je načrtnúť možnosti pre ucelený dlhodobý strategický výhľad prechodu na nízkouhlíkové hospodárstvo, ktoré bude zavŕšené dosiahnutím klimatickej neutrality v roku 2050. Stratégia identifikuje kľúčové politiky a opatrenia, ktoré povedú k splneniu hlavného cieľa Parížskej dohody.<sup>31</sup>

Integrovaný národný energetický a klimatický plán na roky 2021 – 2030: Plán je vypracovaný v zmysle čl. 9 nariadenia EP a Rady (EÚ) č. 2018/1999 o riadení EÚ a opatrení v oblasti klímy. Týmto plánom sa aktualizuje platná energetická politika z roku 2014. Okrem základných pôvodných štyroch pilierov, o ktoré sa opierala energetická politika (energetická bezpečnosť, energetická efektívnosť, konkurencieschopnosť a udržateľnosť energetiky) sa plánom rozširuje aj o rozmer dekarbonizácie.<sup>32</sup>

V roku 2022 začalo Ministerstvo životného prostredia SR v súlade s Programovým vyhlásením vlády a Nízkouhlíkovou stratégiou rozvoja Slovenska republiky pripravovať prvý národný zákon o zmene klímy. MŽP SR sa tak prihlásilo k ambicióznejšej klimatickej politike zo strany Európskej únie a snaží sa ju v maximálnej možnej miere transponovať do slovenskej reality napr. aj prostredníctvom návrhu zákona o zmene klímy. Po parlamentných voľbách v roku 2023 však bola príprava klimatického zákona pozastavená.<sup>33</sup>

“Nearly-zero energy buildings” are based on the principles of passive buildings, characterized by very low energy consumption to ensure thermal comfort and for the entire operation.

### Revised version of the European parliament and council directive (EU) 2024/1275 on the energy performance of buildings<sup>30</sup>

To boost the energy performance of buildings, the EU has established a legislative framework that includes the revised Energy Performance of Buildings Directive (EU/2024/1275) and the revised Energy Efficiency Directive (EU/2023/1791). Together, the directives promote policies that will help:

- achieve a highly energy efficient and decarbonised building stock by 2050
- create a stable environment for investment decisions
- enable consumers and businesses to make more informed choices to save energy and money.

On 24 April 2024, a new revised version of the European parliament and council directive (EU) 2024/1275 on the energy performance of buildings was published. The directive helps increase the rate of renovation in the EU, particularly for the worst-performing buildings in each country. It also supports better air quality, the digitalisation of energy systems for buildings and the roll-out of infrastructure for sustainable mobility.

Low Carbon Development Strategy of the Slovak Republic until 2030 with a view to 2050: the aim of the strategy is to outline options for a comprehensive long-term strategic outlook for the transition to a low-carbon economy, culminating in the achievement of climate neutrality in 2050. The Strategy identifies key policies and actions that will lead to the achievement of the headline target of the Paris Agreement.<sup>31</sup>

Integrated National Energy and Climate Plan 2021-2030: The plan is developed in accordance with Article 9 of Regulation (EU) No 2018/1999 of the European Parliament and of the Council on EU governance and climate action. This plan updates the existing energy policy of 2014. In addition to the basic original four pillars underpinning the energy policy (energy security, energy efficiency, competitiveness and energy sustainability), the plan also expands the plan to include a decarbonisation dimension.<sup>32</sup>

In 2022, the Ministry of the Environment of the Slovak Republic started to prepare the first national law on climate change in accordance with the Programme Declaration of the Government and the Low Carbon Development Strategy of the Slovak Republic. The Ministry of the Environment of the Slovak Republic has thus signed up to the ambitious climate policy of the European Union and is trying to transpose it as far as possible into Slovak reality, e.g. by means of the draft law on climate change. However, after the parliamentary elections in 2023, the preparation of the climate law was suspended.<sup>33</sup>

26 [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en)

27 <https://unfccc.int/news/decarbonization-cannot-wait>

28 Vyhláška MDVRR SR č. 364/2012, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z.

29 Energy performance of buildings directive – EPBD

30 [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en)

31 <https://www.minzp.sk/files/oblasti/politika-zmeny-klimy/ets/lts-sk-eng.pdf>

32 <https://www.mhshr.sk/uploads/files/zsrwR58V.pdf>

33 <https://www.minzp.sk/klima/zakon-zmene-klimy/>



**Adaptácia na zmenu klímy**

Dôsledky zmeny klímy majú v rôznych regiónoch rôznu frekvenciu a intenzitu prejavu. Riešením, ktoré by malo v konečnom dôsledku zabrániť, alebo aspoň minimalizovať riziká a negatívne dôsledky zmeny klímy, je vhodná kombinácia opatrení zameraných na znižovanie emisií skleníkových plynov (mitigácia) a adaptačných opatrení.

Adaptačné opatrenia predstavujú súbor možností ako sa prírodné a sociálno-ekonomické systémy môžu prispôsobiť prebiehajúcej alebo očakávanej zmene klímy, s cieľom znižovať možné negatívne dôsledky a naopak využívať pozitívne dôsledky zmeny klímy.<sup>34</sup>

### 1.11 Legislatíva Slovenskej republiky – implementácia smerníc EÚ v oblasti energetickej hospodárnosti Legislation of the Slovak Republic – implementation of EU directives in the field of energy efficiency

**Právne predpisy**

- Zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov v znení neskorších predpisov,
- Vyhláška MDVRR SR č. 364/2012 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov
- Zákon č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti

**Technické predpisy**

- STN 73 0540-2: 2012/Z1-2016 Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 2: Funkčné požiadavky
- STN 73 0540-3:2012 Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov,
- Súvisiace STN EN a ISO normy odkaz vo Vyhl. 364/2012 Z.z.

#### Legislatíva Slovenskej republiky – implementácia smerníc EÚ v oblasti energetických spoločenstiev a komunít vyrábajúcich energiu z obnoviteľných zdrojov energie:

- Zákon č. 256/2022 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 251/2012 Z. z. o energetike; Zákon č. 363/2022 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 309/2009 o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby;
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady Európskej únie č. 2019/944 z 5. júna 2019 o spoločných pravidlách pre vnútorný trh s elektrinou a o zmene smernice 2012/27/EÚ;
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady Európskej únie č. 2018/2001 z 11. decembra 2018 o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov.

**Adaptation to climate change**

The consequences of climate change have different frequency and intensity in different regions. The solution that should ultimately prevent, or at least minimize the risks and negative consequences of climate change, is a suitable combination of measures aimed at reducing greenhouse gas emissions (mitigation) and adaptation measures.

Adaptation measures represent a set of options for how natural and socio-economic systems can adapt to ongoing or expected climate change, with the aim of reducing possible negative consequences and, on the contrary, using the positive consequences of climate change.<sup>34</sup>

**Legislation**

- Law no. 555/2005 Coll. on the energy efficiency of buildings, as amended,
- Decree MDVRR SR no. 364/2012 Coll., which implements Act No. 555/2005 Coll. on the energy efficiency of buildings
- Law no. 321/2014 Coll. about energy efficiency

**Technical regulations**

- STN 73 0540-2: 2012/Z1-2016 Thermal protection of buildings. Thermal technical properties of construction structures and buildings. Part 2: Functional requirements
- STN 73 0540-3:2012 Thermal protection of buildings. Thermal technical properties of construction structures and buildings. Part 3: Properties of the environment and construction products,
- Related STN EN and ISO standards link in Decree 364/2012 Coll.

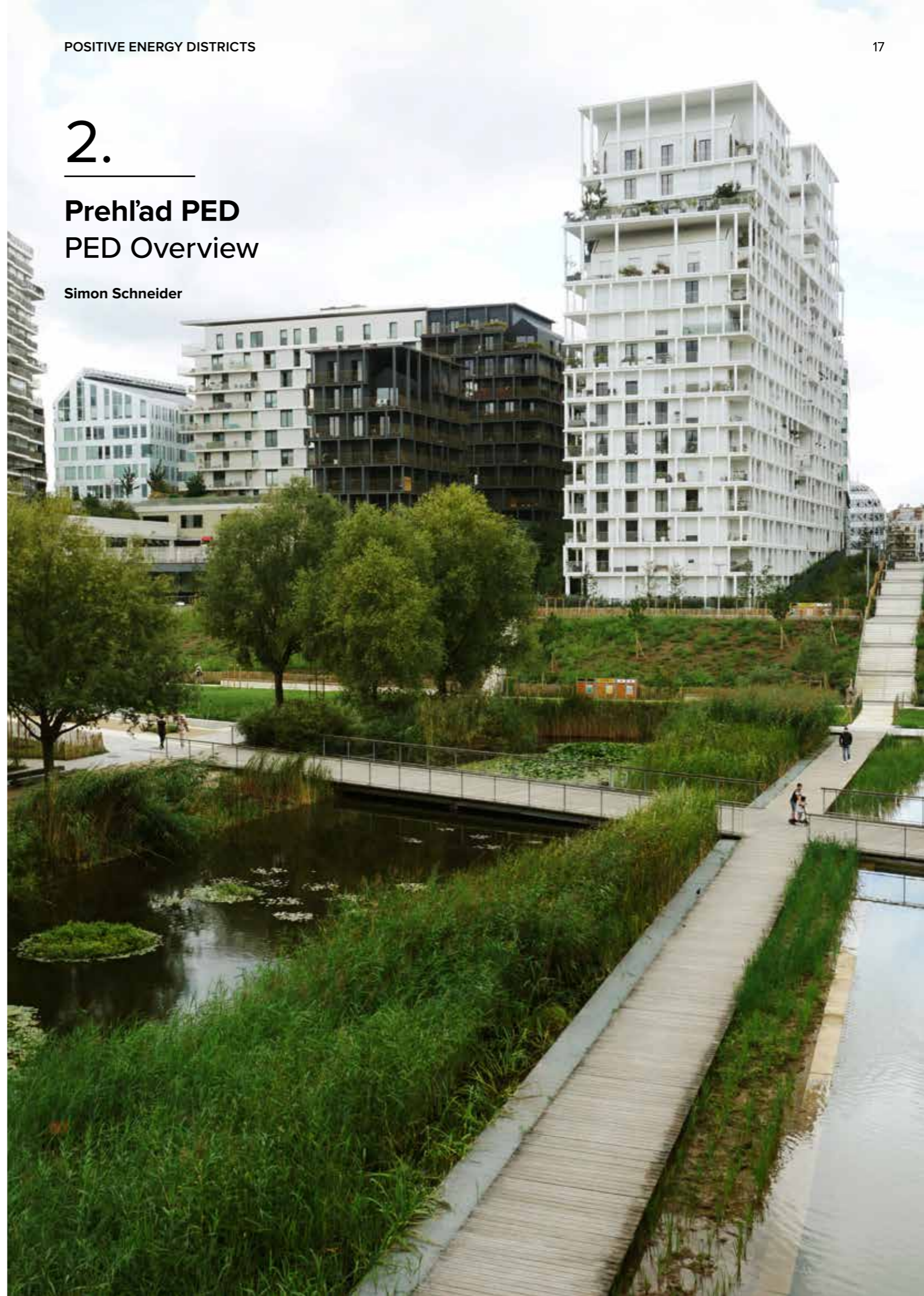
#### Legislation of the Slovak Republic – implementation of EU directives in the field of energy communities and communities producing energy from renewable energy sources:

- Law no. 256/2022 Coll., amending Act no. 251/2012 Coll. on energy; Act no. 363/2022 Coll., which amends Act no. 309/2009 on the support of renewable energy sources and highly efficient combined production;
- Directive of the European Parliament and the Council of the European Union no. 2019/944 of June 5, 2019 on common rules for the internal electricity market and amending Directive 2012/27/EU;
- Directive of the European Parliament and the Council of the European Union no. 2018/2001 of December 11, 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources.

## 2.

## Prehľad PED PED Overview

Simon Schneider



34 <https://www.minzp.sk/klima/adaptacia-zmenu-klimy/>



Cieľ zníženia emisií skleníkových plynov stanovený v klimatickom pláne do roku 2050, ktorý EÚ sformulovala v roku 2011, a Parížska dohoda z roku 2015 musia byť považované za jednu z najdôležitejších úloh súčasnej spoločnosti. Cieľom je znížiť do roku 2050 emisie skleníkových plynov o 80 až 95 % v porovnaní s úrovňami z roku 1990, a to pri súčasnom raste prosperity a hospodárstva, ako i zachovaní spoľahlivých dodávok energie. Len takýto prístup ku zníženiu emisií skleníkových plynov dokáže obmedziť ďalšie globálne otepľovanie na dva stupne, ktoré vedci považujú za maximum pred tým, ako nastanú nezvratné a nekontrolovateľné extrémne klimatické zmeny. Všeobecnou odpoveďou na túto výzvu je šetrenie energiou a prechod na uhlíkovu neutrálne obnoviteľné zdroje energie.

Energeticky plusové štvrte sú koncepty, ktoré túto problematiku posúvajú o krok ďalej a spájajú výzvy a plánovanie na úrovni budov a miest.

“Energeticky plusové štvrte (Positive Energy Districts – PED) sú energeticky efektívne a energeticky flexibilné mestské oblasti, ktoré produkujú čisté nulové emisie skleníkových plynov a aktívne riadia ročnú miestnu alebo regionálnu nadprodukciiu energie z obnoviteľných zdrojov. Vyžadujú si integráciu rôznych systémov a infraštruktúr a interakciu medzi budovami, užívateľmi a regionálnymi systémami energetiky, mobility a ICT systému (informačné a komunikačné technológie), pričom optimalizujú obyvateľnosť mestského prostredia v súlade so sociálnou, ekonomickou a environmentálnou udržateľnosťou.”<sup>35</sup>

Energeticky plusové štvrte sú stredobodom mnohých aktivít súvisiacich s energetickou transformáciou miest a obcí, pretože vďaka svojej transdisciplinárnej povahe ponúkajú súbor jedinečných výhod a príležitostí, zahŕňajú širokú škálu tém a cieľov. Predpokladá sa, že energeticky plusové štvrte sa stanú základným kameňom strategického Energetického a technologického plánu pre klimaticky neutrálnu Európu do roku 2050 (SETPlan).<sup>36</sup>

Hoci bol prvý projekt PED zaznamenaný v roku 1970, väčšina projektov sa začala realizovať až v roku 2014. Pokiaľ ide o PED s kladnou energetickou bilanciou, väčšina projektov uvažuje s časovým rámcom prevádzky v rámci roka. Pokiaľ ide o veľkosť, v súčasnosti je takmer tretina projektov menšia ako 2 km<sup>2</sup> a výrazne väčších je len pár projektov. Veľkosť štvrte má vplyv aj na vhodné mechanizmy financovania a inovatívne riešenia v rámci obstarávania. Napr. súkromné investície v spojení s regionálnymi/národnými grantovými schémami sú bežne používaným finančným modelom, ktorý reflektuje aj aktívnu účasť súkromného sektora. Obytné, komerčné a kancelárske/sociálne budovy sú väčšinou zapojené do inštalácie systémov obnoviteľných zdrojov energie, ktoré zahŕňajú solárnu energiu, diaľkové vykurovanie/chladenie, veternú a geotermálnu energiu. Solárne technológie ukazujú dominanciu. Podstatné výzvy a prekážky pre projekty PED sú rôzne v priebehu fázy plánovania až po fázu realizácie<sup>37</sup>.

## 2.1 Čo je cieľom PED? Čo sa má dosiahnuť pomocou PED?

What is the goal of PEDs? What is to be achieved with PEDs?

PED sa považujú za **riešenie dekarbonizácie miest, pomáhajú vyrovnávať sieť, ako aj zlepšovať kvalitu života** obyvateľov a užívateľov<sup>38</sup>. Európska komisia uvádza, že ambíciou PED je „ísť oveľa ďalej, ako sa už požaduje v smernici o energetickej hospodárnosti budov“.

The GHG reduction target of the 2050 climate roadmap formulated by the EU in 2011 and the Paris Agreement in 2015 must be seen as one of the most important tasks of society today. It aims to reduce greenhouse gas emissions by 80 to 95% compared to 1990 levels by 2050, while continuing to grow prosperity and the economy and maintaining a reliable energy supply. Only this GHG reduction path would limit further global warming to two degrees, which scientists see as the maximum before irreversible and uncontrollable extreme climatic changes occur. Energy conservation and the switch to carbon-neutral renewable energy sources are the general answer to this challenge. Positive Energy Districts are concepts to elevate this one step further, bridging building and city level challenges and planning:

“Positive Energy Districts are energy-efficient and energy-flexible urban areas which produce net zero greenhouse gas emissions and actively manage an annual local or regional surplus production of renewable energy. They require integration of different systems and infrastructures and interaction between buildings, the users and the regional energy, mobility, and ICT systems, while optimizing the livability of the urban environment in line with social, economic, and environmental sustainability.”<sup>35</sup>

Positive Energy districts are the focus of many activities surrounding the energy transition of cities and municipalities, as they offer a set of unique advantages and opportunities due to their transdisciplinary nature. They promise to incorporate a wide range of topics and goals. Positive Energy Districts are believed to be a cornerstone of the strategic Energy and Technology Plan for a climate neutral Europe 2050 (SETPlan)<sup>36</sup>

Although the first PED project was recorded in 1970, most projects started not earlier than 2014. When it comes to being a PED with a positive energy balance, most PED related projects adopt an annual time scale of a typical operational year. In terms of size, nearly a third of projects are smaller than two square-kilometers and only a limited number of projects is significantly larger. District size also inform appropriate financing mechanisms and innovative procurement solutions, that are required to support differently sized actions: E.g., private investment in conjunction with regional/national grants is a commonly used financial model which reflects active involvement from the private sector. Residential, commercial and office/social buildings are mostly involved in the installation of renewable energy systems, which includes solar energy, district heating/cooling, wind and geothermal energy. Solar technologies show dominance. Substantial challenges and barriers for PED related projects vary from planning stage to implementation stage<sup>37</sup>.

Ultimately, PEDs are considered as a **solution to decarbonize cities, help to balance the grid, as well as improving the quality of life** of inhabitants and users<sup>38</sup>. The European Commission states that the ambition of PEDs is to “go well beyond what is already requested in the Energy Performance of Buildings Directive”.

Ich cieľom je spojiť ciele a nástroje z viacerých oblastí, aby sa dosiahla vysoká kvalita života s efektívnym využívaním priestoru a zdrojov, vznikla udržateľná a odolná prevádzka. PED môžu flexibilne spolupracovať s okolitým energetickým systémom, pričom v čase prebytku obnoviteľných zdrojov energie môžu využívať viac energie a v čase jej nedostatku menej.

Dosahujú to pomocou inteligentných systémov riadenia budov a zohľadnením správania a potrieb užívateľov a obyvateľov, ich aktívnym zapojením do plánovania a rozvoja štvrtí.

Akýkoľvek systém vydrží len vtedy, ak ho budú podporovať užívatelia a obyvatelia. To znamená, že je kľúčové aktívne zapojenie a umožnenie ich účasti tam, kde je to možné. Môže to byť prostredníctvom prieskumov, spolurozhodovania o kľúčových otázkach, organizovania podujatí na formovanie a rozvoj identity priestoru a pod. Hoci koncepcia PED najprv vznikla na základe technologického úsilia o stále efektívnejšie budovy, čo je v mnohých ohľadoch logickým pokračovaním úsilia o dosiahnutie štandardu budov s nulovou potrebou energie, **práve tento aspekt postavenia obyvateľov do centra pozornosti odlišuje PED od zastaraného „technokratického“ prístupu k zastavanému prostrediu**. Na mix ambiciózných energetických a emisných cieľov, ktoré umožňujú technológie v ich sociálnom kontexte, reagujú aj odborníci z praxe pri otázke, čím je koncepcia PED prínosná.

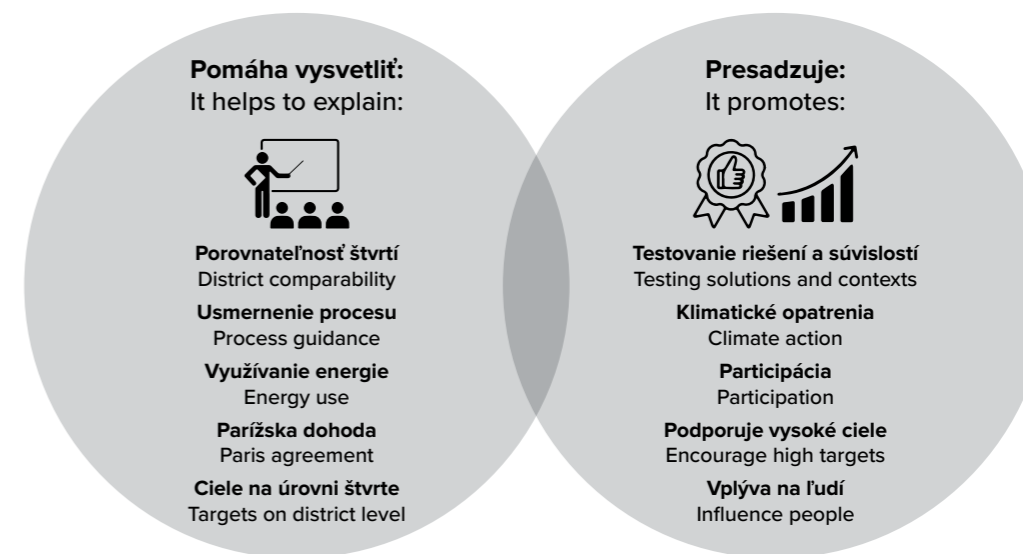
They aim to bring together goals and tools from several disciplines to achieve high quality of life with efficient space and resource use and allow sustainable and resilient operation and use. They can interact with the surrounding energy system in a flexible manner, using more energy when there is an excess of renewables, and using less in times of deficit.

They achieve this with smart building control systems and considering the users and inhabitants' behaviors and needs, actively including them in the planning and development of the districts.

They realize that any system is only going to last if the users and inhabitants support it. This means that actively including and letting them participate where possible is key: This can be via surveys, co-determination of key issues, organizing events to shape and develop the identity of the space and so on. Even though the PED concept first originated from the technological push for ever more efficient buildings, a continuation of the push towards Net Zero Energy Buildings (NZEB), **it is this aspect of putting the inhabitants in the center that distinguishes the PED from an outdated “technocratic” approach to the built environment**. This mix of high energy and emission ambitions enabled by technology in its societal context is also reflected by practitioners in the field, when asked what makes the PED concept useful:

**Koncept Energeticky plusových štvrtí je užitočný pretože:**

PED concept is useful because:



**Obrázok 1** Výsledky európskeho projektu PED vrátane demonštračných miest vo Viedni, Štokholme a Bruseli, ktoré poukazujú na silné stránky koncepcie PED z pohľadu expertov v danej oblasti<sup>39</sup>

**Figure 1** Results from a European PED project including demo sites in Vienna, Stockholm and Brussels highlighting the strengths of the PED concept from the perspective of domain experts<sup>39</sup>

Energetické požiadavky a z nich vyplývajúce emisie sú však tvrdé fakty, ktoré zásadným spôsobom formujú našu spoločnosť a ktoré je potrebné pochopiť. Práve na tomto priesečníku sa nachádza koncepcia PED, ktorá má preklenúť miestne a regionálne ciele a zároveň zabezpečiť inkluzívnosť, kvalitu života, udržateľnosť a odolnosť, čo umožňujú najmodernejšie technológie (vrátane systémov ICT) a právne a komunálne nástroje plánovania.

Nevertheless, energy requirements and resulting emissions are hard facts that shape our society in a profound way and need to be understood. It is at this intersection that the PED concept is situated to bridge local and regional targets while safeguarding inclusivity, quality of life, sustainability and resilience, enabled by cutting-edge technology (including ICT systems) and legal and municipal planning instruments.

<sup>35</sup> Energeticky plusové štvrte (PED) | JPI Urban Europe (jpi-urbaneurope.eu)

<sup>36</sup> TWG-3. 2-Smart Cities and Communities, "Európsky strategický plán energetických technológií 3.2 Implementačný plán Európa sa má stať globálnym vzorom v oblasti integrovaných, inovatívnych riešení pre plánovanie, zavádzanie a replikáciu pozitívnych energetických štvrtí", 2018.

<sup>37</sup> X. Zhang, S. R. Penaka, S. Giriraj, M. N. Sánchez, P. Civiero, und H. Vandevyvere, "Characterizing Positive Energy District (PED) through a Preliminary Review of 60 Existing Projects in Europe", Buildings, Bd. 11, Nr. 8, Art. Nr. 8, Aug. 2021, doi: 10.3390/buildings11080318.

<sup>38</sup> A. Gabaldón Moreno, F. Vélez, B. Alpagut, P. Hernández, und C. Sanz Montalvillo, "How to Achieve Positive Energy Districts for Sustainable Cities: A Proposed Calculation Methodology", Sustainability, Bd. 13, č. 2, čl. Nr. 2, Jan. 2021, doi: 10.3390/su13020710.

<sup>39</sup> <https://energy-cities.eu/project/cities4peds-resources/> Working Paper: Definícia pojmu „pozitívna energetická štvrť“

## 2.2 Aké sú zložky PED?

### What are the Components of a PED?

Koncepcia energeticky plusových štvrtí je založená na troch základných pilieroch, ktoré prikazujú konať:

- 1. Energetická efektívnosť:** Zabezpečenie požadovaných energetických služieb, teda dobre osvetlených priestorov s príjemnou teplotou a čerstvým vzduchom s čo najmenším množstvom energie. Napr. prostredníctvom izolácie a účinných zariadení vzduchotechniky a vykurovania, osvetlenia riadeného denným svetlom, orientácie a dimenzovania okien s ohľadom na klímu. Energetická efektívnosť určuje základ ostatných činností a musí byť vždy na prvom mieste.
- 2. Energetická flexibilita:** Pozitívne energetické štvrte by mali riadiť a prispôbovať dopyt tak, aby sa lepšie prispôbil dodávkam z obnoviteľných zdrojov energie, napr. pomocou inteligentných spotrebičov alebo využívaním akumuláčnej hmoty budovy, zásobníkov teplej vody.
- 3. Dodávka energie z obnoviteľných zdrojov** na mieste: Hlavnými možnosťami sú fotovoltaika, solárna termická energia, teplo z okolitého prostredia zo vzduchu, zeme a podzemnej vody, odpadové teplo z priemyselných a obchodných procesov (napr. supermarkety alebo serverové farmy), odpadové teplo z odpadových vôd, malá veterná a vodná energia, biomasa atď.

The Positive Energy districts concept is based on three core pillars, which mandate action:

- 1. Energy Efficiency:** Providing the required energy services, meaning well-lit spaces with comfortable temperature and fresh air with as little energy as possible. E.g. through insulation and efficient HVAC equipment, daylightcontrolled lighting, climate-sensitive orientation and sizing of windows. Energy efficiency sets the baseline of the other activities and always needs to come first.
- 2. Energy flexibility:** Positive Energy districts should manage and shift demand so that it better aligns with renewable supply, e.g., by smart appliances or using the building mass and hot water tanks as storage.
- 3. Renewable Energy supply onsite:** Main Options are Photovoltaics, Solar Thermal, Ambient heat from air, ground and groundwater, waste heat from industrial and commercial processes (e.g., supermarkets or server farms), waste heat from sewage, small wind and hydropower, biomass, etc.

#### Cieľ:

Optimalizácia troch funkcií PED (energetická účinnosť, energetická flexibilita a výroba energie) smerom ku klimatickej neutralite a energetickému prebytku pri zohľadnení hlavných zásad

#### Hlavné zásady:

- Kvalita života
- Inkluzívnosť s osobitným dôrazom na cenovú dostupnosť a prevenciu energetickej chudoby
- Udržateľnosť
- Odolnosť a bezpečnosť dodávok energie

#### Umožňujúce faktory:

- Politická vízia a rámec riadenia
- Aktívne zapojenie problémových vlastníkov a občanov
- Prepojenie energetického a územného plánovania
- ICT a správa údajov

#### Target:

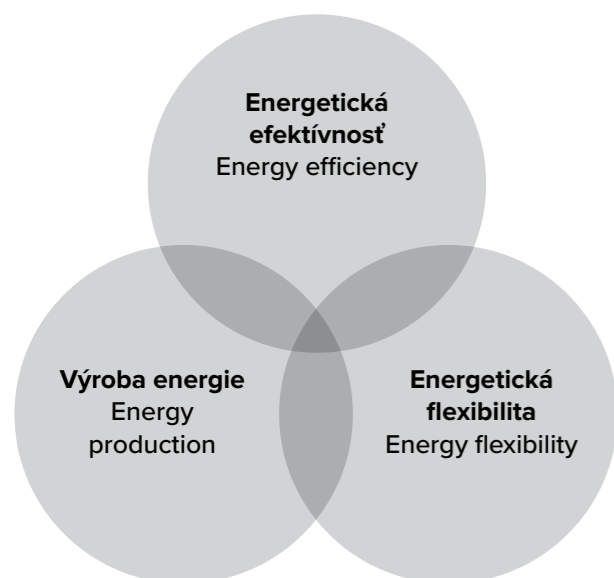
Optimisation of the three functions of PEDs (energy efficiency, energy flexibility and energy production) towards climate neutrality and energy surplus by taking into account the guiding principles

#### Guiding principles:

- Quality of life
- Inclusiveness, with special focus on affordability and prevention of energy poverty
- Sustainability
- Resilience and security of energy supply

#### Enablers:

- Political vision and governance framework
- Active involvement of problem owners and citizens
- Integration of energy and urban planning
- ICT and data management



Obrázok 2 Rámec PED: Základné piliere, ciele, hlavné zásady a možnosti PED

Figure 2 PED Framework: Core pillars, targets, guiding principles and enables of PEDs

Potom sú tu ďalšie dve oblasti, ktoré sú dôležité vzhľadom na ich potenciálne veľký vplyv na dopyt po energii a emisie: Mobilita a zabudované emisie:

**Mobilita** smerom do štvrte a v rámci nej môže predstavovať značnú časť dopytu po energii, prípadne prevyšovať dopyt po energii na samotnú prevádzku budovy, najmä ak sa pri mobilitě stále využíva prevažne individuálna motorizovaná mobilita vo forme automobilov na fosilné palivá, motoriek a podobne. V záverečnej časti tohto scenára je uvedený príklad dopytu po energii na fosilnú a prípadnú elektrickú mobilitu pre viedenskú štvrť Seestadt Aspern. Existujú však aj dôvody, prečo mobilita nebola integrovanou súčasťou skúmania a plánovania PED: Po prvé, neexistuje jasná metóda alebo štandard, ktorý by rozhodol, ktoré aspekty mobility

Then there are two more areas that are important due to their potentially large impact on energy demand and emissions: Mobility and embodied emissions.

**Mobility** to and within a district can constitute a considerable amount of the energy demand, possibly surpassing the energy demand for building operation itself, especially if mobility still predominantly uses individual motorized mobility in the forms of fossil cars, mopeds and the like. The final section of this script exemplifies the fossil and possible electric mobility energy demand for the Vienna Seestadt Aspern district. However, there are also reasons why mobility has not been as integral a part of PED investigation and planning: First, there is no clear method or standard to decide, which mobility aspects should be included and how: Is public transport

by mali byť zahrnuté a akým spôsobom: Je zahrnutá energia z verejnej dopravy? Ktoré cesty sú spojené so štvrťami? Ako ich možno vypočítať alebo dokonca odhadnúť? Je zahrnutá aj súkromná mobilita, napr. vo forme leteckej dopravy? Ako je to s logistikou a prepravou tovaru do a z okruhu?

Neexistujú štandardné odpovede a keďže zahrnutie by väčšinou značne sťažilo realizáciu PED, často sa úplne vynecháva. A aj keď sa rozhodnete zahrnúť niektoré aspekty mobility do rozsahu hodnotenia PED, aké opatrenia môžete ako tvorcovia štvrte prijať, aby ste ovplyvnili, nielen ešte zabezpečili jeho dekarbonizáciu? Existuje mnoho opatrení, o ktorých je známe, že majú pozitívny vplyv na podiel prepravnej práce v prospech udržateľných foriem dopravy alebo na celkový počet kilometrov najazdených obyvateľmi: Kvalitná verejná doprava, zníženie počtu parkovacích miest, dostatok parkovacích a odkladacích miest pre bicykle, zariadenia na zdieľanie bicyklov a áut, dostatočná miestna ponuka základných tovarov a služieb, aby sme vymenovali aspoň niektoré. Z hľadiska bilancovania, hodnotenia a kalkulácií je ťažké presne vyčíslit účinky týchto opatrení, ale niektoré návrhy už boli predložené<sup>40</sup>.

**Zabudovaná energia a emisie** sú spojené s výstavbou a údržbou samotných budov a infraštruktúry štvrte počas celého životného cyklu. V prípade výstavby tzv. greenfieldov (výstavba na doteraz nezastavanom území) s vysokou energetickou účinnosťou, môžu dosahovať rovnakú hodnotu ako prevádzková energia a emisie. Keďže najväčšiu časť zabudovanej energie a emisií zvyčajne tvorí výstavba, brownfieldy a rekonštrukcie majú oveľa nižšiu zabudovanú energiu a emisie. Možno ich posúdiť v rámci tzv. hodnotenia životného cyklu (Life Cycle Assessment LCA), čo je proces započítania všetkej potrebnej energie a emisií skleníkových plynov pre všetky produktové reťazce a životné cykly. Vzhľadom na potrebné úsilie, LCA zatiaľ nie je štandardným postupom pri výstavbe budov a štvrtí, ale získava na význame, pretože cieľ dekarbonizovať zastavané prostredie sa čoraz viac presúva na existujúci fond budov.

Typickou kritikou pri návrhoch štvrtí s dôrazom na technologické riešenia (ako sú nízkotepelné vykurovacie systémy a rozsiahle solárne systémy) je, že zabudovaná energia a emisie dodatočných zariadení prevyšujú úspory energie a emisií, ktoré tieto systémy prinášajú počas prevádzky. V tomto prípade môže pomôcť LCA, ktoré umožní objasniť stav, pričom zvyčajne ukazuje oveľa vyššie prevádzkové úspory ako zabudovanú energiu, najmä ak je nahrádzaný systém starý, neefektívny a poháňaný fosilnými palivami. Je však pravda, že niektoré systémy obnoviteľných zdrojov energie, ako sú napríklad fotovoltaické moduly alebo intenzívne využívanie betónu (na aktiváciu betónového jadra BKT a geotermálnych vrto) sú spojené s vysokou zabudovanou energiou a emisiami. Nezabúdajte však, že zabudovaná energia a emisie vždy reflektujú využívanie súčasného systému výroby elektrickej energie, čo sa, dúfajme, časom zlepší.

Vrátane týchto dvoch oblastí si možno oblasť činností a opatrení PED predstaviť takto:

energy included? Which trips are associated with the districts? How can they be calculated or even estimated? Is private mobility, e.g., in the form of air travel included? How about logistics and transport of goods to and from the district?

There are no standard answers and since inclusion would mostly make the realization of PED that much harder, it is often omitted altogether. And even if you decide to include some mobility aspects in the scope of your PED assessment, which actions can you as district developers take to influence, let alone assure its decarbonization? There exist many measures that are known to have a positive effect on the modal split, or the overall mileage travelled by inhabitants: high quality public transport, reduced parking spaces, ample bike parking and storage spaces, bike and car sharing facilities, additional public services, good local supply of essential goods and services, to just name a few. In terms of balancing, assessment, and accounting, it is difficult to quantify the effects of these measures precisely, but some proposals have been put forward<sup>40</sup>.

**Embodied energy and emissions** are associated with the construction and maintenance of the district's buildings and infrastructure themselves over the entire life cycle. They can amount to the same magnitude as operation energy and emissions in green field developments with high energy efficiency. Since the largest part of embodied energy and emissions is typically the construction, brown field developments and refurbishment projects have much lower embodied energy and emissions. They can be assessed in a so-called Life Cycle Assessment (LCA), which is a process of accounting for all energy required and GHG emitted for all product chains and life cycles. Due to the effort required, LCAs are not yet standard procedures in building and district development, but they gain importance, as the focus of decarbonizing the built environment shifts more and more towards the existing building stock.

A typical criticism of district designs with an emphasis on technological solutions (such as low temperature heating networks and extensive solar systems) is that the additional equipment's embodied energy and emission is dwarfing the energy and emission savings yielded by these systems during operation. In this case, LCAs can shed light on the trade-off, and typically show much higher operational savings than embodied burden, especially if the system being replaced is old, inefficient and fossil-fueled. It is true however, that certain renewable systems, such as PV modules or a heavy use of concrete (for thermal building activation and geothermal boreholes, come with high embodied energy and emissions. Keep in mind however, that embodied energies and emissions always reflect the use of the current electricity system for production, which will hopefully improve over time.

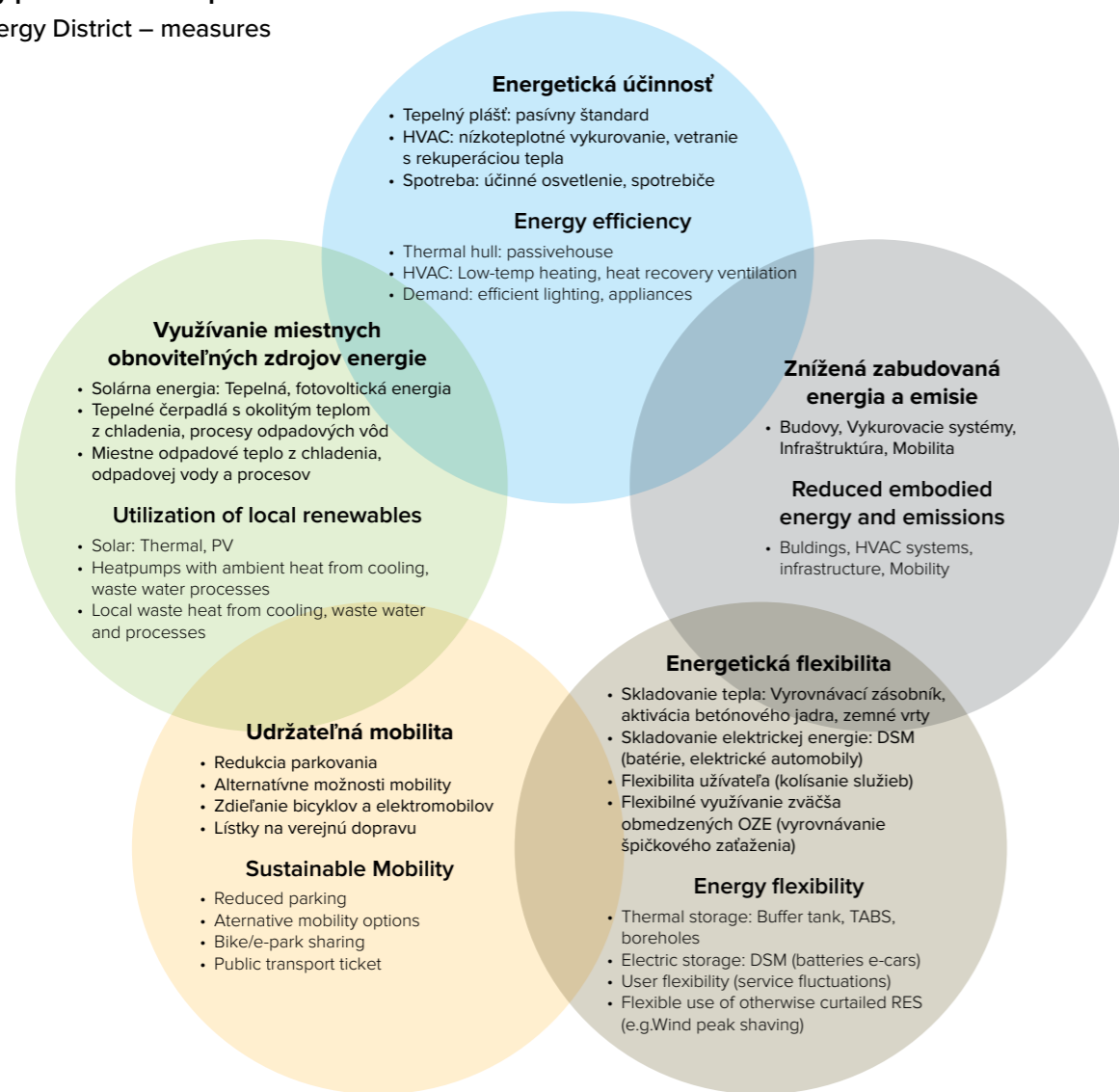
Including these two areas, the PED field of actions and measures can be visualized like this:

40 S. Schneider, T. Zelger, D. Sengl, und J. Baptista, "A Quantitative Positive Energy District Definition with Contextual Targets", Buildings, Bd. 13, č. 5, čl. Nr. 5, Mai 2023, doi: 10.3390/buildings13051210.



## Energeticky plusová štvrť – opatrenia

## Positive Energy District – measures



Obrázok 3 Päť oblastí činnosti a typické opatrenia na dekarbonizáciu štvrtí.

Figure 3 The five areas of action and typical measures for decarbonizing districts

Je dôležité mať na pamäti, že všetky opatrenia sú spojené s určitou cenou alebo kompromisom. Najlacnejšie opatrenia však možno nájsť na osi **úspornosti**, čo v podstate znamená vystačiť si s menším množstvom: menej vykurovania (na 20 °C namiesto 22 °C alebo 24 °C), menej chladenia (na 26 °C namiesto 20 – 22 °C), menej priestoru alebo aspoň nie viac vykurovaných priestorov na osobu, menej individuálnej motorovej a viac verejnej dopravy, menej nových budov a viac modernizácií, menej spotrebičov a ich používania atď. Je zbytočné hovoriť, že toto sa ľahko konštatuje a oveľa ťažšie plánuje, nielen ešte realizuje a dosahuje. V konečnom dôsledku je dostatočnosť skôr perspektívou prijatou používateľmi než dobre mienené usmernenie zo strany návrhárov! Z hľadiska energie a emisií však opatrenia v tomto smere môžu priniesť najefektívnejšie výnosy, pretože nemusia byť natoľko ovplyvnené tzv. rebound-effects, spätnými účinkami, ako opatrenia zvyšujúce účinnosť zvyčajne prinášajú.<sup>41</sup> Je dôležité, že mnohé scenáre, ktoré predpokladajú dekarbonizovanú budúcnosť, považujú zvýšenie úspornosti za conditio-sine-qua-non (nevyhnutnú podmienku), alebo aspoň za neoddeliteľnú súčasť cesty dekarbonizácie, ako je tu vizualizované:

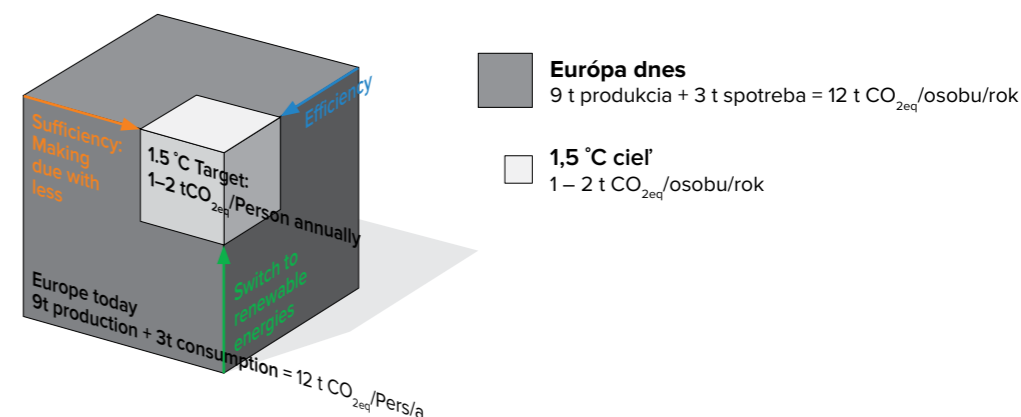
It is important to keep in mind that all measures come at a price or trade-off. The cheapest measures can be found on the axis of **sufficiency** however, which in essence means making due with less: Less heating (to 20°C instead of 22° or 24°C), less cooling (to 26°C instead of 20–22°C), less space or at least not more heated space per person, less individual motorized and more public transport, less new buildings and more retrofits, less appliances and appliance usage, etc. Needless to say, this is easy to state and much harder to plan for, let alone implement and achieve. Ultimately, sufficiency is a perspective adopted by users rather than a directive from well-meaning planners! But in terms of energy and emissions, actions in this direction can yield the most effective returns, as they might not be as affected by rebound-effects as measures improving efficiency typically are.<sup>41</sup> It is important that many scenarios envisioning a decarbonized future view sufficiency increases as a conditio-sine-qua-non, or at least an integral component of the decarbonization pathway, as is visualized here:

## 3 osi dekarbonizácie

- Úspornosť
- Efektívnosť
- OZE

## 3 Axes of decarbonization

- Sufficiency
- Efficiency
- Renewable Energies



Obrázok 4 Dosaženie parížskych cieľov v oblasti klímy si vyžaduje spoločné úsilie v troch oblastiach

Figure 4 Achieving the Paris Climate Goals requires concerted effort across three axes

## 2.3 Kedy je možné štvrť nazvať PED? Kritériá a ciele

## When can we call a district a PED? Criteria and targets

Hoci sa v posledných rokoch vášnivo diskutuje o tom, kedy sa štvrť stáva PED, väčšina výskumníkov a odborníkov z praxe sa zhoduje na jeho charakteristickom znaku, ktorým je **kladná energetická bilancia**. Táto charakteristika cieľa – kladná energetická bilancia – je jednoduchá na vyjadrenie a často sa používa ako kľúčové kritérium na rozhodovanie či je štvrť „PED“. V praxi sa však ukázalo, že to nie je až také jednoduché: Existuje mnoho spôsobov, ako zostaviť energetickú bilanciu, pričom všetky môžu priniesť veľmi odlišné výsledky a vykazovať kladné hodnoty s väčším alebo menším úsilím. Niektorí to považujú za charakteristiku: Každý projekt si sám definuje, čo môže a chce dosiahnuť, čo zjednodušuje implementáciu, avšak zrejme netreba pripomínať, že to nie je vhodné na porovnanie, certifikáciu a štandardizáciu.

Skutočnosť, že je také ťažké definovať koncept PED všeobecnejšie, čiastočne súvisí s tým, že existujú dva protichodné názory: Na jednej strane je PED ako paradigma alebo ako myšlienka, koncept a princíp, ktorý môže stanoviť priority a programy, pretože je ľahko komunikovateľný a preto schopný získať podporu väčšiny. A na druhej strane je PED ako energeticko-technický systém s jasne stanovenou definíciou cieľa, ktorý umožňuje preukázať dosiahnutie definovaného štandardu a súvisiacich cieľov.

Ale po poriadku: Obvykle sa za štvrť považuje geograficky lokalizovaná oblasť s ľubovoľným počtom budov, ktorá je súčasťou zástavby. Veľkosť štvrti je menej dôležitá: Európska komisia vo svojich odpovediach na často kladené otázky uvádza, že „energeticky plusový blok by mal zahŕňať najmenej 15 000 m<sup>2</sup> podlahovej plochy a minimálne tri veľké budovy (nové, modernizované alebo kombináciu oboch) s rôznymi typológiami využitia (napr. obytné, pracovné, obchodné, rekreačné)<sup>42</sup>, ale existujú aj oveľa väčšie štvrte až do niekoľkých stoviek budov a oveľa menšie, ktoré zahŕňajú len 2 – 3 budovy.

Although the question when a district becomes a PED has been hotly debated in recent years, most researchers and practitioners agree on its characterizing feature of a **positive energy balance**. This idea of a positive energy balance as a target is simple to state and often used as the key criterium to decide the “PEDness” of a district. In practice however, it has proven not quite so simple: There are many ways of constructing an energy balance, all possibly yielding wildly different results and showing positive sums with more or less effort. Some consider this a feature: Each project defining for themselves what they can and will achieve simplifies implementation, but this does not lend itself to comparison, certification and standardization.

The fact that the Positive Energy District concept is so difficult to define in more general terms is partly related to there being two opposing views: On one side, there is the PED as a paradigm or as an idea, concept and principle that can set priorities and agendas because it is easily communicable and therefore capable of gaining majority support. And there is the PED as an energy-technical system with a clearly operationalized target definition that enables proof of the achievement of the defined standard and the associated targets.

But first things first: A district is usually seen as a geographically localized area with any number of buildings that are part of a development. The size of the district is less of a concern: In their FAQ answers, the European Commission states that “A Positive Energy Block should include at least 15.000 m<sup>2</sup> floor area and a minimum of three large buildings (new, retro-fitted or a combination of both) with different use typologies (e.g., residential, work, commercial, recreational)<sup>42</sup>, but there are also much larger districts up to several hundred buildings and much smaller ones, including only 2–3 buildings.

41 [https://en.wikipedia.org/wiki/Rebound\\_effect\\_\(ochrana\\_prirody\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Rebound_effect_(ochrana_prirody))42 Európska komisia, „FAQ – Pracovný program 2018 pre Horizont 2020 – Inteligentné mestá a komunity – Majákové projekty“, 16. Dezember 2019. [https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/cap/h2020/lc-sc3-scc-1-2018-2019-2020/1872640-faq\\_scc01\\_\(updated\)\\_v10\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/cap/h2020/lc-sc3-scc-1-2018-2019-2020/1872640-faq_scc01_(updated)_v10_en.pdf) (zugegriffen 23. August 2021).

### 2.3.1 Výhody štvrtí oproti jednotlivým stavbám

#### Advantages of district perspective over individual building plots

Na rozdiel od jednotlivých budov s nulovou spotrebou energie, môže PED zaujať komplexnejší prístup k plánovaniu a rozvoju energetických systémov na úrovni štvrte (district energy system, DES). V tomto prípade sa jednotlivé budovy neposudzujú izolovane, ale ako súčasť celkovej energetickej koncepcie. To znamená, že nie každá budova musí sama o sebe spĺňať všetky požadované vlastnosti. Namiesto toho možno požiadavky rozdeliť medzi viaceré budovy a oblasti a realizovať ich cielenejšie. Týmto spôsobom sa dá čeliť priestorovým konfliktom a využiť ekonomické výhody.

Prístup zameraný na úroveň štvrte môže lepšie zabezpečiť dôležité kvality, ako je návrh zelene a otvorených plôch alebo zabezpečenie sociálneho začlenenia, kvality života, komunikácie a organizácie v štvrti, než prístup zameraný na jednotlivé budovy.

Rôzne funkcie ako napríklad obytné, komerčné a maloobchodné, sa navzájom dopĺňajú: spoločné zväzanie a vybalansovanie viacerých spôsobov využitia prináša pre susediace komunity ekonomické a environmentálne výhody, pretože miestne obnoviteľné zdroje energie je možné lepšie využívať.

Kombinácia rôznych funkcií v rámci štvrte môže priniesť aj niekoľko technicko-energetických výhod:

Na jednej strane dochádza k okamžitému zníženiu súbehu zaťaženia a špičiek zaťaženia v dôsledku rôznych časov užívania v priebehu dňa, týždňa a roka: V bytoch sa energia spotrebúva najmä večer a v menšej miere ráno. To je v kontraste s kancelárskym a obchodným využitím, ako aj s prevádzkou maloobchodu a škôl, ktorých spotreba energie je spojená s denným pracovným časom a otváracími hodinami. Podobná interakcia sa vyskytuje medzi pracovnými dňami a víkendmi, ako aj sviatkami a prázdninami: Ľudia sú doma, v práci, v škole, na nákupoch, ale nie všade naraz. Tým sa môže vyrovnáť špičkové zaťaženie, ktoré je potrebné zvládnuť a znížiť tak maximálny výkon elektrární, prípojok atď. a tiež umožniť, aby sa dostupné skladovacie priestory využívali častejšie, čím sa ušetrí náklady. Mix rôznych užívateľských profilov v DES môže zvýšiť dennú vlastnú spotrebu budov a znížiť ich sezónne požiadavky na vykurovanie a chladenie.

Prístup založený na zdieľaní medzi susednými štvrtami umožňuje aj zdieľanie zdrojov, ako sú vozidlá a zdroje tepla: e-autá a e-bicykle, ale aj využívanie obnoviteľnej energie a jej skladovanie, napríklad v nízkoteplotných vykurovacích a chladiacích systémov. To môže zahŕňať agregované riešenia mobility (multimodálne centrá mobility) a ponuky na zdieľanie, prípadne umožnené ponukou komunikácie (platformy, aplikácie atď.).

V rámci štvrtí je možné začleniť tému energetiky do plánovacieho procesu skôr a tým nastaviť efektívnejší kurz smerom k udržateľnému rozvoju projektov výstavby. Energetické plánovanie v rámci štvrte musí prebiehať pred plánovaním jednotlivých projektov, aby sa vytvoril vodiaci referenčný rámec. Je veľmi dôležité včas stanoviť trajektórie jednotlivých projektov. Nástroje, ako sú dohody o mestskom plánovaní, môžu pomôcť tento postup právne ukotviť.

Komplexný rozvoj štvrte celkovo umožňuje dosiahnuť ambicioznejšie ciele: Jednotlivé náročné aspekty sa môžu kompenzovať ambicioznejším „zberom nízko visiacich plodov“ na iných miestach. Štvrť, ktorá kombinuje obnovu existujúcich budov a novú výstavbu, môže dosiahnuť vyššie celkové ciele, ak nová výstavba vykompenzuje obnovené budovy. To je možné jednoduchšie dosiahnuť pri vyvažovaní a kombinovaní priamo so susednou štvrtou, a v porovnaní s abstraktnými formami zdieľania na rôznych miestach.

In contrast to individual Net-Zero Energy Buildings (NZEB), the PED can take a more holistic approach to district energy system (DES) planning and development. Here, the individual building is not considered in isolation, but as part of an overall energy concept. This means that not every building needs to fulfill all the desired qualities on its own. Instead, requirements can be divided among several buildings and areas and implemented more focused. This way, space conflicts can be counteracted, and economic advantages can be leveraged.

A district approach can secure important qualities such as design of green and open space, or ensuring social inclusion, quality of life, communication and organization in the neighborhood better than an approach focused on single buildings.

Different uses such as residential, commercial and retail complement each other: the joint consideration and balancing of several uses in the neighborhood brings economic and environmental benefits, because local renewable energy can be better used.

The mix of different uses in districts can create several technical-energy benefits as well:

On the one hand, there is an immediate reduction of load simultaneity and load peaks due to the different times of use over the day, week and year: In apartments, energy is consumed mostly in the evening and to a lesser extent in the morning. This contrasts with office and commercial uses, as well as retail and school-type uses, whose energy consumption is linked to daily working hours and opening times. A similar interplay occurs between weekdays and weekends, as well as holidays and vacations: People are at home, at work, at school, shopping; but they are not everywhere at once. This can smooth out the peak loads that need to be handled and thus reduce the maximum power of plants, connections, etc., as well as make available storage more usable and more often, thus saving costs. Mixing different usage profiles in the DES can increase the building's diurnal self-consumption and decrease their seasonal heating and cooling requirements.

The neighborhood approach also enables pooling of resources such as vehicles and heat sources: This enables sharing models for mobility such as e-cars and e-bikes, but also the use of renewable energy and its storage, for example in a low temperature heating and cooling network. This can include aggregated mobility solutions (multi-modal mobility hubs) and sharing offers, possibly enabled by communication offerings (platforms, apps, etc.)

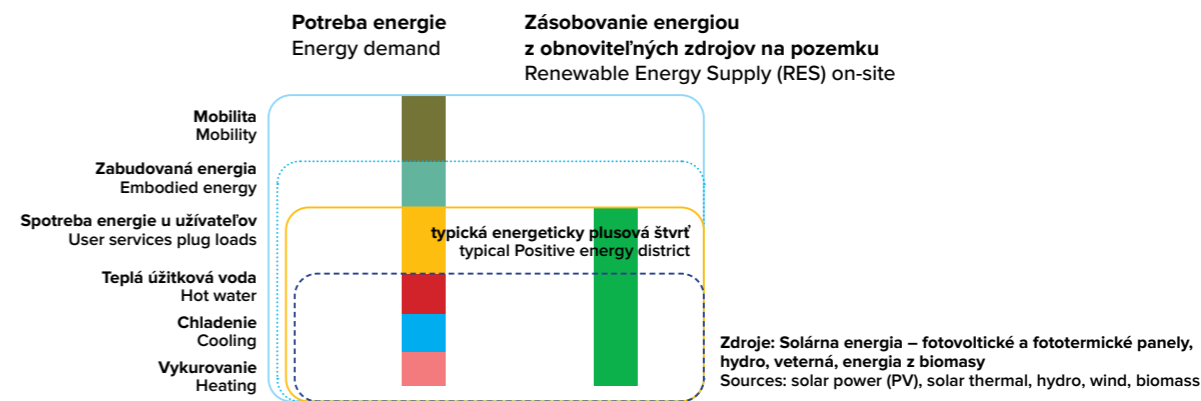
The district approach allows energy issues to be integrated earlier in the planning process, and thus sets a more effective course towards sustainable development of building projects. District energy planning must happen before individual projects are planned to provide a guiding frame of reference. It is critical to set individual project trajectories early. Instruments such as urban planning agreements can help anchor this legally.

Overall, a comprehensive district development enables more ambitious goals: Particular challenging aspects can be offset by more ambitious harvesting of low-hanging fruits elsewhere. A neighborhood that combines existing building renovations AND new construction can achieve higher overall goals if the new construction compensates for the renovation. This is more easily accomplished when balancing and combining directly in a neighborhood than when there are only abstract forms of effort sharing in the form of different targets.

### 2.4 Čo je to kladná energetická bilancia?

#### What is a positive energy balance?

Kladná energetická bilancia znamená, že súčet všetkých vyrobených energií je vyšší ako súčet všetkých energetických požiadaviek štvrte. Najdôležitejšia úvaha je nasledovná: ktoré energetické služby sú zahrnuté v kladnej energetickej bilancii? Často sa predpokladá, že je úlohou samotnej štvrte a projektu definovať, čo znamená byť PED v ich kontexte, a podľa toho stanoviť ciele<sup>43</sup>. V tomto zmysle je PED skôr myšlienkou alebo konceptom než presne definovanou metódou hodnotenia alebo systémom, ako je napr. pasívny dom. To znamená, že existuje mnoho spôsobov výpočtu a merania kladnej energetickej bilancie. Ilustrujú to rôzne dieliky v grafe:



Obrázok 5 Schematická energetická bilancia PED

Figure 5 Schematic energy balance of PEDs

Najbežnejším spôsobom je pozrieť sa na **ročnú bilanciu primárnej energie na prevádzku a používanie budovy, a zahrnúť všetku obnoviteľnú energiu vyrobenú na mieste**. Ak je táto bilancia rovnaká alebo vyššia ako potreba energie, považuje sa štvrť za PED. Všimnite si, že existujú ešte ambicioznejšie prístupy, ktoré zahŕňajú aj energiu pre mobilitu a/alebo zabudovanú energiu, a emisie z výstavby a údržby štvrte<sup>44</sup>.

Bez ohľadu na to, aký systém sa používa, je zvyčajne formalizovaný v súbore **systémových hraníc**: tieto hranice vymedzujú, čo sa považuje za súčasť štvrte z hľadiska geografického/priestorového, časového a funkčného. Energia vstupujúca do okresu cez túto systémovú hranicu je na základe dohody zahrnutá do bilancie ako záporná veľičina a energia vstupujúca zo štvrte (zvyčajne prebytky energie z fotovoltaiky dodávané do siete) sa započítava kladne. Toto sa považuje za bilanciu „Import/Export“. Súčasne je dôležité poznamenať, že systémové hranice môžu byť vytýčené rôzne, čo spôsobuje veľmi rozdielne kladné energetické bilancie. Nižšie je uvedený príklad definície systémových hraníc PED, ktorá sa používa pre snahe certifikovať a štandardizovať PED v rámci označenia klima:aktiv<sup>45</sup> v Rakúsku.

A positive energy balance means that the sum of all energy produced is larger than the sum of all energy demands in the district. The most important consideration here is: Which energy services are covered in the positive energy balance: It is often assumed to be the role of the district and project itself to define what it means to be a PED in their context and to set goals accordingly<sup>43</sup>. In this sense, the PED is an idea or concept rather than a well-defined assessment methodology or system like e.g., the Passive house. This means that there are many ways to calculate and measure the positive energy balance. This is illustrated with the different boxes:

The most common way is to look at the **Annual primary energy balance for building operation and use and include all renewable energy produced on site**. If the latter is equal or higher than the energy demand, it is considered a PED. Note, that there are even more ambitious approaches still, also including energy for mobility and / or the embodied energy and emissions from construction and maintenance of the district<sup>44</sup>.

Whatever system is used, it is usually formalized in a set of **system boundaries**: These boundaries define what is considered inside the district geographic/spatially, temporally and functionally. Energy entering the district over this system boundary is by convention included as negative quantity in the balance, and energy exiting the district (typically PV surpluses fed into the grid) are counted positively. This is considered an “Import/Export” balance. For now it is important to note that system boundaries can be drawn differently, causing very different positive energy balances. The following is an example PED system boundary definition used for Austrian PED certification and standardization efforts within the klima:aktiv label<sup>45</sup>.

43 P. Clerici Maestosi, M. B. Andreucci, und P. Civiero, "Sustainable Urban Areas for 2030 in a Post-COVID-19 Scenario: Energia, Bd. 14, č. 1, čl. Nr. 1, Jan. 2021, doi: 10.3390/en14010216.

JPI Urban Europe / SET Plan Action 3.2, "White Paper on PED Reference Framework for Positive Energy Districts and Neighbourhood", JPI Urban Europe: Viedeň, Rakúsko, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://jpi-urbaneurope.eu/app/uploads/2020/04/White-Paper-PED-Framework-Definition-2020323-final.pdf>

44 Pozri napr. definíciu nórskeho okresu s nulovými emisiami skleníkových plynov

45 S. Schneider, T. Zelger, D. Sengl, und J. Baptista, "A Quantitative Positive Energy District Definition with Contextual Targets", Buildings, Bd. 13, č. 5, čl. Nr. 5, Mai 2023, doi: 10.3390/buildings13051210.

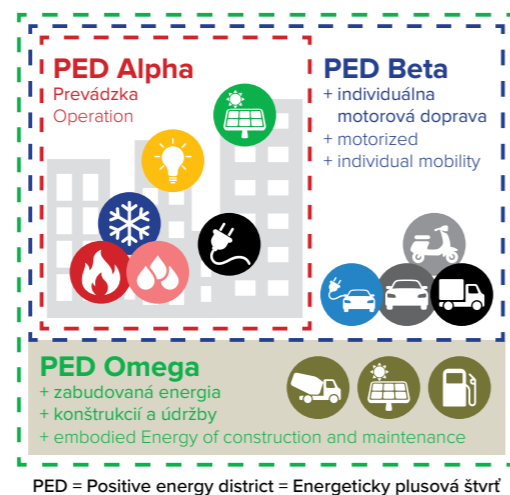


### Systémové hranice System boundaries

**Funkčné – Zohľadnené energetické služby**  
Functional – Considered energy services

**Priestorové – Bez umelého posúvania hraníc**  
Spatial – No “Gerry mandering”

**Časové – Obdobie hodnotenia: Rok,**  
**Rozlíšenie: Hodinové**  
Temporal – Ballance period: Annual,  
Resolution: Hourly

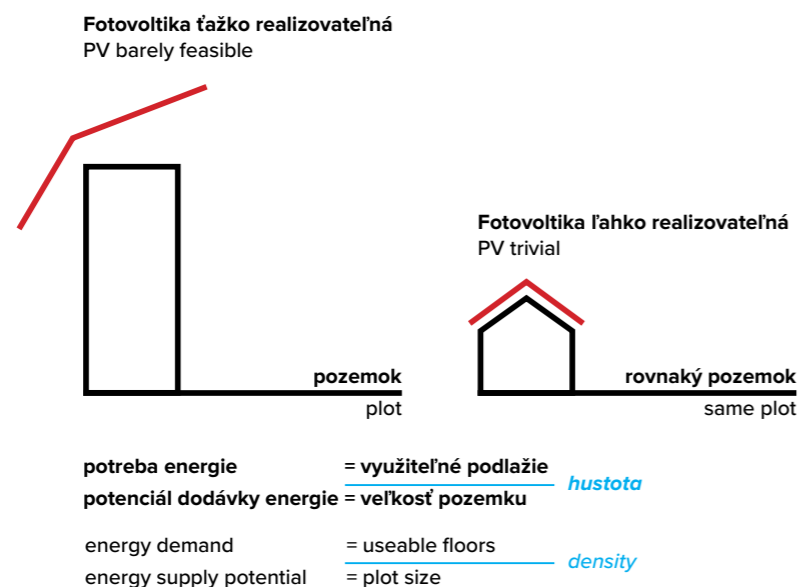


**Obrázok 6** Príklad hraníc systému PED  
**Figure 6** Example of PED system boundaries

### 2.4.1 Zvažovanie súvislostí v kontexte štvrte: hustota zastavania Consideration of district contexts such as district density

Ďalším dôležitým faktorom pri skúmaní potenciálu rôznych štvrtí je hustota. Z nasledujúceho obrázku je zrejmé, že husto zastavaná mestská štvrť bude môcť oveľa ľahšie dosiahnuť rovnakú pozitívnu energetickú bilanciu ako menej zastavaná, vidiecka alebo prímestská štvrť alebo susedstvo. Existuje niekoľko spôsobov, ako sa s tým vysporiadať: Buď zahrnúť virtuálnu energiu alebo energetické kredity z externého prostredia prostredníctvom nákupu kreditov za obnoviteľné zdroje atď. alebo zmeniť cieľ energetickej bilancie tak, aby odrážal nižší potenciál.

Another important factor when looking at the potential of different districts is density. From the following figure, it is obvious that a dense urban district will have a much harder time reaching the same positive energy balance than a sparsely built, rural or suburban district or neighbourhood. There are a few ways around this: Either include virtual energy or energy credits from outside the district by purchasing renewable credits, etc. Or change the target of the energy balance to reflect the lower potential.



**Obrázok 7** Potenciál budov a štvrtí pokryť vlastnú potrebu energie do veľkej miery závisí od ich hustoty.  
**Figure 7** The potential of buildings and districts to cover their own energy demand is very much depending on their density.

Čo to znamená? Potenciál štvrtí z hľadiska ich energetickej bilancie je taký rozdielny, že je len ťažko možné dosiahnuť pozitívnu bilanciu vo všetkých štvrtiach. Namiesto tohto rigidného cieľa je potrebná väčšia flexibilita z hľadiska projektových cieľov. To sa zvyčajne dosahuje jedným z nasledujúcich spôsobov alebo kombináciou rôznych prístupov:

- „Cesta je cieľ“: PED sa považuje za konečný cieľ dlhého procesu vývoja, s menšími, postupnými míľnikmi, ktoré sú dosiahnuteľné a na ktoré sa možno okamžite zamerať ako na „cesty k PED“.
- „Kúpte si, čo vám chýba“: Kladné saldo sa dosahuje určitou formou kompenzačného mechanizmu pre saldo, ktoré je samo o sebe stále záporné: Napr. „virtuálne PED“ umožňujú dynamickú výmenu so zázemím a dosiahnutie kladnej energetickej bilancie prostredníctvom nákupu obnoviteľných zdrojov energie mimo lokality, ktoré sa zahrnú do bilancie.
- „Nezáleží na tom, hlavne, že je atmosféra pozitívna.“ S rastúcimi ťažkosťami pri získavaní kladnej energetickej bilancie alebo dokonca pri definovaní spôsobu jej hodnotenia sa mnohí odklonili od „kladnej energetickej bilancie“ ku „kladnému vplyvu na obyvateľov“, čo je veľmi užitočné, pretože to v podstate môže znamenať, že akékoľvek zlepšenie v akomkoľvek smere možno považovať za „pozitívny vplyv“.
- „Spojte všetko a vybalansujte celý svet“: Nakoniec, boli vyvinuté určité snahy o formalizáciu definície a hodnotenia kladnej energetickej bilancie tak, aby zahrňala aj faktory špecifické pre daný kontext, čo prinieslo zložitejšie a ťažkopádnejšie systémy hodnotenia, aby bolo možné pokryť širokú škálu štvrtí, zvyčajne len doladené pre charakteristické situácie v konkrétnej krajine.

What does this mean? The potential energy balance of districts is so different, that it is hardly feasible to target a positive balance across the board. Instead of this rigid target, more flexibility is needed. This is typically achieved in one of the following ways, or a combination of different approaches:

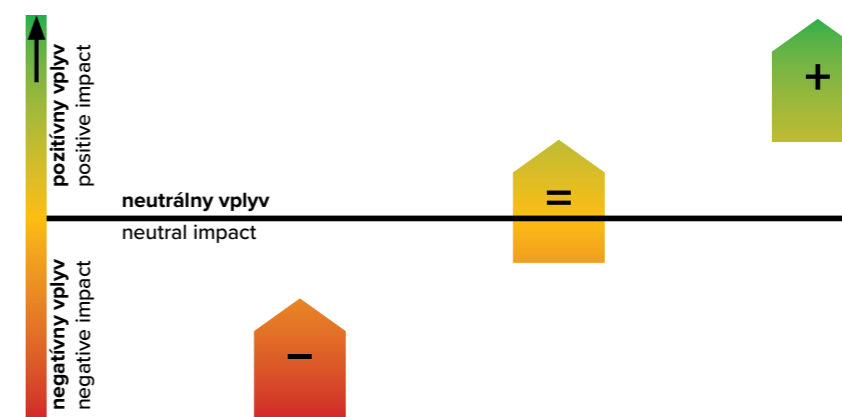
- “The way is the goal”: The PED is seen as the final goal to a long development process, with smaller, incremental milestones in between, which are achievable and can be immediately targeted as “on the roads towards PED”
- “Buy what you miss”: The positive balance is achieved by some form of offsetting mechanism for a balance that is still negative by itself: E.g., “Virtual PED”s allow dynamic exchange with the hinterland and obtaining a positive energy balance by the means of purchasing offsite renewables to include in the balance.
- “It doesn’t matter as long as the vibe is positive”: With the increasing difficulty of obtaining a positive energy balance or even define how to assess it, many have pivoted from a “positive energy balance” to a “positive impact for occupants”, which is very useful as this can basically mean any improvement in any direction whatsoever can be seen as a “positive impact”.
- “Connect everything and balance the whole world”: Finally, some efforts have been made to formalize the definition and assessment of a positive energy balance to also include context specific factors, which have yielded more complex and unwieldy assessment schemes to be able to cover a wide range of districts, typically only fine-tuned for characteristic situations in a particular country.

### PED sú pomôckou na rozprávanie príbehov

Cieľom „plusových energetických štvrtí“ je posunúť sa ďalej v oblasti udržateľnej a nízkoemisnej výstavby, ponúknuť vyššiu kvalitu života a umožniť bezuhlíkovú spoločnosť

### PEDs are a storytelling device

“Positive energy districts” aim to push further in sustainable and low emission building, offer higher quality of life and enable a carbon free society



**Obrázok 8** Čo je pozitívne na štvrtiach s plusovou energiou?  
**Figure 8** What is positive about Positive Energy Districts?

Vývoj koncepcie PED bol do veľkej miery podmienený vývojom na zelenej lúke (greenfield). V súčasnosti je však zrejmé, že veľký potenciál sa skrýva v rozvoji brownfieldov a modernizácii. Nejde ani tak o okamžité dosiahnutie vysokého cieľa kladnej energetickej bilancie, ale skôr o samotný proces. Ako získavate obyvateľov a vlastníkov pre svoje rozvojové plány? Aké sú pre nich stimuly, aby investovali do nákladnej modernizácie? Existujú okrem finančných úspor aj iné výhody, ktoré môže modernizácia a prestavba štvrte ponúknuť? Je to prísľub klimaticky neutrálneho života? Alebo zlepšenie kvality života? Stane sa štvrť atraktívnejšou alebo získa novú identitu? To sú dôležité otázky, ktoré je potrebné riešiť pri plánovaní PED.

The development of the PED concept was largely driven by green field developments. However, nowadays it is clear that the big potential is in brown field developments and retrofitting. It is less about immediately achieving the high goal of a positive energy balance but rather the process itself. How do you get the inhabitants and owners on board your development plans? Which incentives are there for them to invest in costly retrofitting? Apart from monetary savings, are there other benefits that the district redevelopment can offer? Is it the promise to live a climate neutral life? Or the improvement of quality of life? Will the district become more attractive or gain a new identity? These are important questions that need to be addressed when planning a PED implementation.



## 3.

## Trvalo udržateľná štvrť Seestadt Aspern – príklad dobrej praxe

### The sustainable district Seestadt Aspern – an example of good practice

Andrea Borská



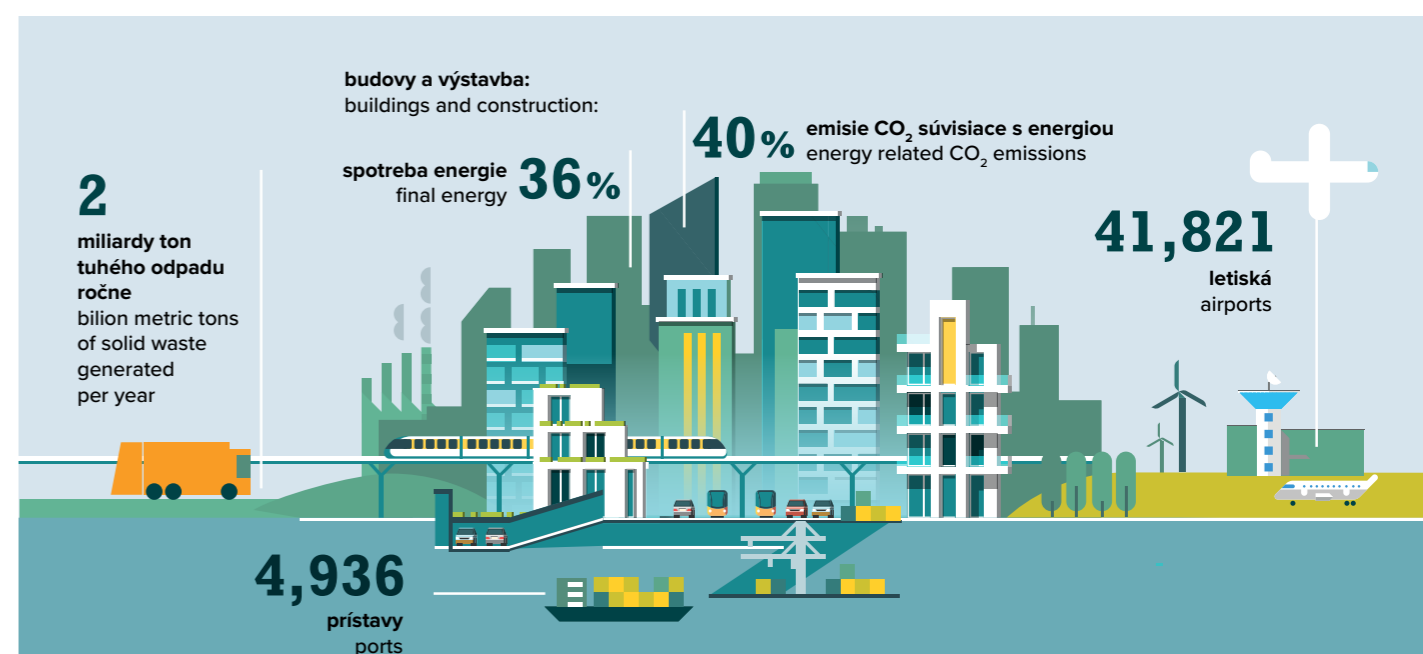
### 3.1 Mestá v globálnom kontexte Cities in a global context

„Mestá sú miestami, kde sa boj o trvalo udržateľný rozvoj vyhráva alebo prehráva.“ Pan Ki-mun, ôsmy generálny tajomník Organizácie Spojených národov

Každý druhý človek na svete dnes žije v meste – do roku 2050 by to mohli byť až tri štvrtiny svetovej populácie. Mestá sú ekonomickými a inovačnými centrami – produkujú približne 80 percent globálneho hrubého domáceho produktu. Zároveň však spôsobujú až 75 percent ľudmi vytvorených emisií CO<sub>2</sub>. Mestá majú veľký potenciál pre udržateľnejšiu budúcnosť, pretože ich hustota obyvateľstva ponúka predpoklady pre ekologickejší život a koncepcie mobility šetriace zdroje. Mestská doprava sa na celkových dopravných emisiách podieľa odhadom 37 % a samotné mestá sú zodpovedné za 70 % celosvetovej spotreby prírodných zdrojov.<sup>46</sup>

“Cities are the places where the battle for sustainable development is won or lost.” Ban Ki-moon, Eighth Secretary-General of the United Nations

Every **second person** worldwide lives in a city today – **by 2050** it could be up to **three quarters** of the world's population. Cities are economic and innovation centers – they produce around 80 percent of global gross domestic product. At the same time, they cause up to **75 percent of anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions**. Cities offer a lot of potential for a more sustainable future, because their population density has the prerequisites for more ecological living and resource-saving mobility concepts. **Urban transport** contributes about **37 % to total transport emissions** and cities alone are responsible for **70 % of the global consumption of natural resources**.<sup>46</sup>



Obrázok 9 Správa o globálnom stave obnoviteľných zdrojov v mestách 2019 – REN21  
Figure 9 Renewables in Cities 2019 Global Status Report – REN21

V zmysle dohovorov v rámci EU, jednotlivé mestá členských štátov vykročili na cestu k uhlíkovej neutralite. Pomocou plánov, vízií a stratégií si nastavili postup, ako tento cieľ dosiahnuť, pričom každé mesto postupuje podľa vlastného vzorca.

**Kodaň** sa chce do roku **2025 stať prvým uhlíkovo neutrálnym hlavným mestom na svete**. Klimatický plán CPH 2025 je založený na štyroch pilieroch: Redukcia spotreby energie, Produkcia energie z obnoviteľných zdrojov, Mobilita so zníženými emisiami a Iniciatívy mestskej správy.<sup>47</sup>

**Viedenská mestská samospráva** sa zaviazala k cieľu **uhlíkovej neutrality do roku 2040**, klimatické ciele podrobnejšie definovala v Stratégii inteligentného (klimatického) mesta Viedeň (Smart Climate City Strategy Vienna). Stratégia je založená na týchto tematických oblastiach: Zásobovanie energiou, Mobilita a doprava, Budovy, Ekonomika a zamestnanosť, Zero waste & obehové hospodárstvo, Adaptácia na zmenu klímy, Mestská ekológia, životné prostredie a voda, Zdravie a sociálna inklúzia, Vzdelávanie, veda a výskum, Digitalizácia, Participácia, angažovanosť a kultúra.<sup>48</sup>

Under EU conventions, individual member cities have embarked on a path towards carbon neutrality. Through plans, visions and strategies, they have set a course of action to achieve this goal, with each city following its own scheme.

**Copenhagen** for example, aims to be the world's **first carbon-neutral capital city by 2025**. The CPH 2025 Climate Plan is based on four pillars: Reduction of energy consumption, Production of energy from renewable sources, Mobility with reduced emissions and City Administration Initiatives.<sup>47</sup>

The **Vienna City** Government committed itself to the objective of **carbon neutrality by 2040**. Vienna's climate goals are defined in the Smart (Climate) City Strategy Vienna (SCWS). The strategy is based on the following thematic fields: Energy supply, Mobility and transport, Buildings, Economy & employment, Zero waste & circular economy, Adapting to climate change, Urban ecology, environment & water, Health & social inclusion, Education, science & research, Digitalisation, Participation, Engagement & culture.<sup>48</sup>

<sup>46</sup> <https://www.giessen.de/index.php?ModID=7&FID=2874.6735.1&object=tx%7C2874.6735.1#>

<sup>47</sup> <https://urbandevelopmentcph.kk.dk/climate>

<sup>48</sup> [https://smartcity.wien.gv.at/wp-content/uploads/sites/3/2022/05/scwr\\_klima\\_2022\\_web-EN.pdf](https://smartcity.wien.gv.at/wp-content/uploads/sites/3/2022/05/scwr_klima_2022_web-EN.pdf)



### 3.2 Certifikačné systémy mestských štvrtí Certification systems of urban districts

Potreba kvantifikovať trvalo udržateľné koncepty budov viedla čoskoro k vývoju certifikačných systémov. Základným systémom bola britská metóda hodnotenia BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), publikovaná už v roku 1990. Za posledných tridsať rokov sa rozšírila certifikácia z mierky budov do mierky mestských štvrtí. Tieto systémy sa stali zároveň určitou didaktickou pomôckou pre architektov – checklist udržateľných konceptov ekonomickej, ekologickej, sociálno-kultúrnej a procesnej kvality projektu.

Napríklad v Rakúsku vznikol certifikačný systém na hodnotenie sídiel a štvrtí v roku 2022 (Klimaaktiv – iniciatíva Ministerstva ochrany klímy, životného prostredia, energetiky, mobility, inovácií a technológii). Hodnotí trvalú udržateľnosť nasledujúcich kategórií: Management, Komunikácia, Urbanizmus, Budovy, Zásobovanie a Mobilita.

### 3.3 Brownfieldy v štruktúre mesta Brownfields in the city structure

V snahe tvoriť mestá krátkych vzdialeností a zahusťovať existujúcu mestskú štruktúru, v mestách prebiehajú urbanistické štúdie, ktoré pomáhajú lokalizovať potenciálne vývojové územia, ktoré stratili na svojom pôvodnom význame.

**Brownfield** (doslovne „hnedé pole“) je pôvodom anglický výraz pre nehnuteľnosť (pozemok, objekt, areál), ktorá je nedostatočne využívaná, zanedbaná a môže byť aj kontaminovaná. Vzniká ako pozostatok priemyselnej, poľnohospodárskej, rezidenčnej, vojenskej či inej aktivity. Môže ísť o jednotlivé budovy, komplexy budov, areály s budovami alebo len plochy bez budov.

Patria sem nevyužívané poľnohospodárske a priemyselné stavby a areály, nevyužitá dopravná stavba a skladové priestory (haly aj depónie), prázdne administratívne budovy a kultúrne centrá, nevyužitá nákupná centrá, ale aj nevyužitá obytná budova – všetko, čo nie je používané.

Medzi odvodené pojmy patria blackfield (doslovne „čierny pole“), čo je označenie pre lokality s extrémne vysokou kontamináciou pôdy, podzemných a povrchových vôd i ďalších zložiek životného prostredia, ktoré sú zásadnou prekážkou pre ich nové využitie.<sup>49</sup>

Podľa urbanistickej štúdie z roku 2020, sa v Bratislave nachádza 131 lokalít brownfieldov na ploche 629 ha, pričom viac než 113 lokalít nie je ekologicky zaťažených. V súlade s legislatívou Európskej únie „o nezabraní ďalšej poľnohospodárskej pôdy, by transformácia týchto území odblokovala vývojové rezervy v sídelnej štruktúre.<sup>50</sup> Teória udržateľného rozvoja uprednostňuje revitalizáciu brownfieldov pred výstavbou na zelenej lúke (angl. greenfield), čo patrí aj medzi 10 perspektív moderného mesta, ako ich vytyčuje nová Aténska charta z roku 2003, pretože územie patrí medzi najcennejšie nenahraditeľné zdroje.

The need to quantify sustainable building concepts soon led to the development of certification systems. The basic system was the British assessment method BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), which was published in 1990. Over the past thirty years, certification has expanded from the scale of buildings to the scale of city districts. Evaluation catalogs have also become a certain didactic aid for architects – a checklist of sustainable concepts of economic, ecological, socio-cultural and process quality of the project.

In Austria, for example, a certification system for assessing settlements and districts was established in 2022 (Klima-aktiv – an initiative of the Ministry of Climate Protection, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology). It assesses the sustainability of the following categories: Management, Communication, Urbanism, Buildings, Supply and Mobility.

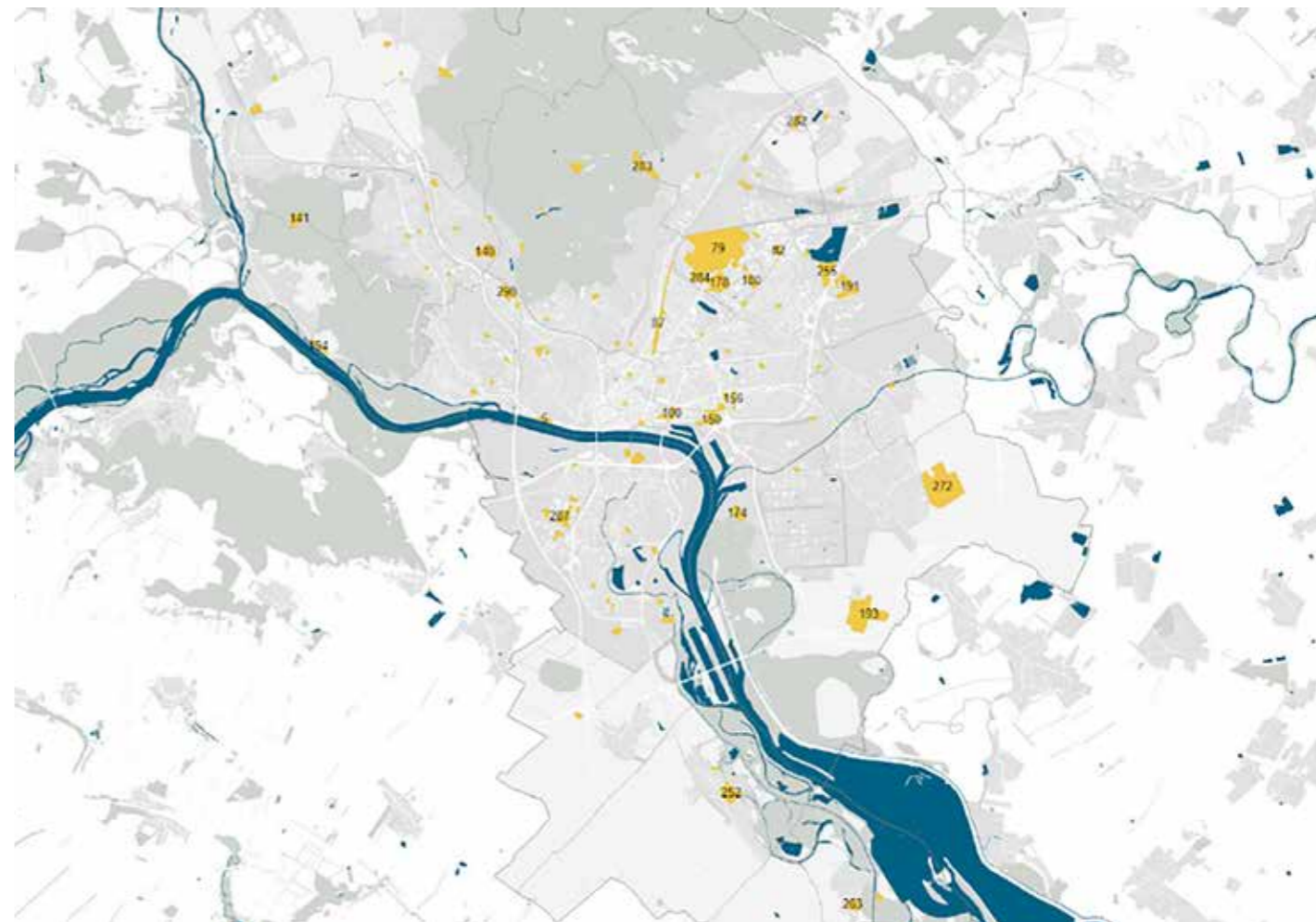
In an effort to create short-distance cities and densify the existing urban structure, urban studies are being conducted in cities to help locate potential development areas that have lost their original significance.

**Brownfield** (literally “brown field”) is originally an English term for a property (land, object, area) that is underutilized, neglected and may also be contaminated. It arises as a remnant of industrial, agricultural, residential, military or other activity. It may be individual buildings, building complexes, campuses with buildings or just areas without buildings.

It includes unused agricultural and industrial buildings and sites, unused transport structures and storage areas (halls and depots), empty office buildings and cultural centers, unused shopping centers, but also unused residential buildings – everything that is not used.

Derived terms include blackfield, which refers to sites with extremely high contamination of soil, groundwater, surface water and other environmental components, which are a major barrier to reuse.<sup>49</sup>

According to the urban planning study from 2020, there are 131 brownfield sites in Bratislava on an area of 629 ha, while more than 113 sites are not ecologically burdened. In accordance with the legislation of the European Union “on the non-occupation of additional agricultural land”, the transformation of these territories would unblock development reserves in the settlement structure.<sup>50</sup> Sustainable development theory favours the revitalization of brownfields over construction on a green field (greenfield), which is also among the 10 perspectives of the modern city, as outlined by the new Athens Charter from 2003, because the territory is one of the most valuable irreplaceable resources.



Obrázok 10 Urbanistická štúdia Brownfieldy (MIB 2020) na území hlavného mesta Bratislavy  
Figure 10 Urban planning study of Brownfields (MIB 2020) in the capital city of Bratislava

### 3.4 Seestadt Aspern Seestadt Aspern

Len šesťdesiat kilometrov od Bratislavy, na bývalom území letiska o rozlohe 240 hektárov, vzniká nová udržateľná štvrť Viedne, Seestadt Aspern. V súčasnosti je to jeden z najväčších projektov rozvoja mesta v rámci Európy.

Víťazom urbanistickej súťaže z roku 2007 sa stal švédsky ateliér Tovatt Architects & Planners, ktorého masterplan sa stal modelom mestského rozvoja a základom pre ďalšie plánovanie. V roku 2009 bol doplnený o koncepty verejných priestorov od dánskeho architekta a urbanistu Jana Gehla. Očakáva sa, že do roku 2030 bude v Seestadt žiť viac ako 25000 ľudí a vznikne približne 20000 pracovných miest.

V roku 1912 bolo na území vznikajúcej štvrte postavené letisko, ktoré po druhej svetovej vojne stratilo na význame a po otvorení druhej prístávacej dráhy vo Schwechate bolo v roku 1977 zatvorené.

Just sixty kilometers from Bratislava, on the former airport site of 240 hectares, a new sustainable district of Vienna, Seestadt Aspern, is being created. It is currently one of the largest urban development projects in Europe.

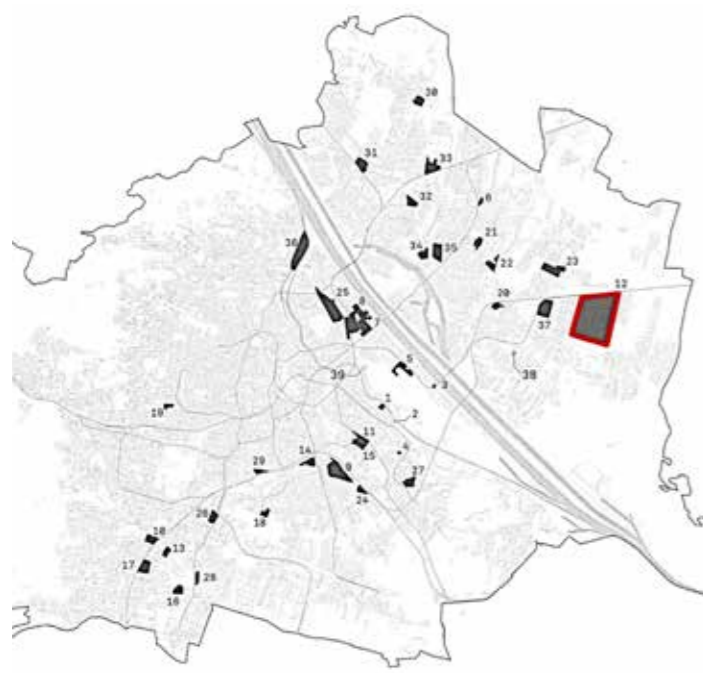
The winner of the 2007 urban planning competition was the Swedish studio Tovatt Architects & Planners, whose masterplan became a model of urban development and the basis for further planning. In 2009, it was supplemented with public space concepts by the Danish architect and urban planner Jan Gehl. By 2030, more than 25,000 people are expected to live in Seestadt and around 20,000 jobs will be created.

In 1912, an airport was built on the territory of the emerging district, which lost its importance after the Second World War and was closed in 1977 after the opening of the second runway in Schwechat.

49 <https://sk.wikipedia.org/wiki/Brownfield>

50 <https://mib.sk/en/studia/urbanistica-studia-brownfieldy-na-uzemi-hlavneho-mesta-bratislavy/>





Obrázok 11 Brownfieldy na území Viedne<sup>51</sup>  
Figure 11 Brownfields in the territory of Vienna<sup>51</sup>

### 3.4.1 Masterplan Masterplan

S cieľom revitalizovať nevyužívané územie, mesto Viedeň zrealizovalo v roku 1992 urbanistickú súťaž, ktorej víťazom sa stal architekt Rüdiger Lainer. Jeho návrh sa nakoniec nerealizoval, keďže sa zmenili okrajové podmienky plánovanej vyťažnosti územia a dodatočne sa prehodnotila plánovaná výstavba dopravnej infraštruktúry.

Nová štvrť Seestadt Aspern sa začala stavať v roku 2010 podľa urbanistického návrhu Tovatt Architects and Planners, Stockholm.

„Udržateľnosť v mestskom plánovaní je o rešpekte k meniacemu sa spôsobu života, rešpektovaní základných ľudských potrieb a začlenenia návrhu do kontextu. Vytvorenie novej komunity musí reflektovať a zohľadňovať zmeny v krátkom i dlhom časovom období, na jednej strane musí byť presne definované, pokiaľ ide o ciele a ambície, ale zároveň si musí zachovať flexibilitu a ostať otvorené voči potrebám druhých.“ Johannes Tovatt

### 3.4.2 Etapizácia Project stages

Pri architektonicko-urbanistických projektoch mestských štvrtí je dôležitý vhodný návrh etáp, podľa ktorých sa jednotlivé časti postupne budú budovať. Projekt Seestadt Aspern necháva priestor na neustálu kontrolu už zrealizovaného územia v korelácii s plánovanou výstavbou nasledujúcej etapy. Vzniká projekt na niekoľko desaťročí, ktorý vo svojej čiastočnej tvárnosti zohľadňuje nepredvídateľné ekonomické, sociálne a politické zmeny v budúcnosti.



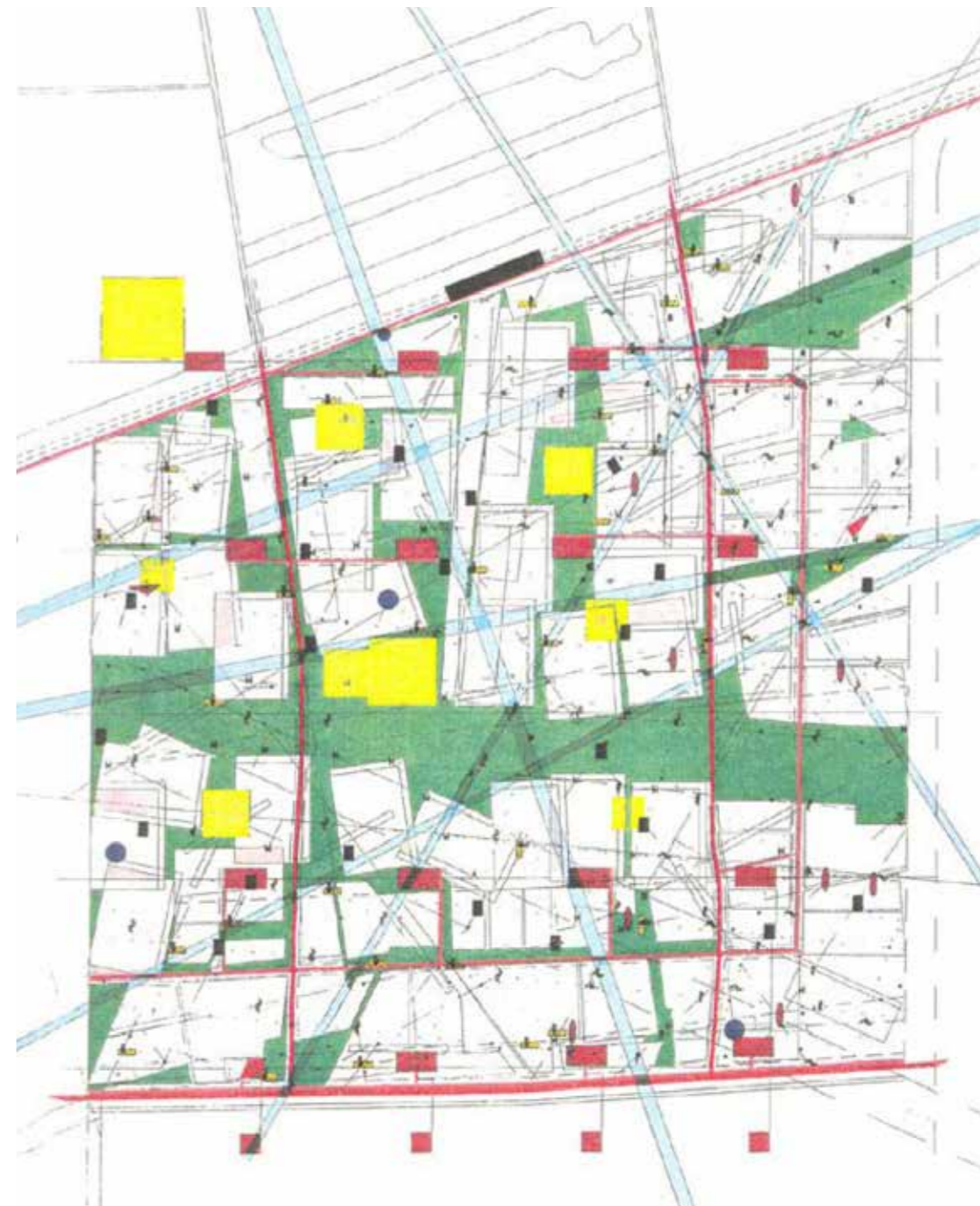
Obrázok 12 Bývalé letisko v Aspern<sup>52</sup>  
Figure 12 Former airport in Aspern<sup>52</sup>

With the aim of revitalizing unused territory, the city of Vienna held an urban design competition in 1992, the winner of which was the architect Rüdiger Lainer. In the end, his proposal was not implemented, as the marginal conditions of the planned utilization of the territory were changed and the planned construction of the transport infrastructure was additionally re-evaluated.

The new district of Seestadt Aspern began to be built in 2010 according to the urban design of Tovatt Architects and Planners, Stockholm.

„Sustainability in urban planning is about long-term respect for changing ways of living, respect for basic human needs and for the integration into the context. Creation of a new community must reflect and take account of changes over short and long periods of time, it needs to be precise as to the goals and aspirations on one hand, to retain flexibility and to stay open-minded on the other.“ Johannes Tovatt

In architectural and urban planning projects of city districts, it is important to have a suitable design of the stages according to which the individual parts will be gradually built. The Seestadt Aspern project gives room for constant control of the already realized area in correlation with the planned construction of the next stage. A project is being created for several decades and in its partial flexibility takes into account unpredictable economic, social and political changes in the future.



Obrázok 13 Urbanistický návrh R. Lainer z roku 1992<sup>53</sup>  
Figure 13 Urban design by R. Lainer from 1992<sup>53</sup>

#### 1. ETAPA 2010 – 2020

Juhozápadná časť 800.000 m<sup>2</sup> podlažnej plochy brutto, zelené priestranstvá, jazero, infraštruktúra, zmiešaná štvrť s bývaním, kanceláriami, maloobchodnými prevádzkami a službami, výskumné a vývojové pracoviská. Prvé vzdelávacie zariadenie so škôlkou, základnou školou, všeobecnou strednou školou a strednou odbornou školou vzniká v dvoch etapách. Vybudované napojenie metra a doplnenie autobusovou mestskou hromadnou dopravou.

#### 2. ETAPA 2017 – 2024

Výstavba smerom na sever, 1.200.000 m<sup>2</sup> podlažnej plochy brutto. Ukončenie vlakovkej stanice Aspern Nord a napojenie mestskej rýchlodráhy.

#### 1. STAGE 2010–2020

Southwest part 800,000 m<sup>2</sup> of gross floor area, green spaces, lake, infrastructure, mixed district with housing, offices, retail amenities and services, research and development workplaces. The first educational facility with a kindergarten, elementary school, general secondary school and secondary vocational school is being created in two stages. Built subway connection and supplement with bus public transport.

#### 2. STAGE 2017–2024

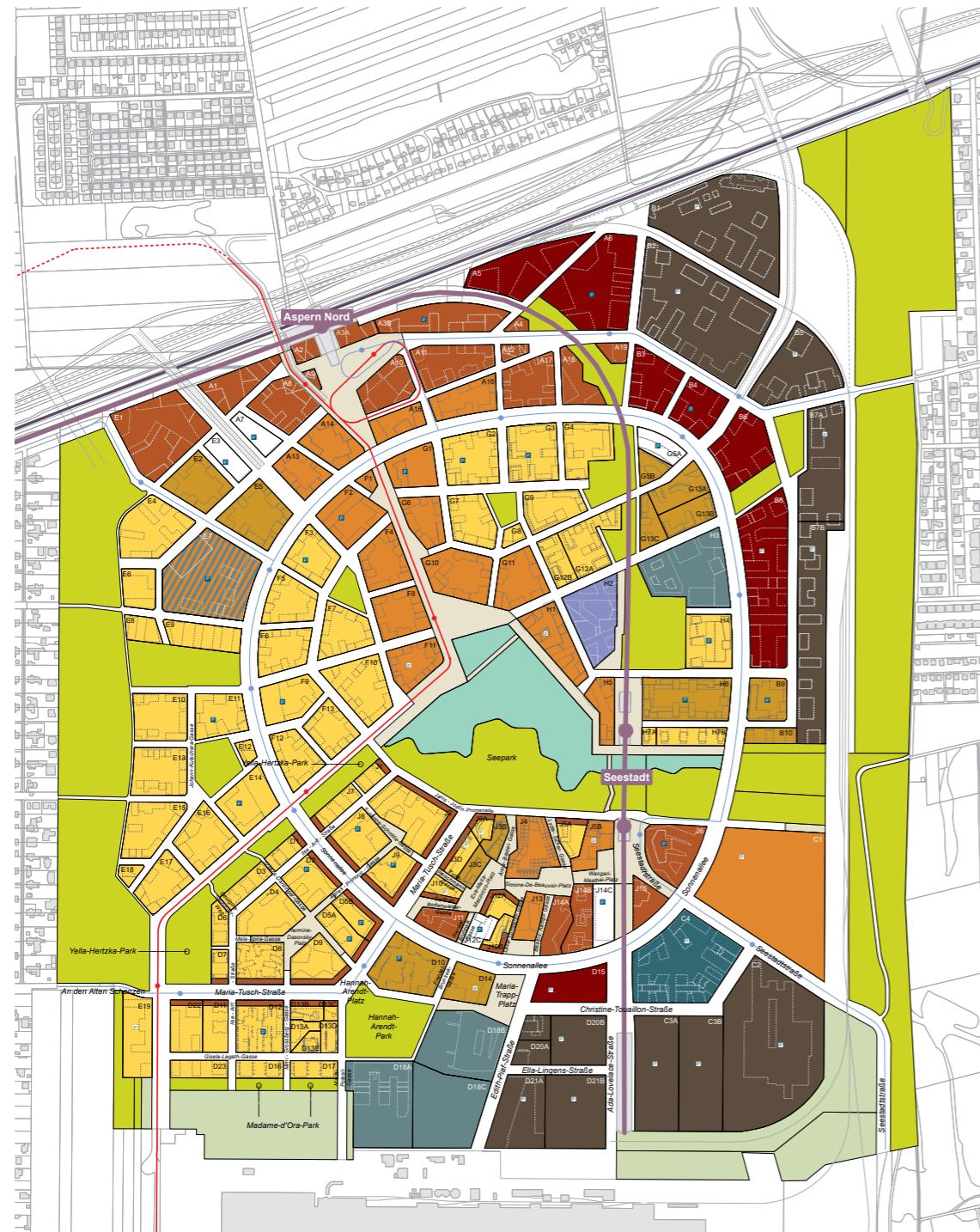
Construction facing north, 1,200,000 m<sup>2</sup> gross floor area. Completion of the Aspern Nord train station and connection to the urban expressway.

51 arch + Nr.244 2021, Str103

52 [https://www.aspern-seestadt.at/jart/prj3/aspern/data/downloads/2011-citylab-report-2-2-die-instrumente-des-staedtebaus\\_2017-07-10\\_1607746.pdf](https://www.aspern-seestadt.at/jart/prj3/aspern/data/downloads/2011-citylab-report-2-2-die-instrumente-des-staedtebaus_2017-07-10_1607746.pdf)

53 [https://www.aspern-seestadt.at/jart/prj3/aspern/data/downloads/masterplan-flugfeld-aspern-gesamt\\_2017-07-13\\_1807738.pdf](https://www.aspern-seestadt.at/jart/prj3/aspern/data/downloads/masterplan-flugfeld-aspern-gesamt_2017-07-13_1807738.pdf)



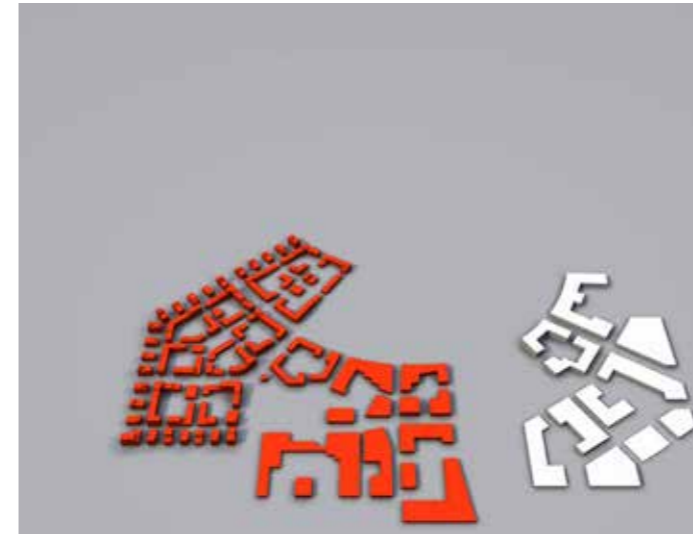


	bývanie / housing		vodné plochy / water
	bývanie s flexibilným využitím prízemí / housing with flexible use on the ground floor		ochranná zóna / buffer zone
	prevažne bývanie s flexibilným využitím na všetkých podlažiach / predominantly housing with flexible use on all floors		zelené plochy / green areas
	priemysel a výroba / industry manufacturing		technická infraštruktúra / technical infrastructure
	všetky funkcie okrem komercie a bývania / all functions except commerce and housing		plánované premiestnenie trate / planned relocation of the track
	všetky funkcie okrem komercie / all functions except commerce		garáže a parkovacie miesta / garages and parking
	všetky funkcie okrem bývania / all functions except housing		hromadné garáže / xxx
	výskum a vývoj / research and development		autobus / bus
	sociálne služby / social services		električka / tram
	kultúra / culture		metro linka U2 / subway U2
	voľné plochy / free areas		železničná trať / railway

Obrázok 14 Masterplan J. Tovatt 2007<sup>54</sup>Figure 14 Masterplan by J. Tovatt 2007<sup>54</sup>54 [https://www.aspern-seestadt.at/jart/prj3/aspern/data/downloads/180115\\_Nutzungen\\_und\\_Freiflachen\\_A1-Plan\\_2018-02-01\\_1702384.pdf](https://www.aspern-seestadt.at/jart/prj3/aspern/data/downloads/180115_Nutzungen_und_Freiflachen_A1-Plan_2018-02-01_1702384.pdf)

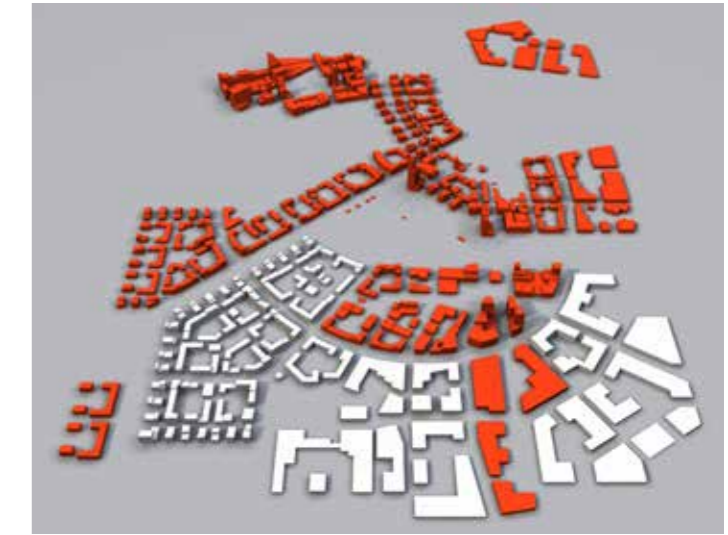
## 3. ETAPA 2023 – 2028

Zahusťovanie územia a optimalizácia mixu polyfunkcie. Dokončenie výstavby s 600.000m<sup>2</sup> podlažnej plochy brutto a dopravných napojení.



## 3. STAGE 2023–2028

Densification of the area and optimization of the polyfunctional mix. Completion of the development with 600.000 m<sup>2</sup> of gross floor area and transport connections.

Obrázok 15 Jednotlivé etapy projektu 2010 – 2028<sup>53</sup>Figure 15 Individual stages of the 2010–2028 project<sup>53</sup>

## 3.4.3 Štruktúra projektu

## Structure of the project

**Severná štvrť**, železničná stanica a obchodná ulica – dopravný uzol, železničné námestie, prepojenie obchodnou ulicou s centrálnym parkom.

**Zelené centrum** a jeho predĺženie na východ a západ – centrálny park s umelým jazerom, radiálne smerovanie k tomuto bodu.

**Ringstraße** – spája všetky hlavné prízajzdové cesty v oblasti, vytvára koridor medzi centrom a periferiou, prepája rôzne funkcie.

**Priemyselné oblasti** – v okrajových oblastiach, čiastočne definujú vstup na územie – podstatné aj architektonické stvárnenie.

**Oblasť vedy a vzdelávania** – oblasť s až 300.000m<sup>2</sup> hrubej podlažnej plochy, spájané s mixom funkcií – zaistenie života a kvality v tejto oblasti počas celého roka.

**Superblocks** pozdĺž metra – dôležité pre integráciu vyvýšenej trate do okolitej zástavby.

**Northern quarter**, railway station and shopping street – transport hub, railway square, connection with shopping street and central park.

**The green center** and its extension to the east and west – a central park with an artificial lake, radial direction to this point.

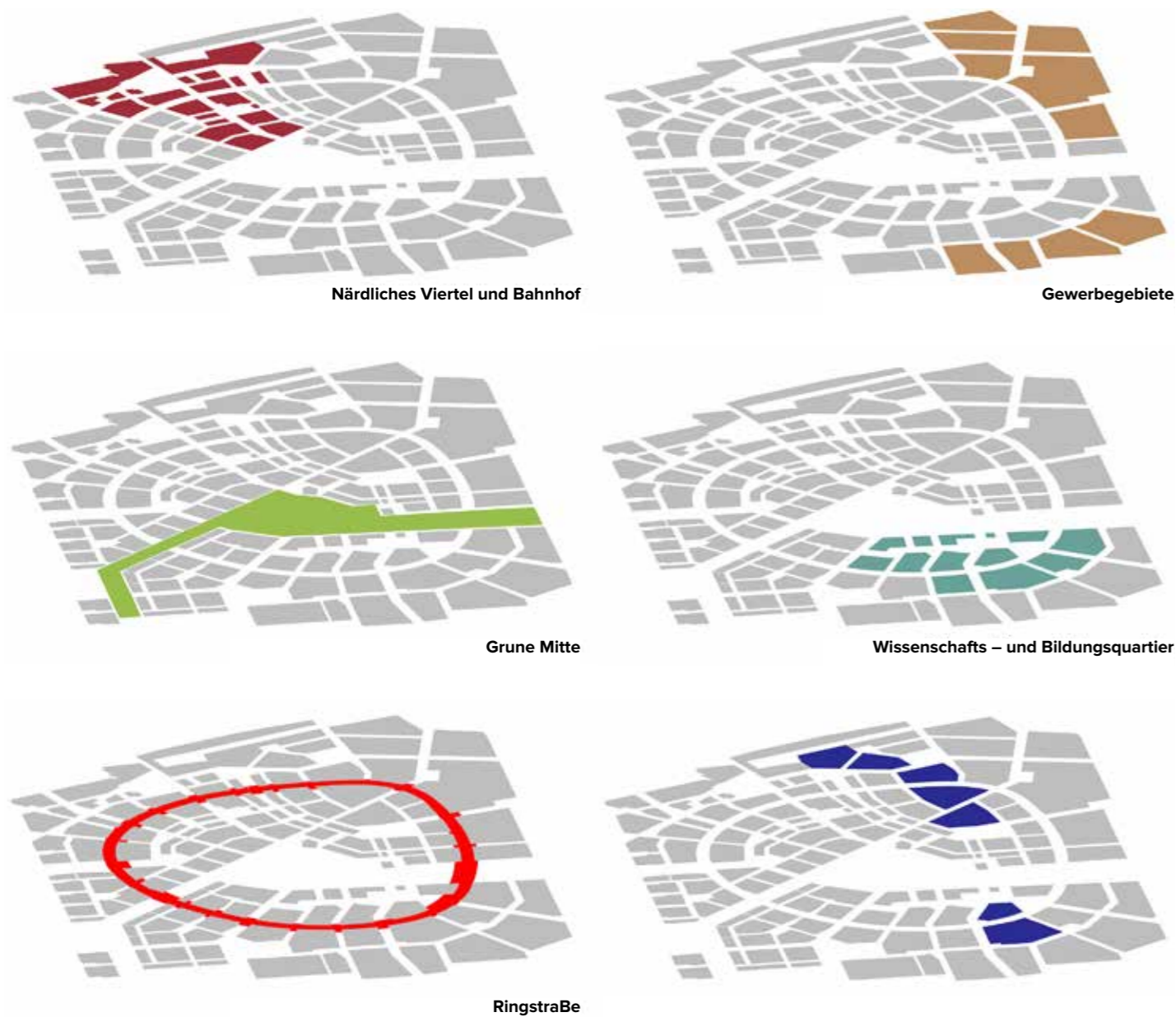
**Ringstraße** – connects all the main access roads in the area, creates a corridor between the center and the periphery, connects various functions.

**Industrial areas** – in peripheral areas, partially define the entrance to the territory – substantial and architectural rendering.

**The area of science and education** – an area with up to 300,000 m<sup>2</sup> of gross floor area, combined with a mix of functions – ensures life and quality in this area throughout the year.

**Superblocks** along the subway – important for the integration of the elevated line into the surrounding development.





Obrázok 16 Urbanistická štruktúra Seestadt Aspern<sup>53</sup>  
Figure 16 The urban structure of Seestadt Aspern<sup>53</sup>

### 3.4.4 Ciele projektu

#### Objectives of the project

Základným cieľom projektu je odpoveď na otázku – čo, ako a pre koho sa má na novom území stavať. Zohľadňujú sa predpisy nadradeného územného plánovania, politické ciele, analýzy skutočného stavu, odhad dopytu trhu, odhad cenovej dostupnosti, konzultácie s obyvateľmi žijúcimi v okolí (participácia obyvateľstva), odhady odborníkov z vedenia mesta a externých konzultantov.

Ďalším cieľom projektu je dobré dopravné napojenie, veľká ponuka stavebných pozemkov, vysoká kvalita verejných a zelených priestranstiev. Dopravné napojenia: zástavka Schnellbahn (napojenie na letisko Schwechat), ÖBB prepojenie Bratislava-Viedeň, dve zastávky metra (napojenie na Hauptbahnhof, centrum mesta a prístav), napojenie na diaľnice a rýchlostné cesty.

Projekt Seestadt Aspern by mal pokryť kapacity bývania pre 20.000 ľudí a 20.000 pracovných miest v oblasti administratívy a služieb a 6.000 pracovných miest v oblasti výroby.

The basic goal of the project is to answer the question – what, how and for whom to build on the new territory. The regulations of the superior spatial planning, political goals, analyses of the actual situation, estimation of market demand, estimation of affordability, consultations with residents living in the vicinity (participation of the population), opinions of experts from the city management and external consultants are taken into account.

Another goal of the project is a good transport connection, a large offer of building plots, public and green spaces of a high quality. Transport connections: Schnellbahn stop (connection to Schwechat airport), ÖBB connection Bratislava-Vienna, two subway stops (connection to Hauptbahnhof, city center and port), connection to highways and expressways.

The Seestadt Aspern project should cover accommodation capacity for 20.000 people and 20.000 jobs in the field of administration and services and 6.000 jobs in the field of production.

Nemenej dôležitá je tvorba atraktívnej oblasti s možnosťou rozvoja pre vedu a výskum. Rozhranie medzi východnou a západnou Európou je atraktívne pre regionálne a medzinárodné spoločnosti, vzdelávacie a výskumné ústavy alebo organizácie.

V rámci štvrte by mal vzniknúť plnohodnotný život, teda polyfunkčná štvrť, kde je zastúpené bývanie, vzdelanie, práca, s vybudovanou infraštruktúrou a zásobovaním, voľnočasovými aktivitami, športom a kultúrou. Cieľom projektu nebolo vybudovať ďalšie sídlisko, ale centrum pre 22. Bezirk (okres) a hraničné oblasti – nárast obyvateľstva v tejto mestskej časti bol 55.000 obyvateľov za posledných 30 rokov, prognóza na ďalších 30 rokov je ďalších 30.000 obyvateľov. Vzniká mesto krátkych vzdialeností.

### 3.4.5 Verejný priestor Public Space

Verejný priestor a zelené priestranstvá získavajú špeciálny význam a kvalitu. Ulice a nezastavané plochy sa stávajú ťažiskovým predmetom projektu a prestávajú byť zostatkovými plochami pri výstavbe. Verejný priestor má nabádať k pohybu peších a využívaniu bicyklov a zároveň fungovať ako komunikačný priestor, priestor pre každodenný verejný život, využívanie lokálnych prevádzok, obchodov, reštaurácií, športových a kultúrnych podujatí.

#### Základná koncepcia verejného priestoru:

- Jadrom je rozvoj kompaktnej, identitu vytvárajúcej priestorovej štruktúry, s mestskou kvalitou.
- Dôraz je kladený na vzťah medzi budovou a priestorom. Jeho pomer určuje verejnú/privátnu mieru parkov, ulíc a námestí.
- Dôraz na udržateľné koncepty osobnej a verejnej dopravy.
- Vytvorenie ulíc a verejných priestranstiev, s ľudským, obyvateľným, dôveryhodným a bezpečným charakterom.
- Doprava a verejný priestor, ktoré nie sú vo vzájomnom konflikte.
- Rozmiestnenie a organizácia zmiešaných funkcií.
- Inšpiratívne, otvorené a zdravé prostredie, ktoré má schopnosť spájať ľudí, miesta a činnosti, sa dá dosiahnuť len na emocionálnej úrovni ľudského správania.
- Spojiť verejný život univerzít, škôl, kultúrnych inštitúcií a spoločností – základ pre budúci vývoj.
- Niektoré z návrhov sú zámerne otvorené – podnecujú permanentný intuitívny prístup založený na dialógu, revízii a adaptácii.
- Mesto je vnímané cez verejný priestor – jeho stváranie aj jeho vzťah ku vstupom budov, oknám.
- Vzniká rôzna hierarchia verejného priestoru.
- Napojenie na existujúce okolie – radiálne usporiadanie ulíc umocňuje jeho integráciu.
- Možnosť dodatočného rozvoja územia (S, J), je zanechaná možnosť intenzívnejšieho využitia priestoru v ďalších fázach – výstavba, nadstavba, zahustenie.

Equally important is the creation of an attractive area with the possibility of development for science and research. The interface between Eastern and Western Europe is attractive for regional and international companies, educational and research institutes or organizations.

A fulfilling life should be created within the district, i.e. a multi-functional neighborhood where housing, education, work, with built infrastructure and supplies, leisure activities, sports and culture are represented. The goal of the project was not to build another housing estate, but a center for the 22nd Bezirk (city district) and border areas – the population increase in this part of the city was 55.000 inhabitants in the last 30 years, the forecast for the next 30 years is additional 30.000 inhabitants. A city of short distances is emerging.

Public space and green spaces acquire a special meaning and quality. Streets and undeveloped areas become the focal point of the project and are no longer residual areas during construction. The public space is to encourage pedestrian movement and bicycle use, while at the same time functioning as a communication space, a space for everyday public life, the use of local establishments, shops, restaurants, sports and cultural events.

#### Basic concept of public space:

- The core is the development of a compact, identity-creating spatial structure with an urban quality.
- Emphasis is placed on the relationship between the building and the space. Its ratio determines the public/private ratio of parks, streets and squares.
- The concept of private and public transport, its impact on the built and natural environment.
- Creating streets and public spaces with a human, livable, trustworthy and safe character.
- Transport and public space that are not in conflict with each other.
- Layout and organization of mixed functions.
- An inspiring, open and healthy environment that has the ability to connect people, places and activities can only be achieved at the emotional level of human behavior.
- To connect the public life of universities, schools, cultural institutions and societies – a basis for future development.
- Some of the proposals are intentionally open-ended – they encourage a permanent intuitive approach based on dialogue, revision and adaptation.
- The city is perceived through public space – its representation and its relationship to building entrances, windows.
- A different hierarchy of public space is created.
- Connection to the existing neighborhood – the radial arrangement of the streets enhances its integration.
- The possibility of additional development of the territory (S, J), the possibility of more intensive use of the space in the next phases – construction, superstructure, densification – is kept.



### 3.4.6 Vplyv projektu na životné prostredie a ochrana prírodných zdrojov

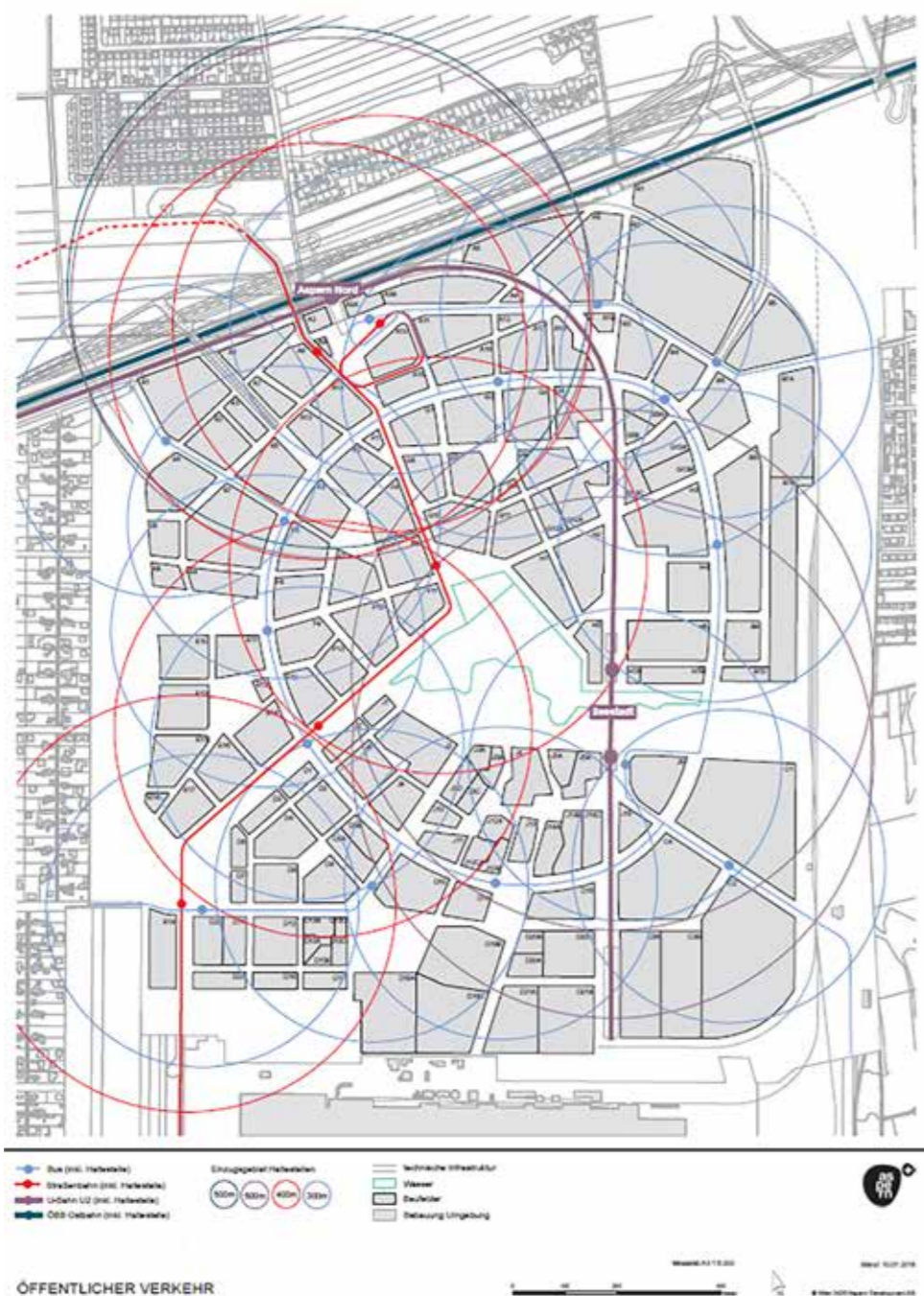
#### The impact of the project on the environment and protection of natural resources

Seestadt Aspern je jeden z prvých projektov v rámci Rakúska, pre ktorý bola urobená EIA – posudzovanie vplyvov na životné prostredie (UVP – Umweltverträglichkeitsprüfung) v oblasti urbanizmu. Potrebnou bola aj EIA k projektu komunikácií napojenia areálu.

V rámci projektu sa kládol dôraz na minimalizovanie motorizovanej dopravy. V okolí Ringstraße boli vybudované zberné garáže, automobilová doprava je len vo veľmi obmedzenej miere púšťaná do obytných zón. Obyvatelia majú z bytov takmer rovnakú vzdialenosť k svojmu zaparkovanému autu ako k zastávke MHD. Vznikli úmyselne atraktívne pešie a cyklistické trasy.

Seestadt Aspern is one of the first projects in Austria for which an EIA – environmental impact assessment (UVP – Umweltverträglichkeitsprüfung) was carried out in the field of urban planning. An EIA of the communication project connecting the area was also required.

Within the project, emphasis was placed on minimizing motorized traffic. Above-ground garages have been built in the vicinity of Ringstraße, car transport is only allowed in residential areas to a very limited extent. Residents have almost the same distance from their apartments to their parked car as to the public transport stop. Attractive walking and cycling routes were created on purpose.



Obrázok 17 Dopravné riešenie Seestadt Aspern<sup>55</sup>

Figure 17 Traffic solution and street system of Seestadt Aspern<sup>55</sup>

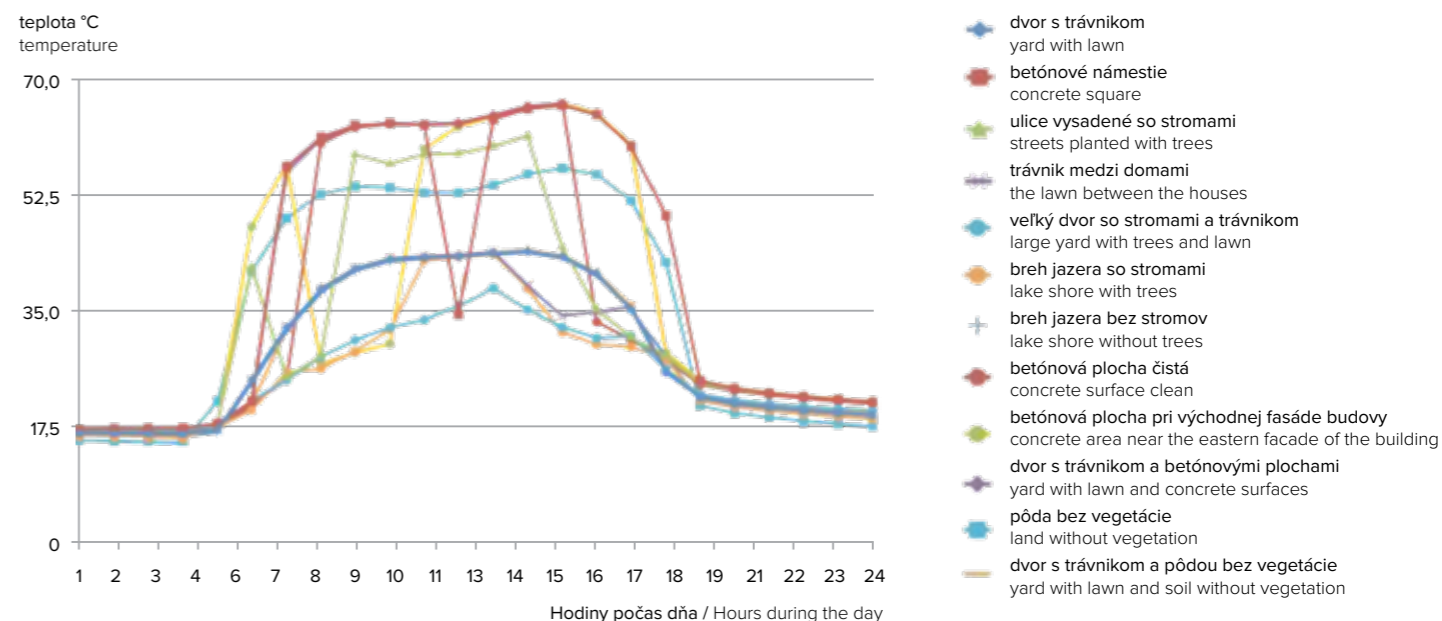
55 [https://www.aspern-seestadt.at/jart/prj3/aspern/data/downloads/180110\\_oeffentlicher\\_Verkehr\\_2018-02-01\\_1702444.pdf](https://www.aspern-seestadt.at/jart/prj3/aspern/data/downloads/180110_oeffentlicher_Verkehr_2018-02-01_1702444.pdf)

Urbanistické riešenia projektu podporujú energetickú efektívnosť budov. Výrazná je práca s preslnením, zatienením a vetrom: výška budov stúpa z juhu na sever – maximálne využitie solárnej energie, eliminácia prílišného zatienenia. Kruhový pôdorys oblasti, doplnený o vhodnú výsadbu a miestami tesné umiestnenie objemov zástavby redukujú prízemné vetry a tepelné straty. Zlúčená, často uzavretá zástavba umožňuje centrálnu zásobovanie teplotom – minimalizujú sa tepelné straty typické pre samostatne stojace budovy. Budovy sú energeticky efektívne, často navrhnuté v pasívnom štandarde.

Prevedené simulácie načrtli súbor opatrení na zmiernenie účinkov globálneho otepľovania ako výsadba stromov, zelené fasády a minimalizácia zastavaných plôch. V urbanistickej štruktúre štvrte ostáva 50% nezastavaných priestranstiev.

The urban solutions of the project support the energy efficiency of buildings. The work with overshadowing, shading and wind is significant: the height of buildings increases from south to north – maximum use of solar energy, elimination of excessive shading. The circular floor plan of the area, complemented by suitable planting and in some places the tight placement of building volumes reduce ground winds and heat losses. The integrated, often enclosed development allows for a district heating system – the heat losses typical of detached buildings are minimized. Buildings are energy efficient, often designed in a passive standard.

The simulations carried out outlined a set of measures to mitigate the effects of global warming, such as planting trees, green facades and minimizing built-up areas. In the urban structure of the district, 50% of undeveloped spaces remain.



Obrázok 18 Denné zmeny radiačnej teploty (v °C)<sup>56</sup>

Figure 18 Daily changes in radiant temperature (in °C)<sup>56</sup>

Štúdiá potvrdila možnosť vybudovania prevádzky na využívanie zemného tepla o výkone 18 MW. Zásobovanie energiou na kúrenie/prípravu teplej vody v zime a chladenie/prípravu teplej vody v lete.

Odpadový materiál nahromadený na pozemku (výkop jazera, demolácia prístavacích dráh) bol využitý v rámci pozemku (modelovanie terénu, výstavba ciest). Taktiež bol vytvorený dočasný sklad materiálu v rámci pozemku. Vďaka tomu bolo ušetrených 55.000 jazd kamiónov. Najmenej 60% stavebnej hmoty a materiálov bolo prepravovaných železnicou.

The study confirmed the possibility of building an operation for the use of geothermal energy with an output of 18MW. Energy supply for heating/preparation of hot water in winter and cooling/preparation of hot water in summer.

The waste material accumulated on the plot (excavation of the lake, demolition of runways) was used within the plot (terrain modeling, road construction). A temporary material warehouse was also created within the plot. Thanks to this, 55,000 truck trips were saved. At least 60% of construction materials and materials were transported by rail.

56 (AIT-Austrian Institute of Technology GmbH: Loibl W. & Tötzer T.)

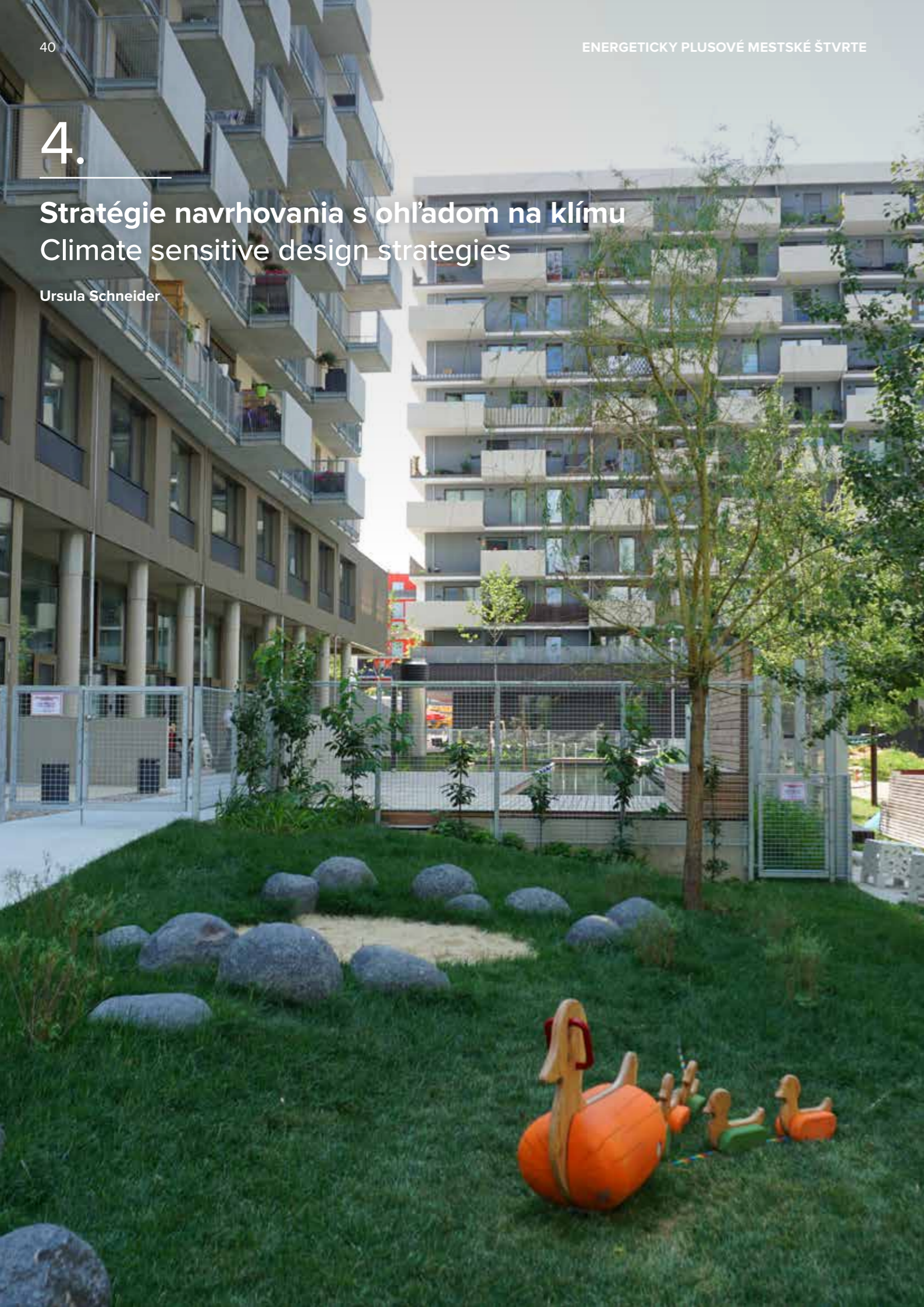


## 4.

## Stratégie navrhovania s ohľadom na klímu

### Climate sensitive design strategies

Ursula Schneider



Vo väčšine oblastí sveta ľudia potrebujú zdroje energie, aby si mohli vytvoriť príjemné podmienky s teplotou v miestnosti 22 až 26 °C, relatívnou vlhkosťou 40 až 60 % a dostatočným množstvom vzduchu na dýchanie v budovách. Zatiaľ čo v miernych pásmach, ako je stredná Európa, je na to potrebné relatívne malé množstvo energie – za predpokladu, že budovy sú citlivé na klímu, inde sa na dosiahnutie rovnakej úrovne komfortu musí spotrebovať oveľa viac energie.

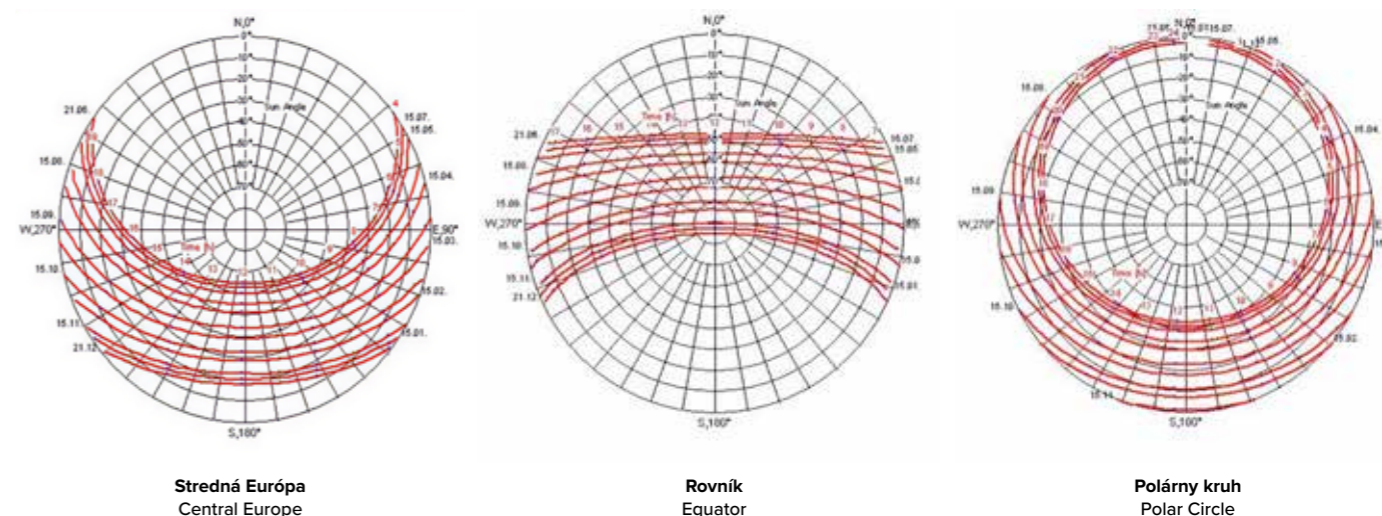
In most areas of the world, people need energy sources to create comfortable conditions for themselves with 22 to 26 °C room temperature and a relative humidity of 40 to 60 % and sufficient breathing air in buildings. While this requires relatively small amounts of energy in temperate zones such as Central Europe – assuming climate-sensitive buildings – much more energy must be used elsewhere to achieve the same level of comfort.

#### 4.1 Venujte pozornosť klíme

##### Pay attention to the climate

Východiskovým bodom pre každý návrh je klíma existujúca v danej lokalite, pričom rozhodujúci je priebeh slnečného žiarenia počas dňa a roka. Je dôležité si uvedomiť, že v strednej Európe vychádza slnko na východe a zapadá na západe len v marci a septembri, zatiaľ čo v zime vychádza na juhovýchode a zapadá na juhozápade a na poludnie je približne 20° nad obzorom. Naopak v lete vychádza na severovýchode a zapadá na severozápade a na poludnie je 60° nad obzorom. Čím severnejšie, tým pomalšie klesá pod obzor. To je v úplnom protiklade s rovníkovou polohou, kde slnko v podstate počas celého roka vychádza na východe a zapadá na západe, denne dosahuje oblasť zenitu a najkratšou cestou vertikálne mizne za horizontom. Kombinácia s trvaním slnečného žiarenia, oblačnosťou, hmlou, zrážkami, vetrom a výslednými parametrami teploty vzduchu a priemernej teploty prízemných vrstiev zeme/podzemnej vody tvorí základné klimatické, a teda vonkajšie rámcové podmienky pre projekt.

The starting point for each design is the climate existing at the respective location, with the sun's path during the day and year being disproportionately decisive. It is important to note that in Central Europe the sun only rises in the East and sets in the West in March and September, while in winter it rises in the South East and sets in the South West and is about 20° above the horizon at noon. In summer, on the other hand, it rises in the North East and sets in the North West and is 60° above the horizon at noon. The further North, the more dragging and therefore slower the flat sun sinks below the horizon. This is in complete contrast to an equatorial location, where the sun essentially rises in the East and sets in the West throughout the year, reaching the area of the zenith daily and disappearing vertically behind the horizon by the shortest route. The combination with the duration of insolation, cloud cover, fog, haze, precipitation, wind and the resulting parameters of air temperature and average temperature of the near-surface earth/groundwater layers form the essential climatic and therefore external framework conditions for the design.



Obrázok 19 Každoročný východ Slnka  
Figure 19 Annual sunrise



## 4.2 Používanie a obsadenie

### Use and occupancy

Naopak, vnútorné rámcové podmienky sú definované typom využitia a hustotou obsadenia ľuďmi a elektrickými zariadeniami vyžarujúcimi teplo/chlad. Obytné miestnosti, (otvorené) kancelárie, vzdelávacie miestnosti, prednáškové sály, laboratória, fitness miestnosti: V závislosti od množstva osôb alebo zariadení na m<sup>3</sup> priestoru prevláda potreba vykurovania alebo chladenia, požiadavka na vetranie a potreba zvlhčovania alebo odvlhčovania.

In contrast, the internal framework conditions are defined by the type of use and the occupancy density with people and heat/cold-emitting electrical equipment. Living rooms, (open-plan) offices, educational rooms, lecture halls, laboratories, fitness rooms: Depending on the amount of people or equipment per m<sup>3</sup> of space, heating demand or cooling demand, ventilation requirement and humidification or dehumidification demand dominate.

## 4.3 Výkon bez technológie

### Performance without technology

Cieľom návrhu citlivého na klímu je vždy vytvoriť základný komfort so samotnou budovou v čo najväčšej miere podľa vonkajších a vnútorných podmienok a technológiou doplniť len to, čo sa nedá dosiahnuť v návrhu budovy.

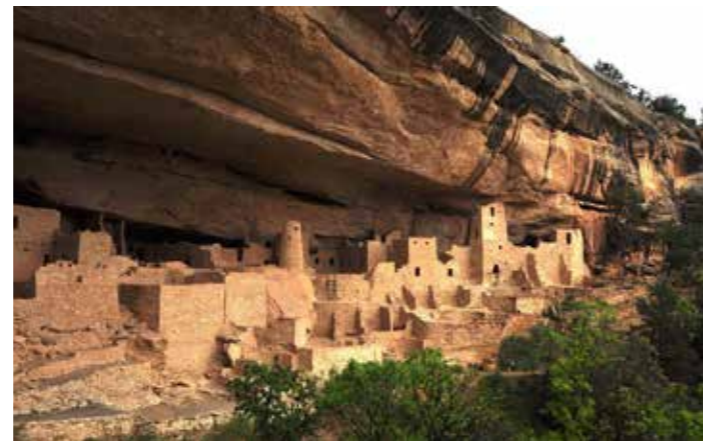
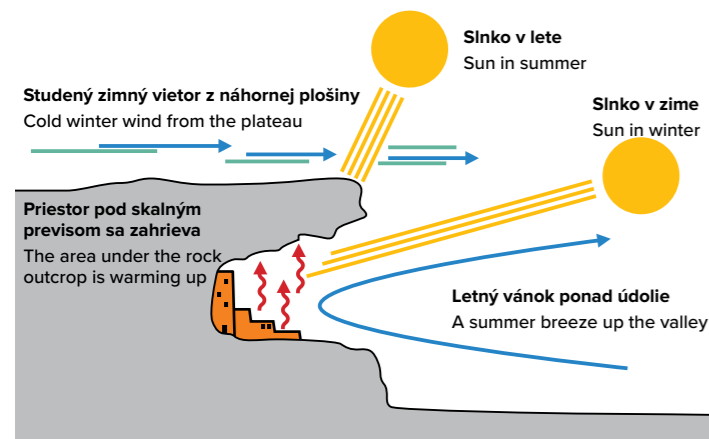
The goal of climate-sensitive design is always to create basic comfort with the pure building as much as possible according to the external and internal conditions, and to supplement with technology only what cannot be done in the building design.

## 4.4 Príklady z minulosti

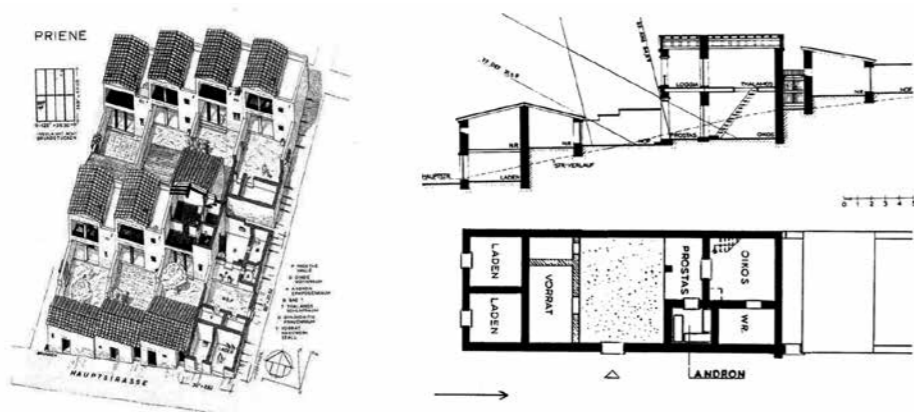
### Examples from the past

V minulých storočiach bolo stavať domy s ohľadom na klímu ešte dôležitejšie ako dnes. V tom čase bola energia k dispozícii vo veľmi obmedzenom množstve a bola veľmi drahá. Okrem slnka bol k dispozícii vietor, skromné množstvo vodnej energie a ako palivo drevo, drevené uhlie a živočíšny alebo rastlinný olej. Ten však bol k dispozícii len v takom malom množstve, že sa dal použiť nanajvýš na svietenie, ale nie na vykurovanie.

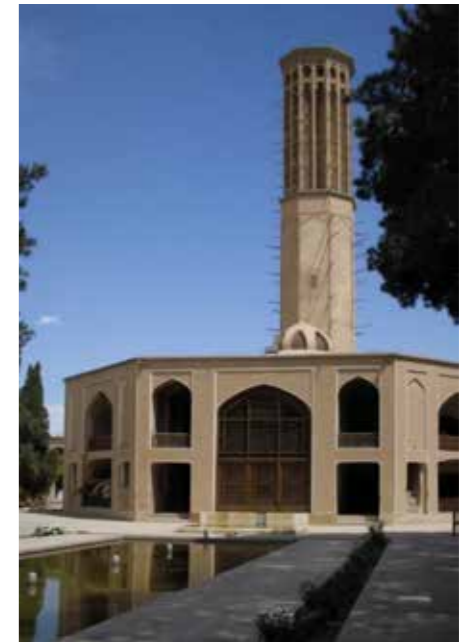
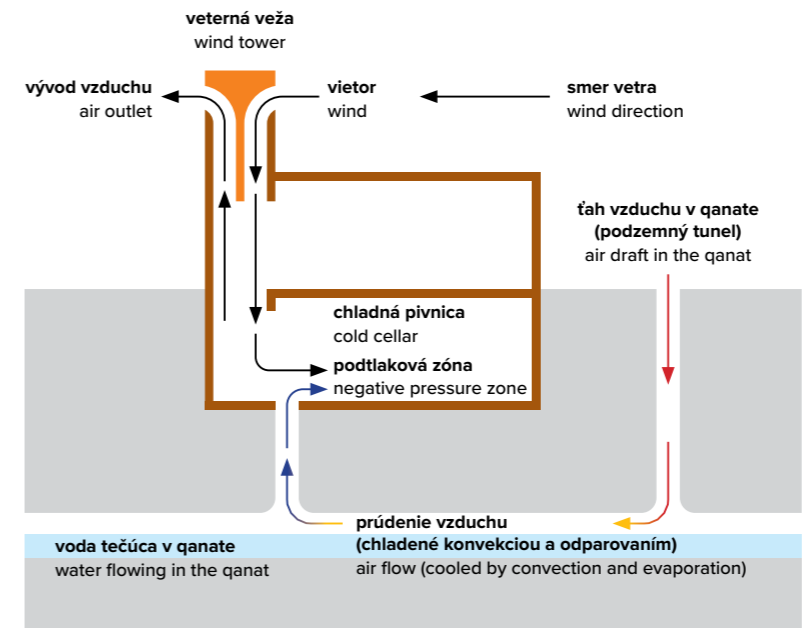
In past centuries, it was even more essential than today to build houses in a climate-sensitive way. At that time, energy was available in very limited quantities and was extremely expensive. Besides the sun, there was wind, a modest amount of water power, and wood, charcoal, and animal oil or vegetable oil as fuel. The latter, however, were only available in such small quantities that they could at best be used for lighting, but not for heating.



Obrázok 20 a Obrázok 21 Národný park Mesa verde, Colorado  
Figure 20 and Figure 21 Mesa Verde Nationalpark, Colorado (12 Jhdt)



Obrázok 22 Priene, Macedónsko, Átriové domy (300 p.n.l.)  
Figure 22 Priene, Makedonien, Atrium Houses (300 v.Chr.)



Obrázok 23 a Obrázok 24 Bādgīr – Lovec vetrov  
Figure 23 and Figure 24 Bādgīr – Wind catcher

## 4.5 Dizajn s ohľadom na podnebie

### Climate sensitive design

V stredoeurópskom podnebí sú odlišné odpovede na zimné a letné požiadavky. Meniace sa technológie ponúkajú v tomto smere možnosti, ako napríklad vonkajšia ochrana pred slnkom vo forme individuálne nastaviteľnej vonkajšej žalúzie namiesto protislnčného skla (keďže to nedokáže rozlišovať medzi zimou a letom).

In the Central European climate, answers to winter and summer – but in any case different – requirements are needed. Changing technologies offer possibilities in this respect, such as external sun protection in the form of an individually adjustable external venetian blind instead of solar control glass (since the latter cannot differentiate between winter and summer).

### 4.5.1 Stratégie na zimu Strategies for winter

Vo všeobecnosti sa projektanti snažia vyhovieť zimným podmienkam pomocou obálky budovy v kvalite pasívneho domu. Ak to funkčné a urbanistické požiadavky umožňujú, okná sa môžu použiť špeciálne na zavedenie pasívnej slnečnej energie a na zabezpečenie veľkého množstva denného svetla. Na tento účel sa dbá na čo najnižšiu hodnotu U (súčiniteľ prechodu tepla) a čo najvyššiu hodnotu priepustnosti svetla, pričom hodnota g (celková priepustnosť energie) sa zvyčajne stanovuje v strednom rozsahu na 0,5, aby bolo možné rovnako dobre pokryť letné aj zimné obdobie. Cieľom je, aby bolo možné získať slnečnú energiu v zime, ale aby v lete nespôsobovalo príliš vysoké príkony. V prípade miestností s požiadavkami na používanie bez oslnenia by sa na zatienenie v zime mali použiť vnútorné žalúzie proti oslneniu. Takto sa dá využiť slnečné teplo a zároveň sa zabráni oslneniu.

In general, planners try to meet winter conditions with a building envelope of passive house quality. If the functional and urban planning requirements allow, windows can be used specifically to introduce passive solar energy and to provide generous amounts of daylight. For this purpose, attention is paid to the lowest possible U value (heat transfer coefficient) and the highest possible light transmission value, while the g value (total energy transmittance) is usually set in the middle range at 0.5, in order to be able to cover summer and winter equally well. The goal is to be able to gain solar energy in winter, but not to cause too high inputs in summer. For rooms with glare-free usage requirements, internal anti-glare blinds should be used for shading in winter. In this way, solar heat can be used while at the same time avoiding glare.



Obrázok 25 Solárne zisky v zime, Co-living JAspern, POS architektken  
Figure 25 Solar gains in winter, Co-living JAspern, POS architektken

#### Denné svetlo

Pokiaľ ide o vysoké solárne zisky cez okenné plochy a dobré rozloženie svetla do hĺbky miestnosti, najvýhodnejšími vlastnosťami sú čo najvyšší podiel skla v porovnaní s rámom, napr. prostredníctvom nedelených sklenených plôch a tenkých rámov, bez nadpražia (alebo len s nízkym nadpražím) a tiež okná vo výške miestnosti, okrem svetlých povrchov miestnosti a svetlých otvorov.

#### Špecifické prehrievanie

V obytných budovách možno v zime špecificky povoliť prehrievanie miestností solárnymi ziskami, pretože intenzívne slnečné žiarenie má v období bez svetla aj zdravotný prínos.

#### Kompaktný plášť budovy

Okrem toho je kompaktný plášť budovy výhodný z hľadiska zimnej tepelnej ochrany. Pri zväčšovaní obvodového plášťa z architektonických dôvodov treba vždy zvážiť ich energetickú a súčasne aj finančnú nevýhodnosť.

#### Tepelná akumulačná hmota

Dostatočná akumulačná hmota na absorbovanie pasívnych solárnych ziskov alebo ziskov z iných nestálych obnoviteľných zdrojov energie (napr. z odčerpávania prebytočnej energie vetra a privádzania dodatočnej tepelnej energie, ktorú poskytuje tepelné čerpadlo prostredníctvom aktivácie stavebných prvkov) môže v zime doplniť systém.

#### Daylight

With regard to a high yield of daylight via the opening surfaces and a good distribution of light into the depth of the room, the most advantageous features are as high a proportion of glass as possible in comparison to the frame, e.g. through undivided glass surfaces and slim frames, no lintel (or only a low one) and also room-height windows, in addition to light-colored room surfaces and light-colored reveals.

#### Specific overheating

In residential buildings, the overheating of rooms by solar gains can be specifically allowed in winter, since the intense sunlight also has a health benefit in the lightless season.

#### Compact building envelope

In addition, a compact building envelope is advantageous for winter thermal protection. When enlarging the envelope for architectural reasons, these must always be weighed against the energetic and also the financial disadvantage at the same time.

#### Thermal storage mass

Sufficient storage mass to absorb passive solar gains or gains from other volatile renewables (e.g., from skimming excess wind power and bringing in additional heat energy provided by a heat pump via building component activation) can round out the system in winter.



Obrázok 26 a Obrázok 27 Priznané železobetónové dosky ako akumulačná hmota, ENERGYbase, POS architektken  
Figure 26 and Figure 27 Uncovered reinforced concrete slabs as a mass capable of storage, ENERGYbase, POS architektken

#### Mechanické vetranie s rekuperáciou tepla

Hoci mechanické vetranie nemá nič spoločné s citlivosťou na klímu, má zmysel alebo je absolútne nevyhnutné na niektoré účely (vzdelávanie, priestory na podujatia) a spája v sebe aj ďalšie vlastnosti, ako je vyšší teplotný komfort, vyššia kvalita vzduchu, vyššia zvuková izolácia, čo by bolo ťažko možné dosiahnuť vetracím oknami. Mechanické systémy sa dajú realizovať aj s menším úsilím, napr. odstránením potreby siete na odvod vzduchu a znížením objemu vzduchu použitím prepádových otvorov, kaskádovým využitím vzduchu a centrálnym odsávaním vzduchu na každom poschodí. Kaskádové využívanie vzduchu znamená, že vzduch z priestorov s privádzaným vzduchom prepadáva do iných priestorov skôr, ako sa odvedie z priestorov s odvádzaným vzduchom.

#### 4.5.2 Stratégie na leto Strategies for summer

V stredoeurópskom podnebí, ktoré sa v dôsledku klimatickej zmeny zahrieva dvakrát rýchlejšie ako svetový priemer, čoraz viac nadobúda význam venovať sa aj letným podmienkam, a to nielen pri navrhovaní kancelárskych budov a budov s vysokou mierou obsadenosti, ale aj pri bytovej výstavbe.

#### Tropické noci

Vo všeobecnosti treba venovať osobitnú pozornosť skutočným miestnym teplotným pomerom a počtu tropických nocí. (t. j. teplota neklesne pod 20 °C) Lokalita v centre mesta a okrajová štvrť s množstvom zelene sú v lete ako dva rozdielne svety.

#### Súbor viacložkových opatrení

Klimatická citlivosť pre leto znamená kombináciu rôznych opatrení. Okrem dobrej tepelnej izolácie, vysokej kvality zasklenia a mierneho podielu okien je mimoriadne dôležitá vonkajšia ochrana pred slnkom.

#### Mechanical ventilation with heat recovery

Although mechanical ventilation has nothing to do with climate sensitivity, it makes sense or is absolutely necessary for some uses (education, event rooms) and also combines other qualities such as higher temperature comfort, higher air quality, higher sound insulation, which would hardly be possible via window ventilation. Mechanical systems can also be implemented with less effort, e.g. by eliminating the need for an exhaust air network and reducing air volumes by using overflow openings, cascading air utilization and central exhaust ventilation on each floor. Cascading air utilization means that air from supply air spaces overflows into other areas before it is discharged from exhaust air spaces.

In the Central European climate, which is warming twice as fast as the world average due to climate change, it is becoming increasingly important to consider summer conditions, not only in the design of office and high-occupancy buildings, but also in residential construction.

#### Tropical nights

In general, special attention should be paid to real local temperature patterns and the number of tropical nights. (i.e. temperature does not drop below 20°C) An inner-city location and a leafy outskirts district are worlds apart in summer.

#### Set of measures from several components

Climate sensitivity for the summer case means a combination of different measures. In addition to good thermal insulation, high glazing quality and a moderate proportion of windows, external sun protection is particularly important.





**Obrázok 28** Prímeraný podiel okien, prednášková sála a administratívna budova HS Landshut, POS architektken  
**Figure 28** Moderate share of windows, Hörsaal und Verwaltungsgebäude HS Landshut, POS architektken

#### Ochrana pred slnečným žiarením

Konštrukčné slnečné tienenie (napr. markíza, zastrešenie) ponúka pri správnej aplikácii mnoho výhod, ale nikdy nie je také účinné ako napríklad vonkajšie žalúzie, pretože nedokáže blokovať výrazné difúzne žiarenie.

V praxi sa osvedčilo používanie perforovaných vonkajších žalúzií s priemerom otvoru približne 0,7 mm a podielom otvorov 5-8 %. O niečo horší tieniaci účinok je sprevádzaný obrovskou výhodou transparentnosti a dostatočnej výťažnosti denného svetla, preto perforované žalúzie nevyžadujú dodatočné umelé osvetlenie ani pri úplnom zatvorení.

Okrem toho je použitie takejto „uzavretej“ ochrany pred slnkom užitočné nielen vtedy, keď na fasádu dopadá priame slnko, ale aj – najmä počas horúcich dní s teplotou nad 29 °C – takmer počas celého dňa, bez ohľadu na smer kompasu. Tepelnú výhodu však treba dať do kontrastu s tým, že niektorí ľudia sa pri takomto množstve tieňa – napriek možnosti priehľadu – cítia príliš izolovaní od vonkajšieho sveta a nie sú ochotní udržiavať slnečnú clonu zatiahnutú.

#### Solar protection

Structural solar shading (e.g., a canopy) offers many benefits when properly applied, but is never as effective as, say, an exterior venetian blind because it cannot block significant diffuse radiation.

In practice, the use of perforated external venetian blinds with a hole diameter of approx. 0.7 mm and a hole proportion of 5-8 % has proven to be suitable. The somewhat poorer shading effect is accompanied by the enormous advantage of transparency and sufficient daylight yield, which is why perforated blinds do not require additional artificial lighting even when fully closed.

In addition, the use of such “closed” sun protection is not only useful when there is direct sun on the facade, but also – especially on hot days above 29 °C – almost during the entire day, regardless of the compass direction. However, the thermal advantage must be contrasted with the fact that some people feel too isolated from the outside world when there is so much shade – despite the possibility of seeing through – and are not prepared to keep the sunshade drawn.



**Obrázok 29** Vnútrorné tienenie prostredníctvom konštrukčnej ochrany pred slnkom, Co-living JAspem, POS architektken  
**Figure 29** Intrinsic shading through constructive Sun protection, Co-living JAspem, POS architektken



**Obrázok 30** Transparentná perforovaná slnečná clona, ENERGYbase, POS architektken  
**Figure 30** Perforated sunshade with transparency, ENERGYbase, POS architektken



**Tepelná akumulčná hmota**

Tepelná akumulčná hmota v budove je nevyhnutná najmä v lete. Dobrým prostriedkom na dosiahnutie tohto cieľa sú železobetónové stropy, vyhýbanie sa zaveseným stropom a tiež potery s kamennou alebo keramikom povrchovou úpravou s vysokou špecifickou tepelnou akumuláciou. Tým sa spomalí nárast teploty v miestnosti počas dňa, pričom stavebné prvky sa v noci „vybijú“, a preto môžu počas dňa opäť absorbovať tepelnú energiu. Najmä pri drevostavbách je dôležité zvýšiť akumulčnú hmotnosť prostredníctvom povrchovej úpravy.



**Obrázok 31** Vysoko kumulčný kameň na podlahe, hlinená omietka 2-vrstvová na strope ako akumulčná hmota, Plne ekologická strešná nadstavba, POS architekten  
**Figure 31** High storage soapstone on the floor, clay plaster 2-layer on the ceiling as a storage mass, Fully ecological roof extension, POS architekten

**Thermal storage mass**

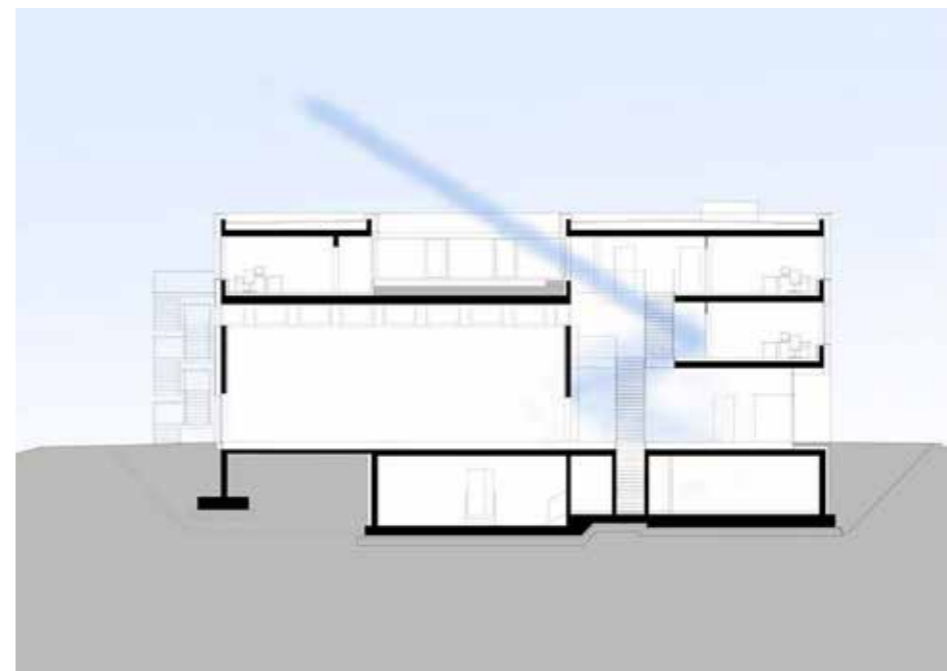
A high heat storage mass in the building is essential, especially in summer. Reinforced concrete ceilings are a good means of achieving this, as is the avoidance of suspended ceilings, and also screeds with stone or tile coverings with a high specific heat storage quality. This slows down the temperature rise in the room during the day, while the building components are “discharged” at night and can therefore absorb heat energy again during the day. In wood construction in particular, it is important to increase the storable mass via the finishing.

**Chladienie cez noc**

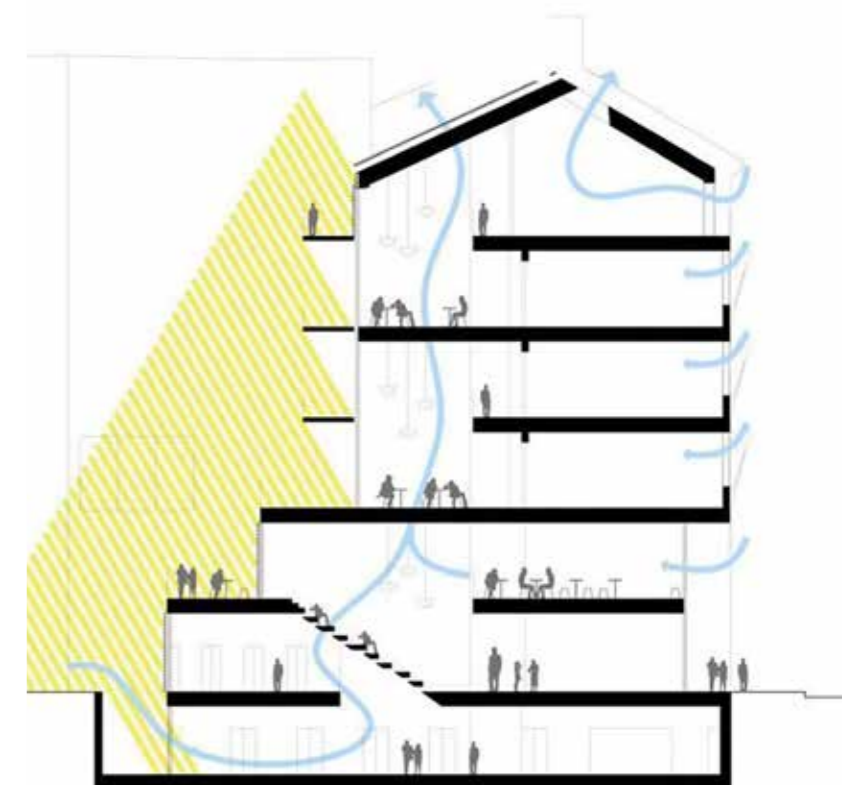
Na to, aby nízkoenergetický prístup fungoval bez chladenia, je nevyhnutné nočné chladienie budovy. Ak to nie je možné, pretože vonkajšia teplota v noci neklesne pod 20 °C, nie je možné ani pri najlepších opatreniach zaručiť teplotu v miestnosti počas dňa pod 26 °C.

**Free cooling overnight**

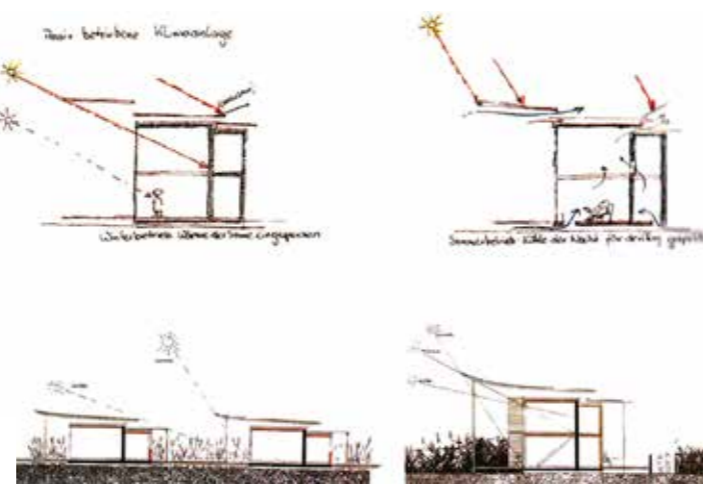
For the low-tech approach to work without cooling, nighttime cooling of the building is essential. If this is not possible because the outdoor temperature at night does not fall below 20 °C, it is not possible to guarantee a room temperature below 26 °C during the day, even with the best measures.



**Obrázok 34 a Obrázok 35** Prírodné vetranie, foyer, prednášková sála a administratívna budova, HS Landshut, POS architekten  
**Figure 34 and Figure 35** Free cooling, Foyer, Hörsaal und Verwaltungsgebäude, HS Landshut, POS architekten



**Obrázok 36 a Obrázok 37** Prírodné vetranie, otvorené výučbové zóny, Sperlgymsium, POS architekten  
**Figure 36 and Figure 37** Free cooling, open learning zones, Sperlgymsium, POS architekten



**Obrázok 32 a Obrázok 33** Vnútrotná stena a podlahová doska z RC ako úložná hmota, rekreačné stredisko „Inselwelt“, Georg W. Reinberg, Jois  
**Figure 32 and Figure 33** RC inner wall and floor slab as a storage mass, Holiday Resort „Inselwelt“, Georg W. Reinberg, Jois



Avšak počas všetkých dní, keď nočná teplota klesne primerane nízko, je možné budovu účinne ochladzovať pomocou nočného vetrania. To si vyžaduje vysokú intenzitu výmeny vzduchu, ktorú možno zvyčajne dosiahnuť len krížovým vetraním a v prípade jednostrannej orientácie okien len veľkým otvárateľným prierezom a čo najväčšou výškou okna.

Sklápanie okien nie je dostatočné; namiesto toho je potrebné mať dve vysoké okná alebo dvere úplne otvorené na jednu obytnú miestnosť s rozlohou približne 25 m<sup>2</sup>.

Pri bezveterných nociach, keď sa nedá zabezpečiť vysoká intenzita výmeny vzduchu ani pri krížovom vetraní, je výhodný komínový efekt prostredníctvom vyššej výšky miestnosti alebo odvod vzduchu cez schodiská alebo viacpodlažné vetracie priestory.

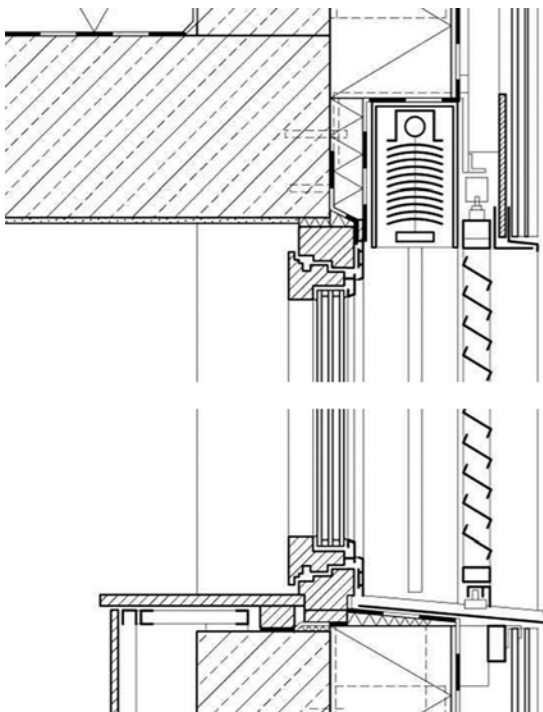
Pri nočnom vetraní je dôležité zabezpečiť prevádzku, keď sa jedná o low-tech, tak ide o manuálnu obsluhu. Keďže v lete nie sú zriedkavé noci s búrkami z tepla, musí byť zabezpečená aj ochrana proti dažďu a búrkam. Okrem toho treba zvážiť ochranu proti vlámaniu. Treba nájsť aj „organizačné“ riešenie problému prievania a prefukovania papiera alebo iných ľahkých materiálov. V neposlednom rade treba zohľadniť zvýšenú námahu pri čistení, ktorá vyplýva z vysokej výmeny vzduchu s nefiltrovaným (prachom zaneseným) vonkajším vzduchom.

However, on all days when the night temperature falls correspondingly low, the building can be cooled down effectively with the help of night ventilation. This requires a high air exchange rate, which can usually only be achieved by cross-ventilation, and in the case of one-sided window orientation only by a large openable cross-section and the highest possible window height.

Tilting the windows is not sufficient; instead, it is necessary to keep two high windows or French doors completely open per recreation room of approx. 25 m<sup>2</sup>.

For windless nights, when a high air exchange rate cannot be ensured even with cross-ventilation, the chimney effect through higher room height or exhaust air via staircases or multi-story air spaces is advantageous.

When it comes to night ventilation, it is important to ensure operation, because low-tech also means manual. Since nights with heat storms are not uncommon in summer, there must also be rain and storm protection. In addition, burglary protection must be considered. An “organizational” solution must also be found for the issue of drafts and blowing paper or other light materials. Last but not least, the increased cleaning effort resulting from the high air exchange with unfiltered (dust-carrying) outside air must be taken into account.



**Obrázok 38 a Obrázok 39** Ochrana proti dažďu a vlámaniu, prednášková a administratívna budova, HS Landshut, POS architektken  
**Figure 38 and Figure 39** Rain and burglary protection, Hörsaal und Verwaltungsgebäude, HS Landshut, POS architecten

V zásade sa musí vždy zohľadniť vnútorné tepelné zaťaženie na m<sup>3</sup> uzavretého priestoru. S ohľadom na letné prehrievanie je vo všeobecnosti výhodné umiestniť čo najmenej ľudí do čo najväčších miestností. To je samozrejme vždy v rozpore s kompaktnými objemami budov/miestností a dostatočným a hospodárnym využitím priestoru.

In principle, the internal heat loads per m<sup>3</sup> of enclosed space must always be taken into account. With regard to summer overheating, it is generally advantageous to accommodate as few people as possible in as large rooms as possible. Of course, this is always in conflict with compact building/room volumes and a sufficient and economical use of space.

## 4.6 Príklady Examples

Na ilustráciu uvádzame niekoľko príkladov z rôznych klimatických oblastí.

Some examples from different climates will be brought to illustrate.

### 4.6.1 Zásobovanie budov energiou, fotovoltaika Energy supply on buildings, PV

V budúcnosti budú všetky budovy zabezpečovať energiu na svojom povrchu, najmä elektrickú energiu. Integrácia fotovoltaických prvkov do fasády, ale aj na strechu, je úlohou projektanta a nesmie sa ponechať len na elektrotechniku. Strecha ako piata fasáda domu musí byť plnohodnotným prvkom návrhu.

Fotovoltaika v niektorých prípadoch nemusí realizovať hneď, alebo ešte nie v plnom rozsahu, v každom prípade sa musia vytvoriť plochy, aby sa mohla aplikovať neskôr.

Za 50 rokov bude výroba energie na obálke budovy taká samozrejmosťou, že si to už nikto nebude uvedomovať. Už dnes niektoré vybrané projekty túto požiadavku spĺňajú.

In the future, all buildings will provide energy on their surface, especially electricity. Integrating PV elements into the facade, but also on the roof, is a design task and must not be left to electrical engineering alone. The roof as the 5th facade of the house must be a full-fledged element of the design.

Even if photovoltaics may not be realized today in some cases, or not yet to the full extent, in any case the unbuilt areas must be created to retrofit this later.

In 50 years, energy production on the hull will be so self-evident that it will no longer be recognized at all. Even today, some selected projects already meet this requirement.



**Obrázok 40** Energy Academy Europe / Broekbakema + De Unie Architecten



**Obrázok 41** Haus am Berg, Sulzberg, Juri Troy



**Obrázok 42** Udržujte voľné plochy pre fotovoltaiku, Co-living Seeparq, POS architektken  
**Figure 42** Keep areas free for photovoltaics, Co-living Seeparq, POS architecten





**Obrázok 43** Fotovoltická fasáda, Obnova, Salathe architekten, Bazilej  
**Figure 43** Photovoltaic facade: Redevelopment, Salathe architekten, Basel



**Obrázok 44** Novostavba, Architekturbüro huggenbergerfries, Zürich  
**Figure 44** New construction, Architekturbüro huggenbergerfries, Zürich

#### 4.6.2 Zodpovednosť klienta Responsibility of the client

Pri low-tech budovách sa často nedodržiavajú platné normy alebo sa dodržiavajú neúplne. Potrebné rozhodnutia v tomto smere musí urobiť klient, ktorý si môže napríklad objednať dynamickú simuláciu budovy, aby preukázal rovnocennosť výsledku. Rozhodnutia, napr. v súvislosti s ochranou budovy proti vlámaniu, ale predovšetkým zásadné základné rozhodnutia, ako napr. v súvislosti s úrovňou a frekvenciou prekračovania požadovanej teploty v miestnostiach, alebo tiež určité prispôbenie v letnom a zimnom oblečení, ktoré musia znášať neskorší užívatelia, musia vopred urobiť zadávatelia. Projektanti môžu navrhnúť vhodné riešenia len vtedy, ak je na ne vyčlenený rozpočet.

#### 4.6.3 Užívatelia User contribution

Klimaticky citlivá budova, ktorá je zároveň nízkoenergetická, si vyžaduje rozumné používanie a aktívnu účasť obyvateľov. V konečnom dôsledku je na ich zodpovednosti, či sa v zime prevádzkuje ochrana proti oslneniu a v lete vonkajšia ochrana proti slnku, či sa všeobecne akceptuje ochrana proti slnku v lete, či sa akceptujú koncepty nočného vetrania a podporuje sa vysoká nočná výmena vzduchu, či sa akceptuje teplota v miestnosti 22 °C v zime a 26 °C v lete. Či obyvatelia nechávajú počas horúcich dní zatvorené okná, či sú ochotní obliekať sa podľa ročného obdobia, to všetko je na ich zodpovednosti.

Hoci volanie po nízkoenergetických budovách je čoraz hlasnejšie, na oplátku sa výrazne znížila nielen vôľa, ale predovšetkým schopnosť potenciálnych užívateľov prevádzkovať budovy citlivo a s osobnou zodpovednosťou. Čoraz častejšie sa – najmä z dôvodu nepochopenia – objavujú túžby po budovách, v ktorých sa dá všade a kedykoľvek konať kontraproduktívne a ktoré napriek tomu ponúkajú vysokú úroveň komfortu.

Touto publikáciou by sme chceli aspoň trochu prispieť k tomu, aby osвета a vzdelávanie viedli k udržateľnému konaniu.

With low-tech buildings, applicable standards are often not or not fully complied with. The necessary decisions in this regard must be made by the client, who can, for example, commission a dynamic building simulation to prove the equivalence of the result. The decisions, e.g. with regard to the burglary protection of a building, but above all essential basic decisions, such as with regard to the level and frequency of exceeding the required room temperature, or also a certain adaptation in summer and winter clothing, which the later users have to bear, must be made in advance by the commissioning parties. The planners can only propose the appropriate solutions if a budget has been set aside for them.

A climate-sensitive building that is also low-tech requires sensible use and the active participation of the occupants. In the end, it is their responsibility whether glare protection is operated in winter and external sun protection in summer, whether sun protection in summer is generally accepted, whether night ventilation concepts are accepted and high night air changes are supported. (e.g. by weighing down loose paper), whether room temperatures of 22 °C in winter and 26 °C in summer are accepted. Whether occupants keep windows closed on hot days, whether they are willing to dress according to the season, all this is their responsibility.

Although the call for low-tech buildings is becoming louder and louder, in return not only the will, but above all the ability of potential users to operate buildings sensitively and with personal responsibility has decreased significantly. More and more often – mainly due to a lack of understanding – there are desires for buildings in which one can act counterproductively everywhere and at any time and which nevertheless offer a high level of comfort.

With this scriptum we would like to contribute a little bit to the fact that enlightenment and education lead to sustainable actions.

# 5.

## Komponenty PED: Energetická efektívnosť PED Components: Energy efficiency

Vladimír Šimkovic





## 5.1 Budovy v pasívnom štandarde ako základ tvorby energeticky plusových štvrtí Passive House Buildings as a basis for creating positive energy districts

### 5.1.1 Čo je to pasívny štandard

#### What is Passive House Standard

Pre tvorbu energeticky plusových štvrtí je vhodné vychádzať z návrhu budov v pasívnom štandarde. Znížením energetickej náročnosti budov, či už novostavieb alebo obnovovaných a prechodom na bezemisné technológie v budovách môžeme významným spôsobom prispieť k zníženiu emisií vypúšťaných do ovzdušia.

Budovy s takmer nulovou potrebou energie vychádzajú z princípov pasívnych budov a vyznačujú sa veľmi nízkou spotrebou energie na zabezpečenie tepelnej pohody i na celú prevádzku.

### 5.1.2 Definícia pasívneho štandardu

#### Definition of passive house standard

#### Pasívne stavby definujeme nasledujúcimi hodnotami<sup>57</sup>:

- merná potreba tepla na vykurovanie najviac 15 kWh/m<sup>2</sup>a (a/ alebo tepelná strata menej ako 10 W/m<sup>2</sup>), na preukázanie dosiahnutej hodnoty sa používa výpočtový softvér PHPP (Passive House Planning Package) či ďalšie simulačné programy
- BlowerDoor test (BDT) – test vzduchovej priepustnosti obalového plášťa budovy s hodnotou hodinovej výmeny vzduchu netesnosťami n<sub>50</sub> najviac 0,6-násobok objemu meraného priestoru
- potreba primárnej energie (vrátane elektrospotrebičov) najviac 120 kWh/m<sup>2</sup>a

Charakteristiky pasívneho domu popisujú kvalitu obvodového plášťa a konštrukčného riešenia – nejde o jednoznačne definované hodnoty a podmienky, keďže súvisia aj s veľkosťou objektu a jeho architektonickým riešením, ale často ich tiež uvádzame:

Súčiniteľ prechodu tepla „U“ nepriehľadných obvodových konštrukcií by mal byť pod 0,15 W/(m<sup>2</sup>K), pre strešný plášť menej ako 0,1 W/(m<sup>2</sup>K), súčiniteľ „U“ okien by malo byť pod 0,85 W/(m<sup>2</sup>K) a ak chceme počítať s pasívnym využitím solárnych ziskov, mali by okná prepúšťať minimálne polovicu slnečnej energie (g > 0,5). Konštrukcia stavby je riešená bez tepelných mostov a s riadeným vetraním so spätným získavaním tepla (rekuperácia) z vetraného vzduchu (minimálna účinnosť rekuperácie jednotky 80%). K zníženiu potreby primárnej energie môžu výrazne prispieť slnečné kolektory alebo použitie tepelného čerpadla.

Výnimočnosť pasívneho domu spočíva v efektívnom využívaní lokálnych zdrojov tepla, najmä:

- v pasívnom využívaní slnečnej energie
- vo využívaní vnútorných zdrojov tepla (obyvatelia, spotrebiče)
- v spätnom využívaní tepla z odvádzaného vzduchu z interieru – rekuperácia

Takéto energetické zisky možno dosiahnuť predovšetkým vďaka:

- tepelnej izolácii obalových teplo výmenných konštrukcií (U < 0,15 W/m<sup>2</sup>K resp. 0,1 W/m<sup>2</sup>K)
- oknám s výborne izolovanými rámami (U<sub>w</sub> < 0,85 W/(m<sup>2</sup>K)
- eliminácii tepelných mostov v konštrukciách
- vzduchotesnosti obalových, teplo výmenných konštrukcií budovy – vzduchová priepustnosť menej ako 0,6-násobok objemu meraného priestoru za 1 hodinu pri rozdieli tlakov vonkajšieho a vnútorného vzduchu 50 Pa (t.j. n<sub>50</sub> < 0,6 /h)
- riadenému vetraníu s rekuperáciou tepla (s minimálne 80% účinnosťou)

The design of buildings in a passive standard is recommended for the creation of positive energy districts. By reducing the energy consumption of buildings, whether newly constructed or renovated, and by switching the zero-emission technologies in buildings, it is possible to make a significant contribution to reducing the emissions released into the air.

Nearly-zero energy buildings are based on the principles of passive buildings and characterised by very low energy consumption for thermal comfort and operation.

#### Passive buildings are defined by the following values<sup>57</sup>:

- Specific heating demand of no more than 15 kWh/m<sup>2</sup>a (and/ or heat loss less than 10 W/m<sup>2</sup>), the calculation software PHPP (Passive House Planning Package) or other simulation programs are used to demonstrate the achieved value.
- BlowerDoor test – building envelope air permeability test (BDT) with an hourly leakage air change value of n<sub>50</sub> no more than 0.6 times the volume of the measured space
- Primary energy demand (including electrical appliances) not exceeding 120 kWh/m<sup>2</sup>a

Passive house characteristics describe the quality of the building envelope and structural design – these are not clearly defined values and conditions, as they are also related to the size of the building and its architectural design, but we often include them as well:

The heat transfer coefficient “U” of the opaque envelope should be below 0.15 W/(m<sup>2</sup>K), for the roof cladding less than 0.1 W/(m<sup>2</sup>K), the “U” coefficient of the windows should be below 0.85 W/(m<sup>2</sup>K), and if we want to count on passive use of solar gains, the windows should transmit at least half of the solar energy (g > 0.5). The construction of the building is designed without thermal bridges and with controlled ventilation with heat recovery from the ventilated air (minimum efficiency of the heat recovery unit 80%). Solar collectors or the use of a heat pump can make a significant contribution to reducing the need for primary energy.

The uniqueness of a passive house lies in the efficient use of local heat sources, in particular:

- passive use of solar energy
- the use of internal heat sources (occupants, appliances)
- heat recovery from the exhaust air from indoors

Such energy gains can be achieved mainly through:

- thermal insulation of the envelope heat exchange structures (U < 0.15 W/m<sup>2</sup>K and 0.1 W/m<sup>2</sup>K respectively)
- windows with well-insulated frames (U<sub>w</sub> < 0,85 W/(m<sup>2</sup>K)
- elimination of thermal bridges in structures
- airtightness of the building envelope, heat exchange structures – air permeability less than 0,6 times the volume of the measured space in 1 hour at a pressure difference between outdoor and indoor air of 50 Pa (i.e. n<sub>50</sub> < 0,6 /h)
- controlled ventilation with heat recovery (with a minimum efficiency of 80 %)

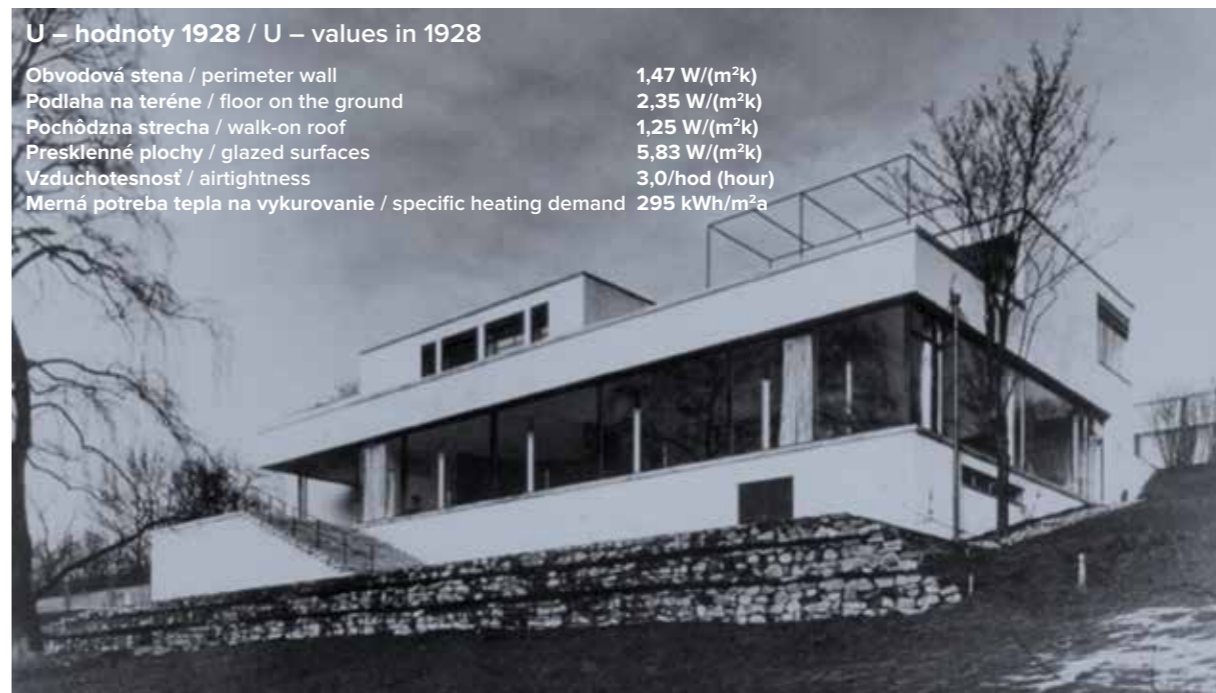
## 5.2 Projekt virtuálnej dvojčky Vily Tugendhat v pasívnom štandarde Project of hypothetical construction of Villa Tugendhat in Passive House Standard

Pre demonštráciu významu pasívneho štandardu sme vybrali známu architektonickú ikonu Vily Tugendhat v Brne od architekta Mies van der Rohe. Posúdenie energetickej náročnosti vily v aktuálnom stave bolo vykonané programom pre návrh pasívnych budov PHPP (Passive House Planning Package). Merná potreba tepla na vykurovanie vychádzala na 295 kWh/m<sup>2</sup>.rok.

To demonstrate the importance of the Passive House Standard, we have chosen the well-known architectural icon Villa Tugendhat in Brno by architect Mies van der Rohe. An assessment of the energy performance of the villa in its current state was carried out with the Passive House Planning Package (PHPP). The specific annual heating demand was based on 295 kWh/m<sup>2</sup>.

### U – hodnoty 1928 / U – values in 1928

Obvodová stena / perimeter wall	1,47 W/(m <sup>2</sup> k)
Podlaha na teréne / floor on the ground	2,35 W/(m <sup>2</sup> k)
Pochôdzna strecha / walk-on roof	1,25 W/(m <sup>2</sup> k)
Presklenné plochy / glazed surfaces	5,83 W/(m <sup>2</sup> k)
Vzduchotesnosť / airtightness	3,0/hod (hour)
Merná potreba tepla na vykurovanie / specific heating demand	295 kWh/m <sup>2</sup> a



Obrázok 45 Vila Tugendhat, aktuálne hodnoty energetickej obálky. Zdroj: Vila Tugendhat, Bildarchiv Foto Marburg

Figure 45 Villa Tugendhat, current envelope values.

Výsledok energetickej optimalizácie v prípade novej výstavby Vily Tugendhat v roku 2023.

Súčasťou konceptu vykurovania okrem nových skladieb energetickej obálky je riadené vetranie s rekuperáciou odpadového tepla na úrovni 75 %, vysoká vzduchotesnosť stavby ako pre pasívne domy n<sub>50</sub>= 0,6/hod., eliminácia tepelných mostov a pod.

Result of the energy optimization for the new construction of Villa Tugendhat in 2023.

In addition to the new energy envelope compositions, the heating concept includes controlled ventilation with 75 % waste heat recovery, high air tightness of the building as for passive houses n<sub>50</sub>= 0.6/hr, elimination of thermal bridges, etc.



### Passivhaus-Hodnotenie

**Budova:** Vila Tugendhat  
 Ulica: Černopeteli 45  
 PSČ/Mesto: 61300 Brno  
 Kraj/Stát: Juhomoravský Česká republika  
 Typ budovy: Vila Tugendhat  
 Klimatická zóna: 3: Studená-mierna; Nadmorská výška: 239 m

**Investor:** Fritz a Geita Tugendhat  
 Ulica: Černopeteli 45  
 PSČ/Mesto: 61300 Brno  
 Kraj/Stát: Juhomoravský Česká republika

**Architektúra:** Mies van der Rohe  
 Ulica: PSČ/Mesto: 52062 Aachen  
 Kraj/Stát: Nordrhein-Westfalen DE-Germany

**En. poradenstvo:** Inštitút pre energeticky pasívne domy  
 Ulica: Nám. Slobody 1  
 PSČ/Mesto: "B11 01" Bratislava  
 Kraj/Stát: Západoslovenský Slovensko

**TZB:**  
 Ulica: PSČ/Mesto:  
 Kraj/Stát:

**Certifikácia:**  
 Ulica: PSČ/Mesto:  
 Kraj/Stát:

Rok výstavby: 2017 Vnútorá teplota v zime [°C]: 20,0 Vnútorá teplota v lete [°C]: 25,0  
 Počet bytov: 1 Vnútoré zdroje tepla (IWC) počas vykurovania [W/m²]: 2,1 IWC chladenie [W/m²]: 2,1  
 Počet osôb: 4,2 merná tepelná kapacita [Wh/K na m² TFA]: 204 Mechanické chladenie: x

Charakteristické ukazovatele budovy vzťahujúce sa na jednotku plochy a rok			
Vykurovanie	Energeticky vzťažná plocha m²	1312,6	Kritériá
	Potreba tepla na vykurovanie kWh/(m²a)	14,3	
Chladenie	Tepelná strata W/m²	15,2	Alternatívne kritériá
	Potreba chladiča a odvlhčovača kWh/(m²a)	1,2	15
Prekročenie navrhovanej prístupnej teploty (> 25 °C) %	Tepelná záťaž W/m²	4,8	10
	Prekročenie požadovanej vlhkosť (> 12 g/kg) %	0	10
Vzduchová prepustnosť n <sub>50</sub> 1/h	Prírodná energia z obnoviteľných zdrojov (PE) Ukazovateľ PE kWh/(m²a)	0,6	0,6
	Prírodná energia z obnoviteľných zdrojov (PER) PER-potreba kWh/(m²a)	37	120
Výroba energie z OZE vzťahujúca sa na zastavanú plochu	Výroba energie z OZE kWh/(m²a)	26	-
		0	-

Podrobným, že tu uvedené hodnoty boli starostlivo vypočítané metódou PHPP, na základe charakteristických vlastností budovy. Výpočet PHPP je uvedený v tomto hodnotení.

Passivhaus Classic? **áno**

Funkcia: Vladimír Meno: Šimkovic, DI Priezvisko: Fockis  
 Vydané dňa: Maj 2017 Mesto: Bratislava

Obrázok 46 PHPP výpočet pre Vilu Tugendhat (IEPD)

Figure 46 PHPP calculation for Villa Tugendhat (IEPD)

Ďalšou stavbou je Glass House, postavený v rokoch 1948 – 49 v štáte Connecticut, USA, architektom Philipom Johnsonom, ktorý bol inšpirovaný stavbou Farnsworth House, architektka Mies Van der Rohe, v štáte Illinois, USA.

Another building is the Glass House, built in 1948–49 in Connecticut, USA, by architect Philip Johnson, which was inspired by the Farnsworth House, by architect Mies Van der Rohe, in Illinois, USA.



Obrázok 47 Glass House, Connecticut, USA, architekt Philip Johnson, Foto: Norman McGrath,

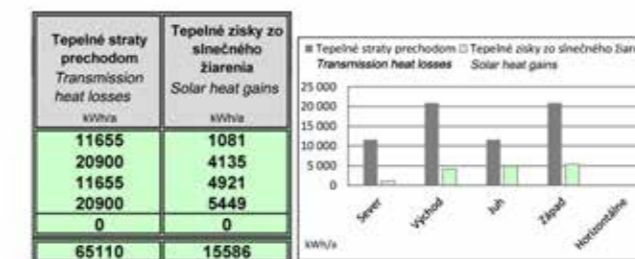
Figure 47 Glass House, Connecticut, USA, architect Philip Johnson

Zdroj / Quelle: P. Gossel, G. Leuthauser, 2001. Architektura 20.století, Taschen ISBN 3-8228-2568-9

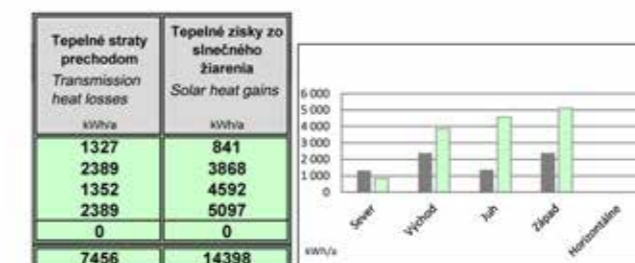
Významný vplyv kvality zasklenia je demonštrovaný na obr. 48.

The significant impact of glazing quality is demonstrated in Fig. 48.

## Pôvodné riešenie / Original design



## Návrh / Proposal



Obrázok 48 Vplyv okien na tepelné straty a zisky – Glass House (Vladimír Šimkovic)

Figure 48 Impact of windows on heat loss and gain – Glass House (Vladimír Šimkovic)

Hypotetická výmena pôvodného jednoduchého zasklenia za trojitú viedla v tomto prípade k významnej zmene pôsobenia okien na celkovú energetickú bilanciu stavby. Kým v pôvodnej verzii tepelné straty cez zasklenie viac ako štvornásobne prekročovali solárne zisky, v navrhovanej verzii sa okná stávajú v daných klimatických podmienkach pomocným vykurovacím systémom, keď solárne zisky stavby dvojnásobne prevyšujú tepelné straty oknami.

Celkové zníženie mernej potreby tepla na vykurovanie z pôvodných asi 600 kWh/m<sup>2</sup>a na zhruba 21 kWh/m<sup>2</sup>a je v dôsledku nielen výmeny zasklenia, ale i ďalších opatrení ako napr. využitie riadeného vetrania s rekuperáciou odpadového tepla, vysokej vzduchotesnosti energetického plášťa budovy na úrovni n<sub>50</sub>=0,6/hod, eliminácií tepelných mostov a pod.

In this case, the hypothetical replacement of the original single glazing with triple glazing resulted in a significant change in the effect of the windows on the overall energy balance of the building. While in the original version the heat losses through the glazing more than quadrupled the solar gains, in the proposed version the windows become an auxiliary heating system in the given climatic conditions, when the solar gains of the building exceed the heat losses through the windows by a factor of two.

The overall reduction of the specific heat demand for heating from the original about 600 kWh/m<sup>2</sup>a to about 21 kWh/m<sup>2</sup>a is due not only to the replacement of glazing but also to other measures such as the use of controlled ventilation with waste heat recovery, high airtightness of the building envelope as for passive houses at the level of n<sub>50</sub>=0.6/hr, elimination of thermal bridges, etc.

**Každú budovu je možné priblížiť k pasívnemu štandardu!**

**Pôvodná merná potreba tepla na vykurovanie 600 kWh/m<sup>2</sup>a**

**Nová merná potreba tepla na vykurovanie 21 kWh/m<sup>2</sup>a**

**Every building can be brought closer to the passive house standard!**

**Original specific heat demand for heating 600 kWh/m<sup>2</sup>a**

**New specific heat demand for heating 21 kWh/m<sup>2</sup>a**

Obrázok 49 Hypotetické zníženie mernej potreby tepla na vykurovanie a priblíženie k pasívnemu štandardu – Glass House (Vladimír Šimkovic)

Figure 49 Hypothetical reduction of specific heat demand and approaching the passive standard – Glass House (Vladimír Šimkovic)



## 5.3 Nová Cvernovka

### Nová Cvernovka

#### 5.3.1 Popis projektu

##### Project description

Nová Cvernovka je významné kultúrne a kreatívne centrum nachádzajúce sa na severe Bratislavy v mestskej časti Nové Mesto. Nadácia Cvernovka si prenajala areál budov bývalej strednej školy chemickej z 50-tych a 60-tych rokov 20. storočia od Bratislavského samosprávneho kraja v roku 2016 na počiatočnú dobu užívania 25 rokov. Budova bývalej školy je využívaná ako kultúrne a kreatívne centrum. Po úspešnej revitalizácii budovy školy, ktorá si však vyžaduje rekonštrukciu, prichádza na rad prestavba bývalého internátu s celkovou podlahovou plochou cca 6 500 m<sup>2</sup>.

Nová Cvernovka is an important cultural and creative centre located in the north of Bratislava in the Nové Mesto district. The site of the former chemical high school buildings from the 1950s and 1960s was leased by the Cvernovka Foundation from the Bratislava Self-Governing Region in 2016 for an initial period of use of 25 years. The former school building has been used as a cultural and creative centre. After the successful revitalization of the school building, which still requires reconstruction, comes the reconstruction of the former dormitory with a total floor area of approx. 6 500 m<sup>2</sup>.



**Obrázok 50** Vizualizácia prestavby internátu Nová Cvernovka – ateliér Plural  
**Figure 50** Visualisation of Nová Cvernovka dormitory conversion – Plural studio

#### 5.3.2 Cieľ výskumného projektu

##### The aim of the research project

Predmetom a cieľom výskumného projektu bolo vypracovanie udržateľného sociálno-ekologického a energeticko-technického architektonického konceptu prestavby bývalého obytného domu Nová Cvernovka na sociokultúrne centrum s nízko nákladovými a komunálnymi formami bývania. Uplatňoval sa tu sociálno-ekologický výskumný prístup využívajúci metódy integrálneho a participatívneho plánovania pre holistický rozvoj projektov.

Plánovaná prestavba budovy má byť inovatívna, udržateľná a odolná:

Z energetického hľadiska sa má realizovať energeticky plusová budova, ktorá vychádza z pasívneho štandardu a s využívaním obnoviteľných zdrojov energie vyrobí viac energie, ako v ročnom priemere spotrebuje.

The subject and goal of the research project was to develop a sustainable concept for the conversion of the former Nová Cvernovka residential building from an architectural, socio-ecological and energetic and technical point of view. Former dormitory should be transformed into a socio-cultural centre with low-cost and communal forms of housing. A socio-ecological research approach was applied, using integral and participatory planning methods for holistic project development.

The planned redevelopment of the building is intended to be innovative, sustainable and resilient:

From an energy point of view, a plus-energy building is to be implemented, based on a passive standard and producing more energy than it consumes on an annual average with the use of renewable energy sources.

#### 5.3.3 Mapovanie súčasného stavu

##### Mapping the current situation

##### Energetický obal budovy

Najprv sa vykonalo podrobné zmapovanie stavby. Za týmto účelom boli do výpočtového softvéru PHPP zadane geometrické a stavebno-fyzikálne charakteristiky budovy (zadanie rozmerov, U-hodnoty atď.). Údaje boli získané z aktuálneho prieskumu, ale aj z pôvodných plánov z roku 1955, kedy bola budova postavená. Ďalšie údaje poskytli sondy navŕtané do konštrukcie strechy a podlahy, časť vonkajších stien bola odkrytá, takže bolo pomerne jednoduché určiť skladbu konštrukcií. V PHPP sú jednotlivé vrstvy popísané v samostatnom liste s tepelnoizolačnými vlastnosťami, po ktorých nasleduje výpočet súčiniteľa prestupu tepla, U-hodnoty každého segmentu a konkrétnej časti energetického obalu.

##### Vzduchotesnosť stavebnej konštrukcie

Veľmi dôležitou hodnotou pri výpočte tepelných strát je miera infiltrácie vzduchu cez konštrukciu. Ide o určenie množstva vzduchu, ktoré preteká netesnosťou v budove vplyvom vetra. V tejto fáze išlo o kvalifikovaný odhad na základe skúseností s meraním rôznych vlastností. Predpokladali sme  $n_{50} = 3/h$ , čo generuje na budovu tlak 50 Pa a opäť zodpovedá rýchlosti vetra cca 35 km/h. Čím väčší je prietok vzduchu, tým väčšia je výmena; čím silnejší vietor, tým väčšia výmena vzduchu. Túto hodnotu zisťuje takzvaný BlowerDoor test. Ide o simuláciu vplyvu vetra na fasádu pri takejto rýchlosti vzduchu, pričom sa meria pretlak a podtlak.

##### Zásobovanie teplom

Aktuálne zásobovanie teplom budovy na vykurovanie a ohrev vody zabezpečuje plynový kotol na zemný plyn, ktorý pripravuje teplú vodu pre radiátory. Teplota média je 60 až 70 °C a prevádzkuje ho externý poskytovateľ služieb.

##### Vetranie

Vetranie budovy je manuálne cez okná.

##### Tepelné mosty

Tepelné mosty sú primerané dobe výstavby budovy a samotnej konštrukcie. Postupne sa navrhujú opatrenia na zlepšenie celkovej energetickkej situácie a dosiahnutie želaného stavu.

##### Výsledky výpočtu

Podľa výpočtu s PHPP má existujúca budova mernú potrebu tepla na vykurovanie 113 kWh/(m<sup>2</sup>a) a potrebu primárnej energie 160 kWh/m<sup>2</sup>a s priemernou hodnotou U 1,55 W/(m<sup>2</sup>K). Zlepšením U-hodnoty plášťa budovy (okná s trojsklom, izolácia energetického plášťa) a inštaláciou systému riadeného vetrania budovy je možné inštalovať nízkoteplotné vykurovanie (sálavé stropné ohrievače na vykurovanie a letné chladenie v reverznom režime) v kombinácii so znížením potreby vykurovacej energie na cca 23 kWh/(m<sup>2</sup>a).

##### Building energy envelope

First, a detailed building envelope mapping was carried out. For this purpose, the geometrical and structural-physical characteristics of the building (input of dimensions, U-values, etc.) were inserted into the PHPP software. The data were obtained from the current survey, but also from the original plans from 1955, when the building was built. Further data were provided by probes drilled into the roof and floor structure. Parts of the external walls were uncovered, so it was relatively easy to determine the composition of the structures. In the PHPP, the individual layers are described in a separate sheet with thermal insulation properties, followed by the calculation of the heat transfer coefficient, the U-value of each segment and the specific part of the energy envelope.

##### Airtightness of the building structure

A very important value in the calculation of heat loss is the rate of air infiltration through the structure. This is a determination of the amount of air that flows through leaks in the building due to wind. At this stage it was an estimation based on experience with measuring different properties. We assumed  $n_{50} = 3/h$ , which generates a pressure of 50 Pa on the building and again corresponds to a wind speed of about 35 km/h. The stronger the air flow, the more the air exchange; the stronger the wind, the greater the air exchange. This value is determined by the so-called BlowerDoor test. This is a simulation of the effect of wind on the façade at this air speed, whereby the overpressure and underpressure are measured.

##### Heat supply

The current heat supply to the building for heating and hot water is provided by a natural gas boiler that prepares hot water for the radiators. The temperature of the medium is 60-70 °C and is operated by an external service provider.

##### Ventilation

Ventilation of the building is manual through the windows.

##### Thermal bridges

Thermal bridges are appropriate to the construction period of the building and the construction itself. Progressive measures are proposed to improve the overall energy situation and achieve the desired state.

##### Heat calculation results

According to the calculation with PHPP, the existing building has a heating demand of 113 kWh/(m<sup>2</sup>a) and a primary energy demand of 160 kWh/m<sup>2</sup>a with an average U-value of 1.55 W/(m<sup>2</sup>K). By improving the U-value of the building envelope (triple-glazed windows, insulation of the energy envelope) and installing a controlled ventilation system in the building, it is possible to install low-temperature heating (radiant ceiling heaters for heating and summer cooling in reverse mode) in combination with a reduction of the heating energy demand to approx. 23 kWh/(m<sup>2</sup>a).



### 5.3.4 Realizácia projektu a výsledky

#### Project implementation and results

##### Stavebné a energetické parametre

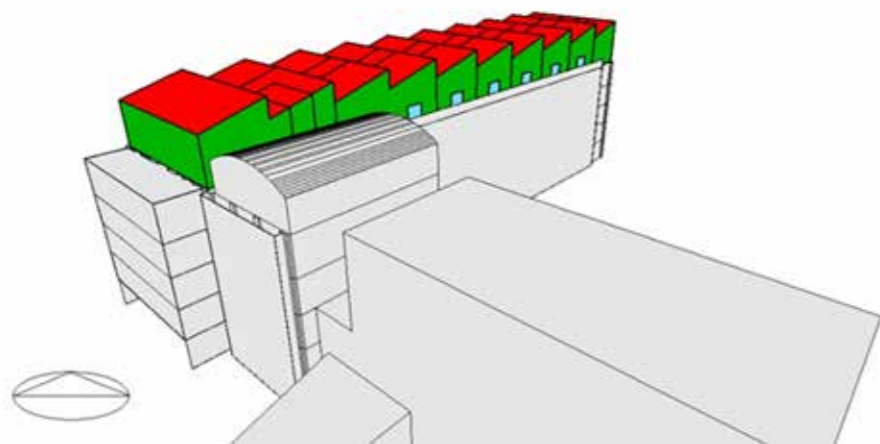
Plochy a charakteristické hodnoty:

- Plocha fasády 3 283,2 m<sup>2</sup>
- Plocha okien 1 329 m<sup>2</sup>
- Plocha strechy 1 785,5 m<sup>2</sup>
- Upravená podlahová plocha 8 194,8 m<sup>2</sup>
- Merná ročná potreba vykurovania: 23 kWh/m<sup>2</sup>a
- Merná ročná potreba primárnej energie 84 kWh/m<sup>2</sup>a
- Súčasťou konceptu energeticky plusovej rekonštrukcie je i strešná nadstavba v pasívnom štandarde.

##### Construction and energy parameters

Areas and characteristic values:

- Façade area 3 283,2 m<sup>2</sup>
- Window area 1 329 m<sup>2</sup>
- Roof area 1 785,5 m<sup>2</sup>
- Adjusted floor area 8 194,8 m<sup>2</sup>
- Specific annual heating demand: 23 kWh/m<sup>2</sup>a
- Specific annual primary energy demand 84 kWh/m<sup>2</sup>a
- The energy-plus renovation concept also includes a roof extension in passive standard. Fig. 51



Obrázok 51 Strešná nadstavba v pasívnom štandarde (Salvis)

Figure 51 Roof superstructure in passive standard (Salvis)

##### Koncepcia energetickej modernizácie budovy

Energetickú bilanciu zlepšuje dodávané technické vybavenie. Riešenie bude zabezpečené po spracovaní nadstavby, dokončení novej prístavby na existujúcej streche, ktorá je plánovaná v štandarde pasívneho domu. Z hľadiska tepelnoizolačných vlastností sa má výrazne zlepšiť obvodový plášť celého objektu. Ďalším krokom je návrh systému riadeného vetrania, ktorý by mal zlepšiť stupeň vzduchotesnosti a ďalšie parametre. Potom sa určí potreba vykurovania, čo je jeden z najdôležitejších parametrov, ktorý treba sledovať. Následne sa plánujú ďalšie technické inštalácie, aby bolo možné dosiahnuť štandard energeticky plusového domu.

##### Opatrenia na dosiahnutie štandardu pasívneho domu

Zásadné opatrenia sa týkali riešenia na dosiahnutie štandardu pasívneho domu. Ide o opatrenia na hĺbkovú obnovu budovy. Jedným je zlepšenie parametrov tepelno izolačného plášťa budovy; boli navrhnuté dodatočné izolačné materiály pre rôzne segmenty budovy. Na základe konzultácií so spoločnosťou Saint-Gobain Construction Products bol vybraný izolačný materiál Clima 34 s hrúbkou 200 mm pre vonkajšie steny a do 300 mm pre strešný plášť a nadstavbu.

Projekt počíta so zlepšením parametrov okien, plastové okná s  $U_f = 0,8 \text{ W/m}^2$ , trojité izolačné zasklenie a vonkajšie tienenie sú plánované proti prehrievaniu v lete. Zabezpečenie tienenia je dôležité aj preto, že sa počíta s vybudovaním nosnej konštrukcie, ktorá bude súčasne plniť viacero funkcií a bude nosnou konštrukciou. Vonkajšie tienenie je vhodné realizovať ako riadené tienenie vonkajšími alebo vnútornými žalúziami, ale aj výsadbou priamo na budove, napr. popínavými rastlinami. Je veľmi dôležité vyhnúť sa tepelným mostom, ktoré by takéto konštrukcie mohli potenciálne spôsobiť. Výsadba je preto navrhnutá ako samonosná konštrukcia, ktorá je len bodovo napojená na stavbu, aby sa eliminoval vplyv tepelných mostov.

##### Concept of energy modernisation of the building

The supplied technical equipment improves the energy balance. The solution will be provided after the processing of the superstructure, the completion of the new extension on the existing roof, which is planned in the standard of a passive house. In terms of thermal insulation properties, the envelope of the whole building is to be significantly improved. The next step is the design of a controlled ventilation system, which should improve the degree of airtightness and other parameters. Then the heating demand is determined, which is one of the most important parameters to be monitored. Subsequently, further technical installations are planned in order to achieve the Plus-energy standard.

##### Measures to achieve the Passive House standard

Fundamental measures were related to solutions to achieve the Passive House standard. These are measures for deep renovation of the building. One is to improve the thermal insulation parameters of the building envelope; additional insulation materials were proposed for different segments of the building. In consultation with Saint-Gobain Construction Products, Clima 34 insulation material was selected with a thickness of 200 mm for the external walls and up to 300 mm for the roof skin and superstructure.

The project foresees an improvement of the window parameters, plastic windows with  $U_f = 0,8 \text{ W/m}^2$ , triple glazing and external shading are planned to prevent overheating in summer. The provision of shading is also important because it is planned to build a load-bearing structure that will simultaneously fulfil several functions and be a load-bearing structure. External shading should be implemented as controlled shading by external blinds or shutters, but also by planting directly on the building, e.g. with climbing plants. It is very important to avoid thermal bridges that such structures could potentially cause. The planting is therefore designed as a self-supporting structure that is only selectively connected to the building to eliminate the impact of thermal bridges.

##### Prehľad opatrení na dosiahnutie štandardu pasívneho domu:

- zlepšenie tepelnej izolácie povrchov obvodového plášťa budovy (napr. optimalizácia štítovej steny s U-hodnotou  $1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$  v súčasnom stave na  $0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$  prostredníctvom tepelnej izolácie hrúbky 150 mm s tepelnou vodivosťou  $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$ ).
- Odporúčanie iEPD: ISOVER Clima 034 s  $0,034 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  a hrúbkou minimálne 200 mm; pre strechu/sklony minimálne 300 mm.
- aktuálne plánované: vonkajšie, flexibilné slnečné tienenie: podľa aktuálnych výpočtov (iEPD) potreba tepla na vykurovanie  $111,25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  a potreba chladenia  $213,98 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  (požiadavka na elektrinu, kúrenie, chladenie a WRG)
- potreba primárnej energie podľa výpočtov iEPD:  $84 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Veľmi dôležitou súčasťou je zabezpečenie vysokej úrovne vzduchotesnosti celej energetickej obálky, čo bude riešené v realizačnom projekte, najmä pri vymenených oknách a všetkých prechodoch cez tepelnoizolačný obal budovy. Miera výmeny a infiltrácie vzduchu sa kontroluje meraním vzduchotesnosti – takzvaným BlowerDoor testom. Koncept počíta aj s riadeným vetraním s rekuperáciou tepla. Vzduchotechnika je navrhnutá podľa využitia priestorov, prispôbena kanceláriám, ateliérom, kaviarňam a materskej škole plánovaným v budove.

Vzhľadom na energetickú koncepciu a súvisiaci výpočet je potrebné zvážiť aj spotrebu energie na osobu a nie výlučne na meter štvorcový a zahrnúť ju do výpočtu. Doteraz sa polovica spotreby počítala na domácnosti. Aby bolo možné posúdiť spotrebu energie na osobu, musela by sa zaznamenať aj hustota obsadenosti na meter štvorcový a porovnať so skutočným stavom.

##### Technické riešenie prívodu vykurovania a chladenia

Pri návrhu vykurovacieho systému a výpočte tepelných strát bol výpočet tepelných strát objektu realizovaný podľa STN EN 12831 a STN EN 73 0540-2/Z1 pre oblasť Bratislavy s týmito klimatickými charakteristikami:

##### Vstupné parametre klimatických vlastností a výpočet tepelných strát:

- Vstupné parametre a charakteristické hodnoty:
- Výška 140 m nad morom
- Vypočítaná teplota vzduchu – zima ( $T_e$ ) –  $11^\circ\text{C}$
- Priemerná teplota počas vykurovacieho obdobia  $+4,4^\circ\text{C}$
- Počet vykurovacích dní 212 d/rok, plný čas vykurovania 16 h/d
- Vypočítaná nová tepelná strata objektu je  $124,6 \text{ kW}$ .

Nové zásobovanie teplom zabezpečuje nízkoteplotné vykurovanie tepelnými čerpadlami ako zdrojom energie. Tu sú tepelné čerpadlá riešené ako systém zem/voda, t.j. využívajú energiu z vertikálnych zemných vrtoz vybudovaných na mieste, ktoré zabezpečia potrebnú energiu na prípravu teplej vody.

Už niekoľko rokov sa tiež realizujú budovy so zvýšenou produkciou energie z obnoviteľných energetických systémov (napr. fotovoltaika) tak, aby v ročnom priemere vyprodukovali viac energie, ako potrebujú na svoju prevádzku.

Základom budovy PlusEnergy je návrh obvodového plášťa a technológií podľa štandardu pasívneho domu s charakteristickými hodnotami pre potrebu tepla na vykurovania a chladenie  $\leq 15 \text{ kWh}$  a potrebu primárnej energie  $\leq 120 \text{ kWh}$ . Existujú aj projekty, ktoré už boli realizované v oblasti obnovy starších budov. Vzhľadom na špecifické konštrukčné a priestorové požiadavky v existujúcich budovách býva realizácia zložitejšia. Preto stále existuje potreba výskumu a vývoja v tejto oblasti.

##### Overview of measures to achieve the Passive House Standard:

- Improvement of the thermal insulation of the building envelope surfaces (e.g. optimisation of the gable wall with a U-value of  $1.9 \text{ W/m}^2\text{K}$  in the current state to  $0.19 \text{ W/m}^2\text{K}$  by means of 150 mm thick thermal insulation with a thermal conductivity  $\lambda = 0.032 \text{ W/mK}$ ).
- iEPD recommendation: ISOVER Clima 034 with  $0.034 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  and a minimum thickness of 200 mm; for roof/glazed roofs a minimum of 300 mm.
- currently planned: outdoor, flexible solar shading: according to current calculations (iEPD) heating demand  $111.25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  and cooling demand  $213.98 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  (electricity, heating, cooling and WRG demand)
- primary energy demand according to iEPD calculations:  $84 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

A very important part of this is to ensure a high level of airtightness of the entire energy envelope, which will be addressed in the implementation project, especially for the replaced windows and all transitions through the thermal insulation envelope of the building. The air exchange and infiltration rate is checked by measuring the airtightness – the so-called BlowerDoor test. The concept also provides for controlled ventilation with heat recovery. The ventilation system is designed according to the use of the space, adapted in each case to the offices, studios, cafés and kindergarten planned for the building.

Due to the energy concept and the related calculation, the energy consumption per person and not only per square meter must also be considered and included in the calculation. So far, half of the consumption has been calculated per household. In order to assess the energy consumption per person, the occupancy density per square metre would also have to be recorded and compared with the actual situation.

##### Technical solution for heating and cooling supply

When designing the heating system and calculating the heat losses, the calculation of heat losses of the building was carried out according to STN EN 12831 and STN EN 73 0540-2/Z1 for the Bratislava area with the following climatic characteristics:

##### Input parameters of climatic characteristics and calculation of heat losses:

- Input parameters and characteristic values:
- Height 140 m above sea level
- Calculated air temperature – winter ( $T_e$ ) –  $11^\circ\text{C}$
- Average temperature during the heating period  $+4.4^\circ\text{C}$
- Number of heating days 212 d/year, full heating time 16 h/d
- The calculated new heat loss of the building is  $124.6 \text{ kW}$ .

The new heat supply is provided by low-temperature heating with heat pumps as energy source. Here the heat pumps are designed as a ground/water system, i.e. they use energy from vertical boreholes built on site to provide the necessary energy for hot water preparation.

For several years now, buildings have also been implemented with increased energy production from renewable energy systems (e.g. photovoltaics) so that they produce more energy than they need to operate on an annual average.

The basis of the PlusEnergy building is the design of the envelope and the technologies according to the Passive House standard, with characteristic values for heating and cooling demand  $\leq 15 \text{ kWh}$  and primary energy demand  $\leq 120 \text{ kWh}$ . There are also projects that have already been implemented in the field of renovation of older buildings. Due to the specific structural and spatial requirements in existing buildings, implementation tends to be more complex. Therefore, there is still a need for research and development in this area.



### Plusový energetický štandard = štandard pasívneho domu + obnoviteľné energie

Energetický štandard pre existujúce budovy a tým zníženie konečnej potreby energie možno opísať pomocou nasledujúcich opatrení, noriem a charakteristických hodnôt:

- zlepšiť tepelnú izoláciu obvodového plášťa budovy na  $U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  na zníženie potreby tepla na vykurovanie a chladenie,
- zamedzenie vzniku tepelných mostov,
- kompaktná konštrukcia,
- kvalitné izolačné zasklenia a okenné rámy,  $U_w < 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ; g-hodnota okolo 50 %,
- zlepšenie vzduchotesnosti obvodového plášťa budovy, opatrenia na riadené vetranie (vzduchotesnosť  $n_{50} < 0,6 \text{ /h}$ ),
- využitie pasívnych solárnych ziskov,
- ochrana pred slnkom a tienenie v letnom období – jedno z najdôležitejších pasívnych opatrení na prevenciu proti prehrievaniu,
- vysokoučinné energeticky úsporné spotrebiče pre domácnosť,
- max. merná potreba primárnej energie  $120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  na vykurovanie priestorov, prípravu teplej vody a spotrebu elektriny, ako aj
- optimalizácia technológie budov prostredníctvom integrácie tepelných čerpadiel, fotovoltiky (strecha/fasáda), kombinovanej výroby tepla a elektriny alebo využitia veternej energie s malými výkonmi. Ďalšou možnosťou je využitie odpadového tepla z odpadových vôd pre tepelné čerpadlá. Ďalšie možnosti technológie budovy na optimalizáciu: pasívny predohrev vzduchu, napr. pomocou geotermálneho výmenníka tepla, spätné získavanie tepla z odpadového vzduchu s účinnosťou dodávky tepla  $>75 \%$  a ohrev teplej úžitkovej vody solárnymi kolektormi alebo tepelným čerpadlom. Tepelné straty prenosom a vetraním sú z veľkej časti kompenzované pasívnymi príspevkami energie.

### Plus energy standard = passive house standard + renewable energies

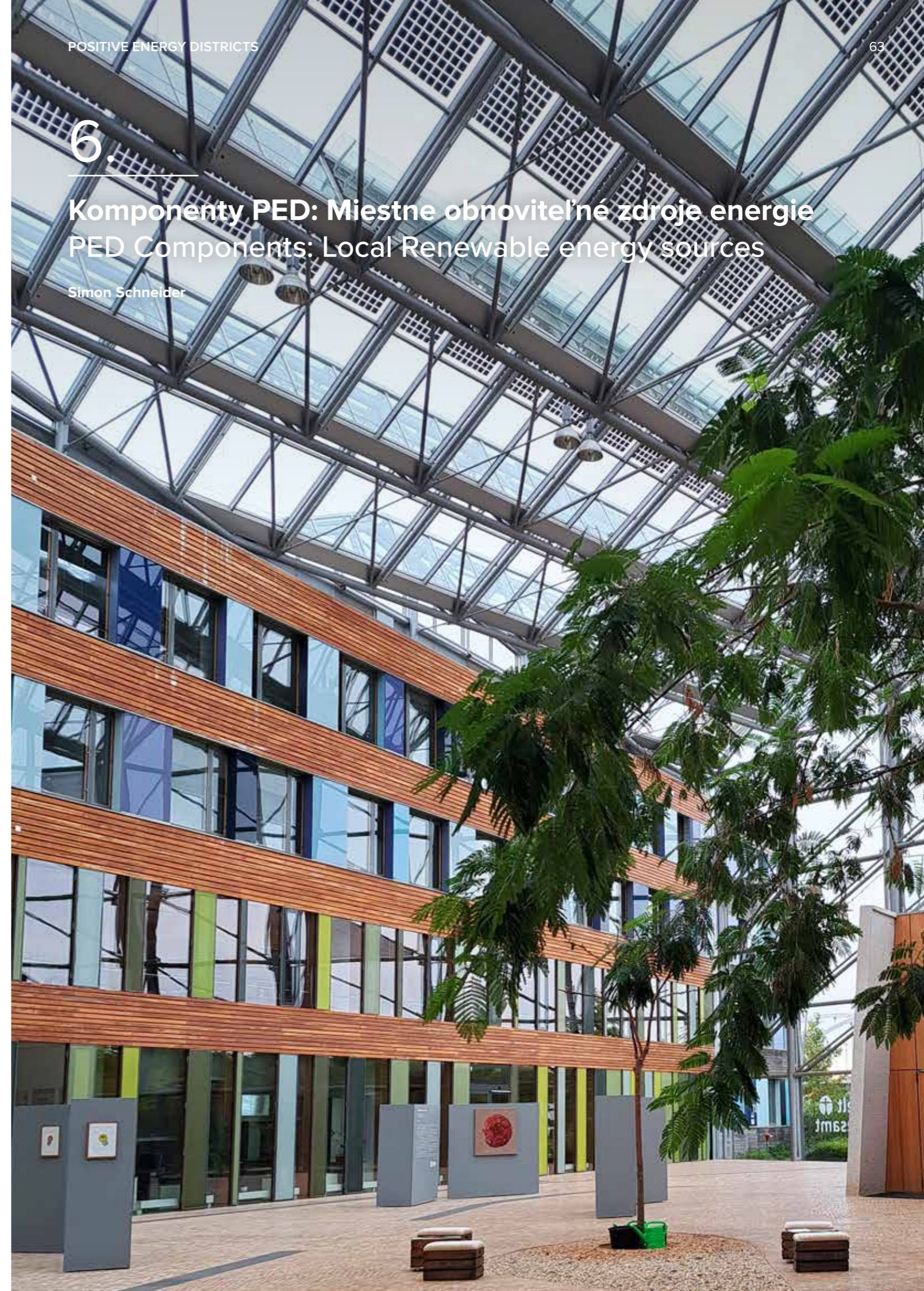
The energy standard for existing buildings and thus the reduction of the final energy demand can be described by the following measures, standards and characteristic values:

- improve the thermal insulation of the building envelope to  $U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  to reduce heating and cooling demand,
- avoid thermal bridges,
- compact design,
- highly insulating glazing and window frames,  $U_w < 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ; g-value around 50%,
- improvement of the airtightness of the building envelope, controlled ventilation measures (airtightness  $n_{50} < 0,6 \text{ /h}$ ),
- use of passive solar gains,
- sun protection and shading in summer – one of the most important passive measures to prevent overheating,
- high-efficiency energy-saving household appliances,
- max. specific primary energy demand of  $120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  for space heating, hot water preparation and electricity consumption, as well as
- optimization of building technology through the integration of heat pumps, photovoltaics (roof/façade), combined heat and power generation or the use of wind energy in microsystems. Another option is the use of waste heat from waste water for heat pumps. Other building technology options for optimisation: passive air preheating, e.g. with a geothermal heat exchanger, waste air heat recovery with a heat delivery efficiency  $>75\%$  and domestic hot water heating with solar collectors or heat pumps. Heat losses through transmission and ventilation are largely compensated by passive energy contributions.

## 6.

### Komponenty PED: Miestne obnoviteľné zdroje energie PED Components: Local Renewable energy sources

Simon Schneider





Po prvé. Nie každá forma energie je rovnaká. Elektrická energia je najcennejšia, pretože sa dá použiť prakticky na čokoľvek: môže napájať elektroniku, poskytovať svetlo, teplo a pohyb a dá sa prakticky bez strát prenášať na veľké vzdialenosti. Jej nevýhodou sú neúnosne vysoké náklady na skladovanie, a preto je také dôležité, aby sa výroba a spotreba elektrickej energie čo najviac zhodovali.

Na druhej strane tepelná energia sa nachádza prakticky všade, ale je užitočná len ako teplo alebo chlad, ak je medzi zdrojom a cieľom dostatočný teplotný rozdiel. Taktiež sa rýchlo rozptýli. Preprava tepelnej energie je nákladná a mnohé témy v oblasti PED sa točia okolo presunu tepelnej energie na správne miesto, či už ide o vykurovanie priestoru, chladenie alebo teplú úžitkovú vodu. Práve preto sú tepelné čerpadlá jednou z kľúčových technológií pre dekarbonizáciu stavebného sektora, pretože sú veľmi účinné – ako naznačuje ich názov – pri prečerpávaní tepla z jedného miesta na druhé.

Keďže rôzne druhy energie, ako napríklad elektrina a teplo, majú odlišné úžitkové vlastnosti, nemali by sa priamo sčítavať a porovnávať. Jedna kilowatthodina elektrickej energie môže nabiť telefón, jedna kilowatthodina tepelnej energie sa môže použiť „len“ na zvýšenie teploty vzduchu v miestnostiach alebo vody v boileri.

Rozdiel medzi elektrickými a tepelnými zdrojmi energie je tiež v miestnom potenciáli obnoviteľných zdrojov. Potenciály elektrickej energie sú v poradí od najrozšírenejšieho po najsitučnejšie – najviac závislé od situácie.

## 6.1 Elektrická energia

### Electric energy

Elektrickú energiu možno vďaka jej univerzálnosti považovať za najkvalitnejšiu formu energie – jej význam ako zdroja energie rastie.

#### 6.1.1 Fotovoltika (PV): Elektrická energia zo slnečného žiarenia

##### Photovoltaics (PV): Electricity from Solar Irradiation

Termín fotovoltika (PV) sa skladá zo slovných častí Phos (grécky výraz pre svetlo) a Volt (jednotka merania elektrického napätia). Fotovoltika je premena slnečnej energie na elektrickú energiu pomocou solárnych článkov prostredníctvom takzvaného „fotoelektrického efektu“<sup>58</sup>. Využitie fotovoltiky sa stalo technologicky zaujímavým až po objavení kremíka ako materiálu pre solárne články v polovici 20. storočia. Kremík je prírodná surovina, ktorá sa vyskytuje napr. vo forme kremenného piesku. Na výrobu väčšiny solárnych článkov sa používa kremík, a to vysoko čistý kremík, ktorý sa v prírode nevyskytuje. Na konečné použitie sa musí očistiť od iných prvkov, čo je najdrahšia časť výroby. Kryštály kremíka sa potom „dopujú“, čo znamená, že sa do nich vnášajú cudzie atómy, aby kremík získal polovodičové vlastnosti, ktoré sú potrebné na fotovoltický efekt.

V súčasnosti sa rozlišujú tieto typy solárnych článkov:

1. Kryštalické kremíkové články: Sú to „klasické“ solárne články, ktoré sa aj najčastejšie používajú. Vznikajú rozrezaním blokov kryštálov kremíka na veľmi tenké plátky („wafery“, hrubé približne 0,3 mm).
2. Tenkovrstvové články: V tomto prípade je polovodičový materiál nanosený v jednej alebo viacerých veľmi tenkých vrstvách priamo na takzvaný „substrát“ (napr. sklo, plast alebo kov). To vytvára mnoho nových možností využitia fotovoltiky (napr. strešné prvky z kovu, fasádne prvky zo skla).
3. Ďalšou technologickou možnosťou sú farbené články alebo organické polovodiče vyrobené z plastov na báze uhľovodíkov. Organické polovodiče možno spracovať do veľkých, tenkých, polopriehľadných a pružných vrstiev pomocou jednoduchých kontinuálnych procesov.

First. Not every form of energy is equal. Electricity is the most precious, because it can be used for virtually anything: it can power electronics, provide light, heat and motion and can be transported virtually without losses across vast distances. Its disadvantage is its prohibitively high cost for storage, which is why it is so important to match the generation and use of electricity as close as possible.

Thermal energy on the other hand can be found virtually everywhere but is useful only as heat or cold where there is enough temperature difference between a source and a target. It dissipates quickly too. Thermal energy is costly to transport and many topics in PEDs revolve around moving thermal energy to the right place, be it as space heating, cooling, or domestic hot water. This is why heat pumps are one of the key technologies for the decarbonization of the building sector, because they are very efficient in pumping heat from one place to another.

Because different energy types such as electricity and thermal have different utilities, they should not be added and compared directly. One Kilowatt hour of electricity can charge a phone, one kilowatt hour of thermal energy can “only” be used to increase the temperature of air in rooms or water in boilers.

The difference between electric and thermal energy sources is also prevalent in its local renewable potentials. Electric potentials are, in order of most ubiquitous to most situational.

Due to its versatility, electricity can be seen as the highest quality form of energy – it is becoming increasingly important as an energy source.

The term photovoltaics (PV) consists of the word parts Phos (Greek: light) and Volt (unit of measurement of electrical voltage). Photovoltaics is the conversion of solar energy into electrical energy using solar cells via the so-called “photoelectric effect”<sup>58</sup>. The use of photovoltaics only became technologically interesting when silicon was discovered as a material for solar cells in the middle of the 20th century. Silicon is a natural raw material that, e.g., occurs in the form of quartz sand. Silicon is used for most solar cells, namely highly pure silicon that does not occur in nature. For final use, it needs to be cleaned of other elements, which is the most expensive part of manufacturing. The silicon crystals are then “doped,” which means that foreign atoms are introduced to give the silicon the semiconductor properties that are necessary for the photovoltaic effect.

The following types of solar cells can currently be distinguished:

1. Crystalline silicon cells: These are the “classics” among solar cells and are also the ones most commonly used. They are created by sawing silicon crystal blocks into very thin slices (the “wafers”, approximately 0.3 mm thick)
2. Thin-film cells: Here, the semiconductor material is applied in one or more very thin layers directly to a so-called “substrate” (e.g., glass, plastic or metal). This creates many new possible applications for photovoltaics (e.g., roof elements made of metal, facade elements made of glass).
3. Another technological possibility are dyed cells or organic semiconductors made from hydrocarbon-based plastics. Organic semiconductors can be processed into large, thin, semi-transparent and flexible layers using simple continuous processes.

Textured black c-Si + 1 %	Textured black CIGS + 1 %	Printed red CIGS – 16 %
Printed grey c-Si – 1 %	Printed grey CIGS – 1 %	Grey foil CIGS – 1 %
Conventional black c-Si Reference	Conventional black CIGS Reference	Grey foil c-Si – 8 %

Obrázok 52 Monokryštalický (vľavo) a polykryštalický (vpravo) solárny článok (Ertex Solar)

Figure 52 Monocrystalline (left) and polycrystalline (right) solar cell (Ertex Solar)

Najdôležitejšími komponentmi fotovoltických systémov sú solárne panely. Tie sa však stávajú systémom až v kombinácii s týmito základnými komponentmi: Solárne panely, káble, spínače, poistky, striedače, ktoré premieňajú jednosmerný prúd (DC) z modulov na striedavý prúd (AC) kompatibilný so sieťou, a napokon stojany/montáž, ktoré môžu tvoriť až polovicu nákladov na inštaláciu zložitejších konštrukcií, ako sú pergoly a fotovoltické systémy integrované do budov.

Najdôležitejšími faktormi, ktoré určujú elektrický výkon fotovoltických článkov, sú množstvo prijatého priameho a nepriameho (alebo „rozptýleného“) slnečného svetla, uhol dopadu a teplota. Viac svetla sa dostane k fotovoltickým článkom, ak dopadá kolmo. Pri šikmom uhle sa jeho využitie znižuje, pretože sa svetlo skôr odráža, ako vstupuje do článku. Príspevok rozptýleného svetla sa však často podceňuje: V závislosti od podnebia tvorí takmer polovicu celkového žiarenia dopadajúceho na horizontálny povrch. To znamená, že moduly s menším sklonom, ktoré sú „plochejšie“, majú len o niečo nižší výnos ako moduly, ktoré sú viac naklonené k dráhe slnka. Majú však dve výhody:

- Po prvé, vďaka menšiemu uhlu vytvárajú menej tieňa, čo umožňuje umiestniť na rovnakú plochu viac modulov, ako by to bolo možné pri moduloch orientovaných na juh, čím sa zvyšuje celkový výnos nosnej plochy.
- Po druhé, tieto moduly môžu využívať viac rozptýleného svetla, ako aj viac priameho slnečného svetla v ranných a večerných hodinách, čím sa dodatočný výnos za súmraku a úsvitu vymení za pokles na poľudnie. To zvyčajne dobre korešponduje s požiadavkami na elektrickú energiu pre obytné účely, ktoré vrcholí ráno a ešte viac vo večerných hodinách.

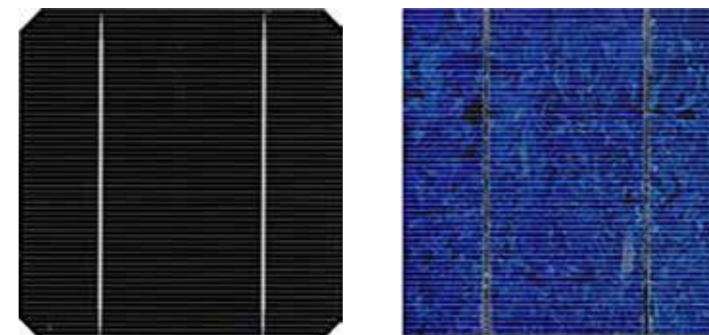
Zodpovedajúca orientácia fotovoltických modulov, napr. v smere východ – západ, môže mierne zvýšiť vlastnú spotrebu elektrickej energie, čo môže byť aj ekonomicky výhodné, keďže elektrická energia sa ráno a večer zvyčajne predáva za oveľa vyššie ceny ako elektrina dodávaná zo siete, najmä na poľudnie.

The most important components of photovoltaic systems are the solar panels. However, they only become a system when combined with these basic components: Solar panels, Cables, switches, fuses, Inverters, converting the direct current (DC) from the modules into grid-compatible alternating current (AC), and finally Racks/mounting which can constitute up to half of the installation costs for more complex constructions such as pergolas and building integrated PV.

The most important factors determining the electric yield from PV cells are the amount of direct and indirect (or “diffuse”) sunlight received, the angle of incidence and the temperature. More light reaches the PV cells, if it hits at a normal angle. At an oblique angle, its use is diminished due to grazing light being reflected rather than entering the cell. However, the contribution of diffuse light is often underestimated: Depending on the climate, it constitutes almost half of the total radiation impacting a horizontal surface. This means that modules with a lower tilt, being “flatter” only have a slightly lower yield than modules being more tilted towards the sun path. But they have two advantages:

- First, due to their lower angle, they produce less shadow, thus allowing more modules to be placed on the same surface as would be possible with south-facing modules, thus increasing the overall yield of the supporting surface.
- Secondly, these modules can use more diffuse light, as well as more direct sunlight at the morning and evening hours, trading additional yield at dusk and dawn for a decrease at noon. This typically corresponds well with electricity demands for residential uses, which peak in morning and even more so in the evening hours.

Matching PV modules orientation, e.g., facing East-West, can slightly increase the own-consumption of electricity, which can also be economically favourable, as electricity in the morning and evening typically retails at much higher prices than grid-feed in, particularly at noon.



Obrázok 53 Monokryštalický (vľavo) a polykryštalický (vpravo) solárny článok

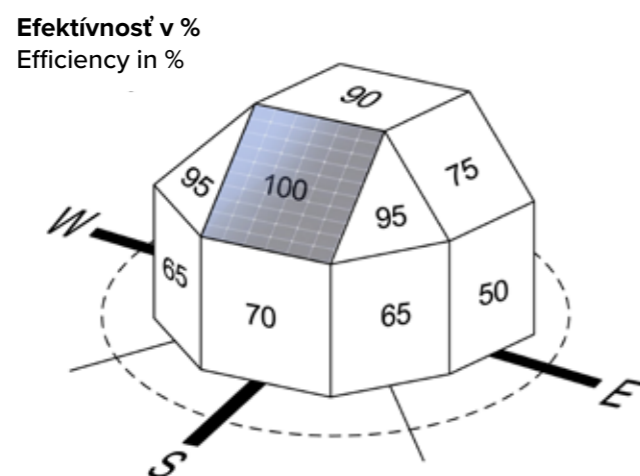
Figure 53 Monocrystalline (left) and polycrystalline (right) solar cell / wafer (Ertex Solar)

58 [https://en.wikipedia.org/wiki/Photoelectric\\_effect](https://en.wikipedia.org/wiki/Photoelectric_effect)



Optimálny ročný sklon prevažne súvisí so zemepisnou šírkou lokality. Existuje niekoľko nástrojov a zdrojov na rýchly odhad slnečného žiarenia a očakávaných výnosov z fotovoltiky prakticky pre všetky miesta na Zemi.<sup>59</sup>

The annual optimal tilt predominantly correlates with the latitude of the location. There exist several tools and resources to quickly estimate the solar radiation and expected PV yields for virtually all locations on earth.<sup>59</sup>

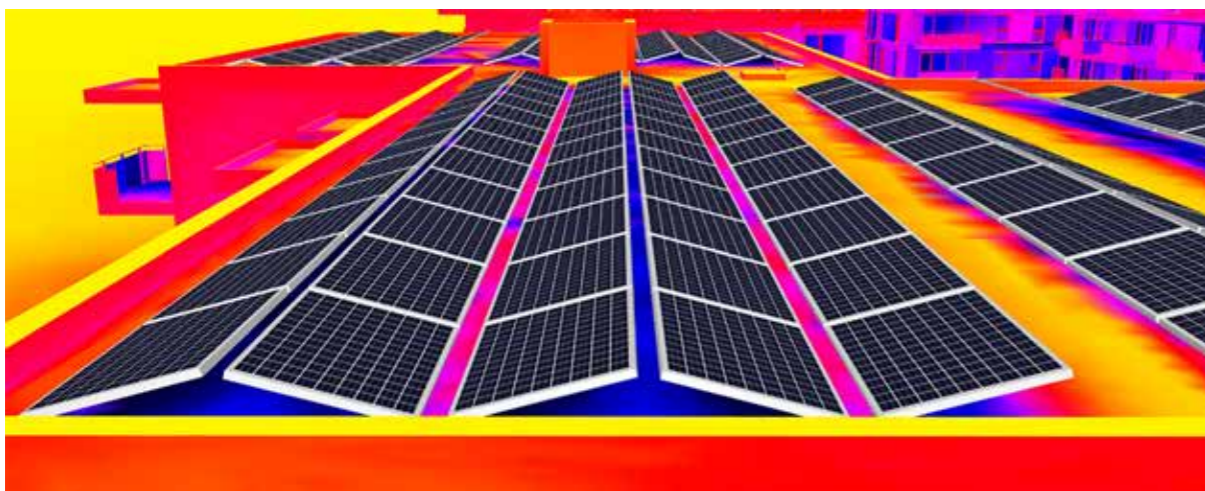


Obrázok 54 Typická účinnosť fotovoltických modulov v percentách na južnej strane v stredoeurópskych zemepisných dĺžkach

Figure 54 Typical PV Efficiency in percent of south-facing modules at Central European longitudes

V minulosti sa moduly inštalovali s cieľom maximalizovať ich individuálnu účinnosť vzhľadom na ich relatívne vysokú cenu. S neustále sa znižujúcimi nákladmi na moduly v posledných desaťročiach sa však tento konštrukčný cieľ zmenil: Vyššie sklony znamenajú väčšiu výrobu v zime, ale menšiu v lete a celkovo môžu byť ekonomicky výhodné, ak je cena v sieti v zime oveľa vyššia ako tarifa v lete. V poslednom čase sa však od týchto úvah väčšinou upúšťa v prospech maximalizácie celkového výnosu z použitých strešných a stenových plôch, čo sa zvyčajne dosahuje umiestnením väčšieho počtu modulov s menej priaznivou individuálnou orientáciou (napr. moduly naklonené 15° na východ a západ namiesto modulov orientovaných 30° na juh v európskych zemepisných šírkach). V súčasnosti sa fotovoltické moduly vyrábajú vo všetkých tvaroch a veľkostiach, ale všeobecne platí, že farebné, tvarované, zakrivené a flexibilné moduly sú zvyčajne drahšie alebo majú nižšiu účinnosť.

Historically, modules were installed to maximize their individual efficiency due to their relative high price. With ever decreasing cost of modules in the recent decades however, this design goal has been shifted: Higher tilts mean more production in winter, but less in summer and overall, but can be economically beneficial if the grid price in winter is much higher than the feed in tariff in summer. Recently however, these considerations have been mostly foregone in favour of maximizing the overall yield of the applied roof and wall areas, which is typically achieved by packing more modules with less favourable individual orientation (e.g., 15° East-West tilted modules instead of 30° south-facing modules in European latitudes). Today, photovoltaics come in all shapes and sizes, but in general coloured, shaped, curved and flexible modules typically come at a premium and or a loss in efficiency.



Obrázok 55 Ilustrácia strechy fotovoltického systému orientovaného v smere východ – západ so sklonom 15°. V závislosti od pochôdnosti modulov a legislatívnych požiadaviek sa môžu inštalovať s malým údržbovým chodníkom alebo bez neho.

Figure 55 Roof illustration of an east-west oriented PV system with an inclination/tilt of 15°. Depending on the module walkability and legal requirements, they can be installed with or without a small maintenance walkway.

#### Vlastnosti modulu

Výrobca, názov modulu	Meyer Burger AG – Black 280
Modul napájania	380 W <sub>p</sub> (Watt Peak = výkon pri maximálnom normálnom ožiarení)
Modulová oblasť	1,8 m <sup>2</sup>
Účinnosť	20,7%
Uhol	15°
Orientácia modulu	Východ-Západ
Príklad Hrubá plocha strechy	7.039 m <sup>2</sup>
Inštalovaný výkon (@15° východozápadne)	733,4 kW <sub>p</sub> (~10m <sup>2</sup> strechy/kWp)
Hustota inštalácie fotovoltických zariadení	0,104 kW <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> roofarea
Výnos (inštalácia @15° East West)	783,8 MWh/rok
Merný výkon na inštalovanú kapacitu	1.068,7 kWh/kW <sub>p</sub>
Merný výkon na inštalovanú plochu	225 kWh/m <sup>2</sup> PV

#### Modul properties

Producer, modul name	Meyer Burger AG – Black 280
Modul power	380 W <sub>p</sub> (Watt Peak = Power at peak normal irradiation)
Modul area	1,8 m <sup>2</sup>
Efficiency	20,7%
Angle	15°
Modul orientation	East-West
Example Gross roof area	7.039 m <sup>2</sup>
Installed power (@15° East West)	733,4 kW <sub>p</sub> (~10m <sup>2</sup> roof/kWp)
PV Installation density	0,104 kW <sub>p</sub> /m <sup>2</sup> roofarea
Yield (@15° East West installation)	783,8 MWh/a
Specific yield per installed capacity	1.068,7 kWh/a/kW <sub>p</sub>
Specific yield per area installed	225 kWh/m <sup>2</sup> PV

Tabuľka 1 Súbor faktov PV

Table 1 Factbox PV

#### Integrácia fotovoltiky do budov – BIPV

Na výrobu slnečnej energie je v zásade vhodný každý prvok budovy, ktorý je vo väčšej alebo menšej miere otočený k slnku: strecha, fasáda, okenné plochy a ďalšie stavebné prvky, ako sú tieniace prvky alebo parapety. Solárne moduly sa môžu pridať k existujúcim prvkom budovy na týchto miestach (napr. montážou na existujúcu strechu alebo ako závesná stena) alebo môžu úplne nahradiť prvky budovy (napr. vo forme sklenenej fasády zo solárnych modulov). Ak sa solárne moduly použijú namiesto iných komponentov, môžu plniť ďalšie funkcie, ako napr:

- Ochrana pred poveternostnými vplyvmi
- Ochrana pred slnkom
- Tepelná izolácia (napr. ako súčasť fasády)
- Zvuková izolácia
- Izolácia
- Estetika
- Klimatizácia (ochrana pre prehrievaním)
- Osvetlenie

V bytových domoch, obytných domoch atď. často existuje rôznorodá vlastnícka štruktúra – niektorí sú nájomníci a niektorí vlastníci nehnuteľnosti. To sťažuje spoločné využívanie fotovoltiky na vhodnej streche a spotrebu vyrobenej energie na mieste. Takzvané **energetické spoločenstvo** má túto situáciu zjednodušiť. Tu sa môžu obyvatelia a užívatelia pripojiť a buď spoločne investovať, alebo poveriť tretiu stranu, aby sa v ich mene postarala o inštaláciu a prevádzku fotovoltického systému na spoločnej streche bytového domu. Ak systém na streche vyrába energiu, každému obyvateľovi, ktorý sa zúčastnil na projekte, sa pripíše zodpovedajúca časť energie, ktorú spotrebuje na mieste, a zvyšok energie sa dostane do elektrickej siete, kde ju môžu využívať ostatní. Výhodou tohto modelu je nielen možnosť využívať elektrickú energiu vyrobenú fotovoltikou priamo na mieste, ale aj ušetriť peniaze. Môže tiež umožniť oveľa väčšie systémy, ako by bolo ekonomicky uskutočniteľné samostatne.

#### Building integration of photovoltaics – BIPV

In principle, any building element that faces the sun (to a greater or lesser extent) is suitable for solar power generation: the roof, the facade, window areas and additional building components such as shading elements or parapets. Solar modules can be added to existing building elements at these points (e.g. by mounting them on the existing roof or as a curtain wall), or they can replace the building elements entirely (e.g. in the form of a glass façade made of solar modules). When solar modules are used instead of other components, they might serve additional functions such as:

- Weather protection
- Sun protection
- Thermal insulation
- Sound insulation
- Insulation
- Aesthetics
- Air conditioning
- Lighting

Apartment buildings typically feature complex ownership structures with any mix of tenants and owners. This has made it difficult to jointly use photovoltaics on a suitable roof and consume the energy generated on site. The so-called energy community is intended to simplify this. Here, residents and users can join and either invest jointly or commission a third party to handle the installation and operation of a PV system on the shared roof of the apartment building on their behalf. If the system on the roof generates energy, each resident who has participated in the project is credited with the corresponding share of the energy they use on site and the rest of the energy goes into the electrical grid where it can be used by others. The advantage of this model is not only the possibility to use the electrical energy generated by photovoltaic directly on site, but also to save money. It can also facilitate much larger systems than would be economically feasible in isolation.

59 Napr. <https://globalsolaratlas.info/map>



### 6.1.2 Malá veterná energia Small Wind power

Na zabezpečenie bezpečného, udržateľného a odolného zásobovania mesta energiou, ktoré sa nespolieha výlučne na výrobu energie z okolitého vidieka, by sa mali čo najlepšie využívať existujúce energetické zdroje v meste. Okrem fotovoltiky predstavuje malá veterná energia jednu z mála možností výroby elektrickej energie šetrnej k životnému prostrediu aj v husto zastavaných oblastiach, ako aj v mestskom prostredí. Spolu s čoraz silnejšou túžbou po súkromnej energetickej autonómii vedie táto okolnosť k tomu, že malé veterné elektrárne (MVE) sa čoraz viac dostávajú do popredia záujmu súkromných domácností a čoraz častejšie sa stavajú aj v husto osídlených oblastiach alebo v mestskej zástavbe na rodinných domoch alebo v ich bezprostrednej blízkosti.

Na rozdiel od vidieckych oblastí predstavujú mestské oblasti ďalšie výzvy pri plánovaní a inštalácii veterných turbín. V dôsledku väčšej rozmanitosti terénu je veterný potenciál v mestských oblastiach pri výške inštalácie 15 až 30 m nad úrovňou terénu, ktorá je pre JVT bežná, výrazne nižší ako pri porovnateľnej výške vo vidieckych lokalitách. Okrem toho veterný potenciál často ďalej znižuje tienenie vysokými stromami, budovami alebo inými stavebnými konštrukciami.

Ďalšou výzvou pri plánovaní veterných turbín v mestskom prostredí sú zvýšené požiadavky na bezpečnosť v dôsledku vysokej hustoty obyvateľstva a zvýšeného rizika pádu ľadu, ľadových krýh alebo padajúcich častí rotora v prípade poškodenia. Týmto rizikám sa musí čeliť preventívnymi prevádzkovými prestávkami v prípade námrazy. Stabilita SWT sa musí zabezpečiť aj pri extrémnych meteorologických podmienkach a úderoch blesku. Ak sa veterná turbína inštaluje na verejne prístupných miestach, schvaľovacie orgány často vyžadujú vizuálnu identifikáciu turbíny, napríklad signálnym svetlom, aby sa neohrozilo nasadenie záchranných služieb. Ďalšie škodlivé účinky JVT, ako napr.

- periodické, blikajúce vytváranie tieňa
  - odrazy svetla na lopatkách rotora (disko efekt)
  - emisie hluku, infrazvuku
  - vibrácie a oscilácie
- sa majú vylúčiť alebo obmedziť do takej miery, aby sa nezhoršila kvalita života obyvateľov v bezprostrednej blízkosti turbíny. Jednou z možných príčin emisií hluku je vírenie lopatiek rotora. Vibrácie a kmitanie sú obzvlášť problematické, keď sú turbíny namontované priamo na obytnú budovu. Priamo vnímateľné vibrácie a z nich vyplývajúci hluk v budove sú následky, ktoré môžu byť pre obyvateľov budovy škodlivé. Ďalším obmedzujúcim faktorom je dodatočné zaťaženie konštrukcie budovy spôsobené dynamickými kmitmi.

Malé veterné turbíny sú zaujímavým doplnkom fotovoltických systémov pre vybrané lokality s dobrým veterným potenciálom. Počas plánovania a výstavby je však potrebné prekonať mnohé technické problémy, aby sa zabezpečila bezpečná prevádzka elektrárne.

To ensure a secure, sustainable, and resilient urban energy supply that does not rely exclusively on energy generation from the surrounding countryside, the best possible use should be made of existing energy resources in the city. In addition to photovoltaics, small wind power represents one of the few possibilities to generate environmentally friendly electrical energy even in densely built-up areas as well as in urban environments. Together with the increasingly strong desire for private energy autonomy, this circumstance leads to the fact that small wind turbines (SWT) increasingly become the focus of private households and are also increasingly erected in densely populated areas or in the urban area on or in the immediate vicinity of single and multi-family houses.

In contrast to rural areas, urban areas pose additional challenges for the planning and installation of wind turbines. Due to higher roughness of the ground, the wind potential in urban areas is significantly lower at an installation height of 15 to 30 m above ground level, which is common for SWTs, than at a comparable height at rural locations. In addition, wind shading from tall trees, buildings, or other building structures often further reduces wind potential.

Another challenge in the planning of urban wind turbines is the increased safety requirements due to high population density and the increased risk from ice fall, ice throw, or falling rotor parts in the event of damage. These risks must be counteracted by precautionary operation pauses in the event of icing. The stability of the SWT must also be ensured under extreme meteorological conditions and lightning strikes. If a wind turbine is installed in publicly accessible places, the approval authorities often require visual identification of the turbine, such as a signal light, so as not to endanger the deployment of emergency services. Other detrimental effects of the SWT such as

- periodic, flickering shadow casting
  - light reflections on the rotor blades (disco effect),
  - noise emissions, infrasound emissions,
  - vibrations and oscillations
- are to be avoided or limited to such an extent that the quality of life of residents in the immediate vicinity of the SWTs is not impaired. One possible cause of noise emissions is vortex shedding on the rotor blades. Vibrations and oscillations are particularly problematic when turbines are mounted directly on a residential building. Directly perceptible vibrations and the resulting noise in the building are consequences that can be detrimental to the residents of the building. The additional load on the building structure caused by the dynamic excitations is another limiting factor.

In summary, small wind turbines are an interesting complement to photovoltaic systems for selected locations with good wind potential. However, numerous technical challenges must be overcome during planning and construction to ensure safe operation of the plant over several years.

## 6.2 Tepelná energia Thermal Energy

Bežné vykurovacie systémy zvyčajne vytvárajú teplo spaľovaním energetického nosiča, ako je zemný plyn, drevo, vykurovací olej, alebo iné formy biomasy. Hoci je to pomerne jednoduché, technologicky vyspelé a vedie to k známym emisiám skleníkových plynov, zároveň sa tým trvalo pridáva tepelná energia do životného prostredia. Po dosiahnutí tepelnej rovnováhy sa toto pridané teplo nedá odstrániť ani „ochladiť“, ale iba premiestniť.

### 6.2.1 Tepelné čerpadlá: „Presúvanie tepla“ namiesto „vytvárania tepla“ Heat pumps: “moving heat” instead of “creating heat”

Princíp tepelných čerpadiel spočíva v tom, že namiesto vytvárania tepla sa teplo presúva tam, kde je potrebné: ako už názov napovedá, tepelné čerpadlá prečerpávajú teplo z jedného miesta na druhé, pričom prvé miesto ochladzujú a druhé ohrievajú. Každá chladnička je tepelné čerpadlo. Elektrická energia potrebná na čerpanie je len zlomkom prepravovaného tepla, ale zvyšuje sa s teplotným rozdielom medzi zdrojom a cieľom: Čím je tento rozdiel menší, tým je účinnosť vyššia. Ak sa teplota zdroja zvýši o 1 °C, spotrebuje sa o 2,5 % menej elektrickej energie. Preto sú nízko- teplotné radiátory, podlahové vykurovanie a systémy aktivácie jadra budovy kľúčom k zníženiu spotreby energie na vykurovanie a chladenie. Inovatívne nízko- teplotné systémy môžu dokonca využívať sezónne rozdiely na maximalizáciu účinnosti a zároveň komfortu: V zime čerpajú teplo zo zeme do budovy a v lete tento proces obrátia, čím ochladia budovu a zregenerujú teplotu zeme na ďalšie ročné obdobie. Hlavné zdroje tepla, ktoré možno použiť pre tepelné čerpadlo, sú tieto:

- Vonkajší vzduch: tento variant je lacný, ale nie veľmi účinný, pretože potreba vykurovania je zvyčajne najvyššia, keď je vonkajšia teplota najnižšia, t. j. rozdiel medzi teplotou zdroja a vykurovacieho systému je veľmi vysoký.
- Geotermálna energia: Geotermálne systémy pracujú efektívne, pretože teplota zeme 5-15 °C v závislosti od hĺbky je výrazne vyššia ako teplota vonkajšieho vzduchu. Geotermálne kolektory sa vyrábajú v rôznych konštrukciách: Pri plytko uložených horizontálnych kolektoroch sa veľmi malá časť tepla absorbovaného počas roka získava zo zeme v malej hĺbke. Toto teplo pochádza zo slnečného žiarenia a dažďa. Priestor potrebný na geotermálny kolektor je približne 1,5 až 3-násobok vykurovanej obytnej plochy – príliš veľký pre husto zastavané mestské oblasti. Hĺbkové vrty alebo „sondy“ s hĺbkou 100 – 300 m majú na druhej strane tú výhodu, že vyžadujú relatívne málo stavebného priestoru a udržiavajú celoročnú priemernú teplotu klímy. V strednej Európe je to približne 15 °C. Môžu sa realizovať aj ako súčasť založenia stavby v rámci výstavby na zelenej lúke. Ďalšou výhodou geotermálnej energie je, že zem sa dá využiť ako sezónna zásobáreň tepla: V zime sa z nej odoberá teplo na vykurovanie budovy, v lete sa teplo odobraté z budovy ukladá do zeme.
- Podzemné vody: Najefektívnejšie systémy tepelných čerpadiel sú založené na využívaní podzemnej vody. Tá má konštantnú vysokú teplotu približne 10 °C. Pre tento systém je potrebné vybudovať sústavu 2 studní, pričom z jednej studne sa voda čerpá do tepelného čerpadla a voda ochladená o pár °C sa vypúšťa do druhej studne.
- Iné zdroje tepla: Tepelné čerpadlá môžu v zásade využívať akýkoľvek zdroj tepla, ktorý je k dispozícii na výmenu tepla. Patrí sem aj teplo, ktoré sa zvyčajne považuje len za odpadové alebo vedľajší produkt z priemyselných procesov, z chladenia alebo odpadovej vody. Podrobnejšie sa tomu budeme venovať v jednej z nasledujúcich častí.

Conventional heating systems typically create heat by combusting an energy carrier such as oil, natural gas, wood or other forms of biomass. Although rather straightforward, technologically mature and leading to the known GHG emissions, it also permanently adds thermal energy to the environment. Once in thermal equilibrium, this added heat cannot be removed, or “cooled” off, but only moved.

The concept of moving heat to where it is needed instead of creating it, is the principle of heat pumps: as the name implies, they pump heat from one place to another, cooling the former and heating the latter in the process. Every fridge has one. The pumping electricity required is only a fraction of the heat being moved but increases with the temperature difference between source and target: The smaller the difference, the higher the efficiency. If the source temperature is increased by 1 °C, 2.5 % less electrical energy is consumed. That is why low temperature radiators, floor heating and building core activation systems are key to reducing energy consumption for heating and cooling. Innovative low temperature systems can even exploit the seasonal differences to maximize efficiency and comfort at the same time: Pumping heat from the ground into the building in winter and reversing the process in summer, thus cooling the building and regenerating the ground temperature for the next season. The main heat sources that can be used for the heat pump are as follows:

- Outside air: this variant is inexpensive, but not very efficient, since heating loads are typically highest when the outside temperature is lowest, i.e. the difference between source and heating system temperature is very high.
- Geothermal: Geothermal systems work efficiently because ground temperatures of 5 to 15 °C depending on depth are significantly higher than outside air. Geothermal collectors come in a variety of designs: In shallow collectors, a very small portion of the heat absorbed during the year is extracted from the ground at a shallow depth. This heat comes from solar radiation and rain. The space required by a geothermal collector is approximately 1.5 to 3 times the heated living area – too large for densely built-up urban areas. Deep boreholes or “probes” of 100 to 300 m, on the other hand, have the advantage of requiring relatively little building space and maintaining the climate’s average temperature year-round. In central Europe that is around 15 °C.. They can also be implemented as part of a structure’s foundation in green field developments. An additional advantage of geothermal energy is that the ground can be used as a seasonal thermal store: In winter, heat is extracted from it to heat the building; in summer, heat removed from the building is stored in the ground. This can sometimes be necessary.
- Groundwater: The most efficient heat pump systems are based on the use of groundwater. This has a constant high temperature of about 10 °C.
- Other heat sources: In principle, heat pumps can utilize any heat source that is available for a heat exchange. This includes heat that is typically only considered as waste or by-product from industrial processes, from cooling or wastewater. This will be discussed in more detail in one of the following sections.



### 6.2.2 Solárna tepelná energia a PVT Solar Thermal energy and PVT

Využívanie solárnej tepelnej energie má v súčasnosti v mestských oblastiach druhotný význam. Závisí od rôznych podmienok – okrem toho, že ponuka solárnej tepelnej energie často nezodpovedá časom dopytu, o možnostiach jej využitia rozhoduje aj daná infraštruktúra a dostupné plochy. Okrem toho v mestských oblastiach existujú rôzne záujmy vlastníkov a nájomníkov domov a bytov, rôzne subjekty na trhu a určité právne rámcové podmienky, ktoré sa musia zohľadniť pri realizácii solárnych tepelných systémov.

Preto je potrebné nájsť technické systémové riešenia, ktoré budú prispôbené konkrétnym mestským častiam a infraštruktúre, ktorá je v nich k dispozícii. Je potrebné zabrániť stratám pri premene, siete vyššej úrovne by mali byť odľahčené využívaním solárnej energie.

Solárna tepelná energia je založená na premene energie krátkovlnného solárneho žiarenia na tepelnú energiu. Princíp fungovania solárneho tepelného systému je nasledovný: solárne žiarenie je absorbované absorpčným materiálom, zvyčajne kovmi, ako je meď a hliník, a premieňa sa na teplo. Vzniknutá tepelná energia sa prenáša vedením do teplonosného média cirkulujúceho v potrubí. Médium sa tak pri prúde cez kolektor ohrieva a následne sa privádza do zásobníka, takže teplá voda je k dispozícii aj v čase, keď nie je k dispozícii solárne žiarenie.

Tento typ výroby tepla je vhodný pre rodinné domy alebo v prípade väčších kolektorových polí (napr. na obytných budovách alebo na strechách tovární) na napájanie do lokálnej vykurovacej siete alebo siete diaľkového vykurovania, ako aj na výrobu tepla zo solárnych procesov a solárne chladenie.

**Kolektory PVT alebo hybridné kolektory** kombinujú využívanie solárnej tepelnej energie a fotovoltiky. Vyrábajú nielen teplo vo forme teplej vody, ale aj elektrickú energiu pomocou fotovoltických článkov. Používajú sa v zložitejších solárnych tepelných aplikáciách. Hybridné kolektory sú vhodné aj na kombináciu s tepelnými čerpadlami. Podľa výrobcu je hlavnou výhodou to, že fotovoltické články pracujú so zvýšenou účinnosťou vďaka odvodu tepla.



**Obrázok 56** Fotovoltika na fasáde, Nemecká spolková agentúra pre životné prostredie v Dessau, autorka: Ivana Nemethová  
**Figure 56** Photovoltaics on the facade, German Environment Agency in Dessau, Photo by Ivana Nemethová

The use of solar thermal energy is currently of secondary importance in urban areas. It is dependent on various conditions – apart from the fact that the supply of solar thermal often does not match times of demand, the given infrastructure and the available areas also determine the potential for use. In addition, in urban areas, there are different interests of owners and tenants of houses and apartments, different stakeholders in the market and certain legal framework conditions that must be taken into account when implementing solar thermal systems.

Therefore, technical system solutions must be found that are adapted to the specific urban districts and the infrastructure available there. Conversion losses should be avoided, higher-level grids should be relieved by solar energy use.

Solar thermal energy is based on the energy conversion of short-wave solar radiation into thermal energy. The principle of operation of a solar thermal system is as follows: Solar radiation is absorbed by an absorber material, usually metals such as copper and aluminium, and converted into heat. The thermal energy generated is transferred via conduction to a heat transfer medium circulating in pipes. The medium is thus heated as it flows through the collector and is then fed to a storage tank, so that hot water is also available at times when there is no solar radiation. solar radiation is available.

This type of heat generation is suitable for single-family homes or, in the case of larger collector arrays (e.g., on residential buildings or factory roofs), for feeding into a local heating or district heating network, as well as for solar process heat and solar cooling.

**PVT collectors or hybrid collectors** combine the use of solar thermal energy and photovoltaics. They generate not only heat in the form of hot water, but also electricity with the help of photovoltaic cells. They are used in more complex solar thermal applications. Hybrid collectors are also suitable for combination with heat pumps. According to the manufacturer, a major advantage is that the photovoltaic cells operate at increased efficiency due to the dissipation of heat.

### 6.2.3 Biomasa Biomass

Spaľovaním biomasy je možné vyrábať teplo, čím sa predtým viazaný uhlík uvoľňuje späť do atmosféry. To, či je možné to považovať za „uhlíkovo neutrálne“, závisí od určeného časového rámca a je veľmi diskutovanou témou, ale je to lepšie ako spaľovanie fosílnych palív. Na rozdiel od solárnej a veternej energie ide o skladovateľnú formu výroby energie.

Optimálne tak dopĺňa kolísavé zdroje energie. V porovnaní s fosílnymi palivami, ako je uhlie alebo vykurovací olej, má však nevýhodu „nižšej hustoty energie“ (t. j. menej využiteľnej energie na kilogram paliva), čo znamená zvýšené nároky na skladovanie, priestor a prepravu. V porovnaní so zemným plynom má jej spaľovanie vyššie emisie a nižšiu účinnosť. Do úvahy treba brať aj zložitú logistiku dopravy pri obstarávaní a dodávkach. V súčasnosti sa o jej využití v urbánnom kontexte zvyčajne uvažuje len ako o pomocnej forme vykurovania, a to okrem uvedených logistických problémov aj kvôli problémom so znečistením ovzdušia, ktoré spôsobujú malé prachové častice.

Biomass can be burned for heat, releasing the previously bound carbon back into the atmosphere. Whether this can be considered “carbon neutral” depends on the adopted timeframe and is heavily debated, but it is better than burning fossil fuels. Unlike solar and wind energy, it is a storable form of energy generation. Thus, it optimally complements fluctuating energy sources. Compared to fossil fuels such as coal or heating oil, however, it has the disadvantage of lower energy density, (i.e. less usable energy per kilogram fuel), which means increased storage, space, and transportation requirements. Compared to natural gas, its combustion has higher emissions and lower efficiency. Complex transport logistics for procurement and delivery must also be considered. In urban contexts it is nowadays typically only considered as an auxiliary form of heating due to problems with small particulate matter in the exhaust on top of the aforementioned logistical challenges.



**Obrázok 57** Elektráreň na biomasu, ktorá využíva trávu a drevnú štiepku, Foto: Kyle Spradley © 2014 – Curators of the University of Missouri  
**Figure 57** Biomass power plant using grass and wood chips, Photo by Kyle Spradley © 2014 – Curators of the University of Missouri

### 6.2.4 Odpadové teplo z priemyselných a obchodných procesov Waste heat from industrial and commercial processes

Niektoré priemyselné a komerčné využitie v okrese môže poskytnúť ďalšie odpadové teplo, ktoré sa môže zhromažďovať a využívať na vykurovanie priestorov a prípadne na ohrev TUV v závislosti od dostupnej teploty odpadového tepla. Typické možnosti zahŕňajú:

- Supermarkety: Vysoké a konštantné chladiace zaťaženie vytvára veľký potenciál pre základné teplo pri ~60 °C
- Serverové farmy: Ešte stabilnejšia a vyššia teplota ako v supermarketoch
- Práčovne: Odpadové teplo má vysokú teplotu až 50 °C, ale je k dispozícii len počas prevádzky, čo vylučuje víkendy a sviatky
- Pekárne: Horúci vzduch prenáša menej tepla ako odpadová voda
- Priemyselné procesy zahŕňajúce vykurovanie a spaľovanie: Množstvo a teplota závisia od procesu a od toho, či a kedy je zariadenie v prevádzke.

Some industrial and commercial uses in a district might provide additional waste heat that can be collected and used for space and possibly DHW heating depending on the available waste heat temperature. Typical potentials include:

- Supermarkets: High and constant cooling loads create large potentials for base heat at ~60°C
- Server farms: Even more stable and higher temperature than from supermarkets
- Laundries: Waste heat has high temperatures upwards of 50 °C but is only available during operation, which excludes weekends and holidays
- Bakeries: Hot exhaust air, which carries significantly less heat than wastewater
- Industrial processes involving heating and or combustion: Quantity and temperature depend on the process and if and when the plant is in operation.



Bohužiaľ, tieto zdroje sú veľmi situačné a zvyčajne si vyžadujú špeciálne ciele riešenia zberu, ktoré môžu byť drahé a technicky zložité. Najväčším problémom však zvyčajne je, že dostupnosť takýchto zdrojov nemožno zaručiť, ak – z akéhokoľvek dôvodu – prestane fungovať súvisiaca hospodárska činnosť. Uskutočniteľnosť takýchto systémov preto vo veľkej miere závisí od dosiahnuteľných dlhodobých zmlúv o používaní, a ak to nie je možné, často je potrebný záložný zdroj vykurovania, ako je plynový kotol alebo kotol na biomasu, čo zvyšuje náklady. Napriek tomu existuje niekoľko príkladov, ktoré preukázali úspešnú realizáciu nízko-temperatúrnych vykurovacích sietí využívajúcich odpadové teplo zo serverových fariem a iných zdrojov, ako napríklad švajčiarsky FGZ Zürich Friesenberg.

### 6.2.5 Využívanie odpadu Waste utilization

Využívanie odpadu sa zvyčajne realizuje prostredníctvom spaľovní odpadu s kombinovanou výrobou tepla a elektrickej energie, ktoré napájajú mestskú elektrickú sieť a sieť diaľkového vykurovania, čím dosahujú bezkonkurenčnú účinnosť a výkon. Vzhľadom na logistickú a technickú zložitosť takýchto zariadení je tento potenciál obnoviteľných zdrojov zvyčajne mimo kontroly všetkých, okrem najväčších okresných miest.

Existujú však aj ďalšie potenciály: rekuperácia odpadového tepla z odpadovej vody môže pokryť približne 20 až 40 % zostávajúceho tepla. Centrálne sa to dá dosiahnuť inštaláciou výmenníka tepla v centrálnom odpadovom potrubí štvrte. Vzhľadom na nízku teplotu rekuperovaného tepla, ktorá sa pohybuje medzi 15 až 25 °C, ho však môžu využívať prakticky len štvrte s nízko-temperatúrnym vykurovacím systémom, najlepšie vo forme nízko-temperatúrnej vykurovacej siete, do ktorej sa bude dodávať.

V súčasnosti existujú aj pomerne nové decentralizované systémy na úrovni jednotlivých bytových jednotiek, ktoré časť tepla zo sprchy dodávajú späť do zásobníka teplej vody prostredníctvom výmenníka tepla v podlahe sprchy.

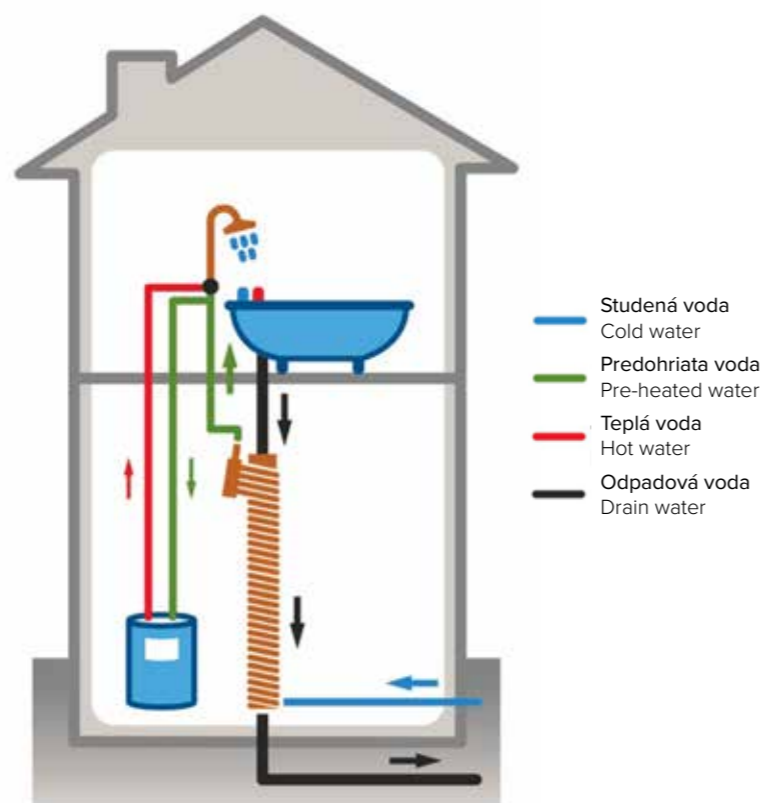
Unfortunately, these sources are very situational and typically require specially targeted collection solutions, which might be expensive and or technically complex. The biggest problem though is typically that the availability of such sources cannot be guaranteed if – for whatever reason – the associated economic activity ceases operation. Feasibility of such systems therefore heavily rely on obtainable long-term usage contracts, and if that is not possible, a back-up heating source such as a gas or biomass boiler is often required which drives up cost.

Nevertheless, there are a few examples that have demonstrated successful implementation of low temperature heating networks utilizing waste heat from server farms and other sources, such as the Swiss FGZ Zürich Friesenberg.

Waste utilization is typically realized by combined heat and power waste incineration plants, feeding both a city's electric grid and district heating network, netting an unrivalled efficiency and performance. Due to the logistic and technical complexity of such plants, this renewable potential is typically outside the control of all but the largest district developments.

But there are other potentials remaining: Waste heat recuperation from wastewater canals can net around 20 to 40% of the remaining heat. Centrally, this can be done by installing a heat exchanger in the district's central wastewater canal. However, due to the low temperature of the recuperated heat of between 15 to 25°C, it can virtually only be used by districts with a low temperature heating system, preferably in the form of a low temperature heating network to feed into.

Today, there also exist relatively new decentral systems on individual housing unit level, that feed part of the shower heat back into the hot water tank by heat exchanges in the shower floor.



Obrázok 58 Rekuperácia tepla z odpadovej vody v najúčinnnejšej konfigurácii „rovnomerného prietoku“, Wikimedia Commons

Figure 58 Waste Water Heat Recovery in the most efficient 'equal flow' configuration, Wikimedia Commons

# 7.

## Technika v pasívnom dome Technology in a Passive House

Vladimír Šinkovic





Kvalita vnútorného prostredia patrí spolu s energetickou hospodárnosťou k hlavným parametrom pasívnych domov. Technika nevyhnutná na prípravu teplej vody a vykurovanie, chladenie a vetranie je súčasťou konceptu pasívnych domov.

## 7.1 Tepelné čerpadlo Heat pump

Častým zdrojom tepla a teplej vody v pasívnom dome je tepelné čerpadlo, ktoré významným spôsobom zníži spotrebu el. energie pri výrobe tepla a teplej vody, čo umožňuje samotný princíp tepelného čerpadla.

Prvým konštruktérom tepelného čerpadla bol slovenský rodák Aurel Stodola (1859 – 1942). Jeho tepelné čerpadlo z roku 1928 dodnes pracuje vo Švajčiarsku a vykuruje radnicu v Ženeve s odoberaním tepla z vody jazera (ide o uzavretý okruh).

Poznáme tri typy tepelných čerpadiel:

Tepelné čerpadlo **zem/voda** využíva zemné teplo, ktoré sa v primárnom okruhu odoberá prostredníctvom zemných vrtov alebo tzv. plošných kolektorov, (alt. zemné koše). Takto vybudovaný zdroj energie má vysokú spoľahlivosť a životnosť. Má výborný pomer vynaloženej a získanej energie, tzv. COP. Existuje aj možnosť využiť teplotu média v primárnom okruhu na pasívne chladenie.

Tepelné čerpadlo **vzduch/voda** využíva pre získanie energie vonkajší vzduch. Počas zimného obdobia pri mínusových teplotách vzduchu je potrebné zapojiť do systému elektrický ohrev, čo znižuje efektívnosť prevádzky. Taktiež je nevýhodou možná vyššia hlučnosť vonkajšej časti tepelného čerpadla i keď je často tento systém cenovo najprístupnejší.

Tepelné čerpadlo **voda/voda** využíva stabilnú teplotu podzemných alebo i povrchových vôd. Ako primárny okruh je často vybudovaný systém studní na čerpanie a odvádzanie ochladenej vody. Pred zvolením tohto typu tepelného čerpadla je potrebné preskúmať trvalú výdatnosť takéhoto zdroja energie ako i kvalitu podzemných vôd. Napriek tomu, že často je teplota podzemných vôd vyššia ako teplota zeme pre prvý typ tepelného čerpadla, nemusí byť celková efektívnosť vyššia vzhľadom na možné kolísanie teploty ako i kvality zdrojových vôd.

The quality of the indoor environment is one of the main parameters of passive houses, along with energy efficiency. The technology necessary for hot water preparation and heating, cooling or ventilation is part of the passive house concept.

A common source of heat and hot water in a passive house is the heat pump, which significantly reduces the consumption of electrical energy in the production of heat and hot water, which is made possible by the heat pump principle itself.

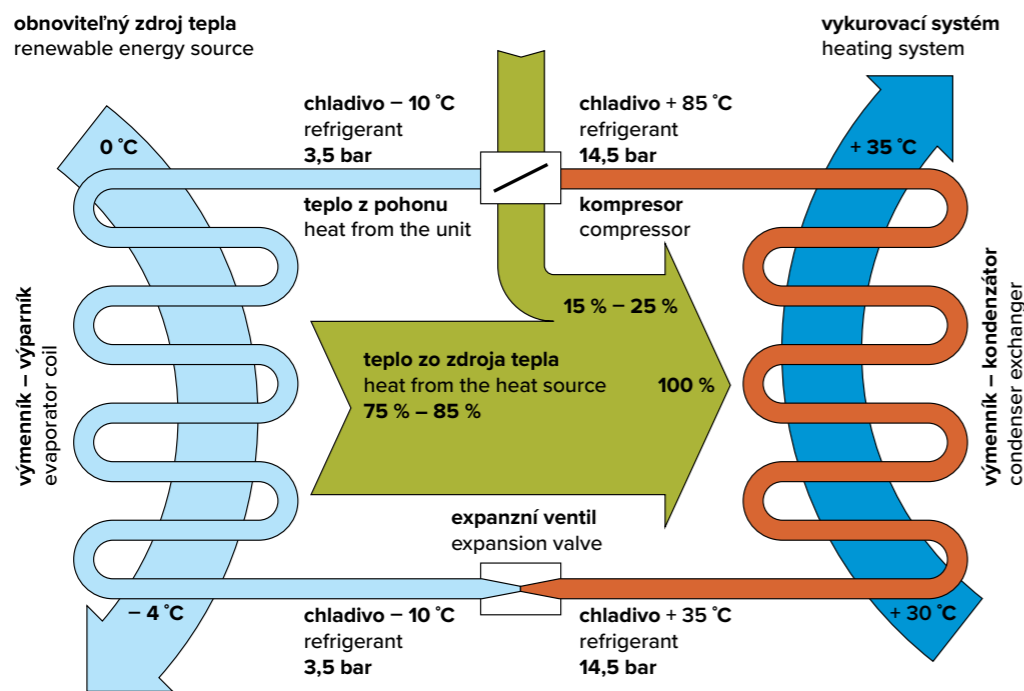
The first designer of a heat pump was the Slovak-born Aurel Stodola (1859–1942). His 1928 heat pump is still in operation in Switzerland and heats Geneva's town hall with heat extracted from the lake water (it is a closed circuit).

There are three types of heat pumps:

The **ground/water** heat pump uses ground heat, which is extracted in the primary circuit via ground boreholes or so-called surface collectors, (alt. geothermal baskets). An energy source built in this way has high reliability and durability. Excellent energy input/output ratio, the so-called COP. Possibility to use the temperature of the medium in the primary circuit for passive cooling.

The **air/water** heat pump uses the outside air for energy. During the winter period, when the air temperature is below freezing, it is necessary to connect an electric heater to the system, which reduces the efficiency of operation. There is also the disadvantage of a possible higher noise level of the outdoor part of the heat pump, although this system is often the most affordable.

The **water/water** heat pump uses the stable temperature of groundwater or surface water. A system of wells is often built as a primary circuit to pump and discharge the cooled water. Before selecting this type of heat pump, it is necessary to investigate the sustainable yield of such an energy source as well as the quality of the groundwater. Although the groundwater temperature is often higher than the ground temperature for the first type of heat pump, the overall efficiency may not be higher due to possible temperature variations as well as the quality of the source water.



Obrázok 59 Schéma tepelného čerpadla (PHI Darmstadt)

Figure 59 Diagram of the heat pump (PHI Darmstadt)

## 7.2 Vetrací systém s rekuperáciou tepla Ventilation system with heat recovery

Riadené vetranie so spätným získavaním tepla (tzv. rekuperáciou) je nevyhnutnou súčasťou konceptu energeticky pasívnych domov. Zabezpečuje prísun požadovaného množstva čerstvého vzduchu, filtruje ho a podľa potreby ohreje. Zároveň z domu odvádza znečistený vzduch a v zimnom období jeho teplo odovzdáva privádzanému vzduchu. Vetracia jednotka s rekuperáciou znižuje tepelné straty vetraním – bez ich zníženia nemožno postaviť dobre fungujúci pasívny dom. Reálna účinnosť rekuperácie by mala byť aspoň 80%.

Controlled ventilation with heat recovery is an essential part of the passive house concept. It ensures the supply of the required amount of fresh air, filters it and warms it as required. At the same time it removes polluted air from the house and transfers its heat to the incoming air in winter. A ventilation unit with heat recovery reduces heat loss through ventilation – without reducing this, it is impossible to build a well-functioning passive house. The real efficiency of heat recovery should be at least 80 %.

## 7.3 Kompaktná vetracia jednotka Compact ventilation unit

Kombináciou tepelného čerpadla a vetracej jednotky získame tzv. kompaktnú vetraciu jednotku, ktorá efektívne pokrýva potreby prípravy teplej vody, vykurovania, chladenia a aj vetrania.

Combining a heat pump and a ventilation unit results in a so-called compact ventilation unit, which efficiently covers the needs of hot water preparation, heating, cooling and ventilation.

## 7.4 Slné termické kolektory Solar thermal collectors

Slné termické kolektory slúžia na prípravu teplej vody a zriedkavo pre podporu vykurovania, počas vykurovacieho obdobia je ich prínos pomerne malý. V letnom období je obvykle tepla nadbytok a vysoké teploty teplotnosného média prinášajú viac komplikácií ako osohu.

Solar thermal collectors are used for hot water production and rarely for heating support, during the heating season their contribution is relatively small. In summer there is usually an excess of heat and high temperatures of the heat transfer medium bring more complications than benefits.

## 7.5 Slné fotovoltaické kolektory Solar photovoltaic collectors

Slné fotovoltaické kolektory premieňajú slnečné žiarenie priamo na elektrickú energiu. Sú veľmi dobre kombinovateľné s inými vyspelými technológiami ako sú napr. tepelné čerpadlá. Mnohé pasívne domy si práve touto technológiou zlepšujú svoju energetickú bilanciu. V kombinácii s pasívnou budovou môže ísť o systémy produkujúce viac energie než spotrebujú.

Solar photovoltaic collectors convert solar radiation directly into electricity. They combine very well with other advanced technologies such as heat pumps. Many passive houses improve their energy balance with this technology. Combined with a passive building, these systems can produce more energy than they consume.



Obrázok 60 Kompaktná vetracia jednotka aerosmart X2 s tepelným čerpadlo zem/voda s výkonom 3,6 kW a 300 l zásobník na teplú vodu v pasívnom dome. (IEPD)

Figure 60 Compact aerosmart X2 ventilation unit with 3.6 kW ground/water heat pump and 300 l hot water tank in a passive house.



## 8.

## Komponenty PED: Zásobovanie a flexibilita PED Components: Supply and Flexibility

Simon Schneider



Výroba a produkcia prebytku energie z obnoviteľných zdrojov do energeticky plusovej štvrte počas roka je len prvá časť príbehu. Druhá časť je schopnosť poskytnúť ju v čase aktuálnej potreby a nespoliehať sa na to, že sieť bude vyrovnávať sezónnu nerovnováhu v pokrytí dodávok. Problém vzniká najmä pri vyrovnávaní dodávok elektrickej energie, pretože elektrinu nemožno skladovať v sieti, ale musí sa spotrebovať presne v čase, keď sa dodáva. Ak sa stane, že ponuka a dopyt nie sú v súlade či i len v malom rozsahu v ktoromkoľvek okamihu, rozvodná sieť nie je synchronizovaná a hrozí jej kolaps. Preto prevádzkovateľov sietí a poskytovateľov služieb neomrzí upozornenie pred rozširovaním obnoviteľných zdrojov, ktoré spôsobujú nestabilitu siete a neistotu dodávok, pretože ich výroba je oveľa nestálejšia a nepredvídateľnejšia ako dodávky z konvenčných elektrární.

Očakáva sa, že s veľmi potrebným rozšírením týchto obnoviteľných zdrojov energie pre dekarbonizáciu sa tento problém v budúcich rokoch prehľbí. Najmä v prípade 100 % dodávok energie z obnoviteľných zdrojov bude miera expanzie veternej energie a fotovoltiky dostatočne vysoká (nie sú zriedkavé 5 až 20-násobné nárasty kapacity), takže je potrebné kompenzovať silné sezónne a denné výkyvy.

Princíp vybalansovania požiadaviek si vyžaduje, aby sa jeden alebo obidva – dopyt a ponuka – prispôsobili natoľko, aby sa navzájom zosúladiili:

- Zmena dodávky: Môže byť upravená len niektorými konvenčnými elektrárnami, ktoré by síce paradoxne mali byť zatvorené: Zemný plyn, uhoľné a ropné elektrárne. S významnou výnimkou prečerpávacích vodných elektrární sa obnoviteľné zdroje energie nedajú takto regulovať. V najhoršom prípade je potrebné obnoviteľné zdroje obmedziť, aby nedošlo k preťaženiu siete.
- Uskladňovanie zásob na obdobie dopytu: V prípade sezónneho uskladňovania je toto riešenie väčšinou neúnosne drahé, najmä ak sa využíva len raz ročne.
- Presun dopytu na obdobie ponuky: Všetky tieto pojmy sa zvyčajne označujú ako „riadenie dopytu“, „presun záťaže“ a „energetická flexibilita“, čo znamená zmenu dopytu po energii na čas, keď je to vhodnejšie. Tradične sa takéto riešenie dosahovalo so stimulmi cenových signálov závislých od času, ale s rozvojom PED je to čoraz aktuálnejšie aj s cieľom minimalizovať súvisiace emisie skleníkových plynov a maximalizovať využívanie obnoviteľných zdrojov energie: Využívajte elektrinu, keď svieti slnko a fúka vietor, a snažte sa ju inak šetriť.

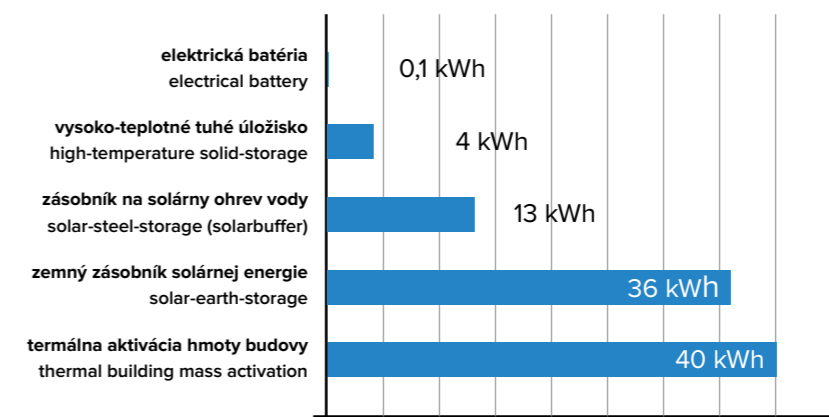
Generating and supplying the Positive Energy District with an annual surplus of renewable energy is just half of the story. The other half is being able to provide this at the actual time of need and not relying on the grid to balance out seasonal mismatches in supply coverage. The problem arises in electricity matching in particular, as electricity cannot be stored in the grid, but must be used exactly at the time it is provided. If supply and demand is mismatched at any time by even a fraction, the grid gets out of sync and is at risk of collapse. This is why grid operators and utility providers do not get tired of warnings about renewable expansion causing grid instability and supply insecurities as their yield is much more volatile and unpredictable than that of conventional power plants.

With the much-needed expansion of these renewables for decarbonization, this problem is expected to grow in future years. Especially for a 100 % renewable energy supply, expansion rates of wind power and PV will be high enough (magnitudes 5 to 20-fold capacity increases are not uncommon), that strong seasonal and diurnal fluctuations must be compensated.

The principle of load-matching requires that one or both – demand and supply needs to be adjusted to match each other:

- Shifting supply: Can only be adjusted by some conventional power plants, which ironically should be closed: Natural gas, Coal and oil power plants. With the notable exception of pumped hydro, renewable energy sources are not controllable in this way. In the worst case, renewables need to be curtailed to not overload the grid.
- Storage of supply for times of demand: Is mostly prohibitively expensive, especially for seasonal storage that is only utilized once per year.
- Shifting demand to times of supply: Typically referred to as “Demand side management”, “load shifting” and “Energy flexibility”, which all mean changing some energy demand to times, where it is more opportune. Traditionally, this was done with incentives of time-dependent price signals, but with the advent of PEDs, this is increasingly also done with the goal of minimizing associated GHG emissions and maximizing renewables uptake: Use electricity when the sun is shining, and the wind is blowing and try to conserve it otherwise.

### 8.1 Uskladňovanie energie Energy Storage



Obrázok 61 Akú kapacitu úložiska je možné získať za 100 € (2017)  
Figure 61 How much storage capacity can be obtained for 100 € (2017)



V podstate možno rozlíšiť 4 rôzne formy uskladňovania elektrickej energie. Existujú mechanické systémy skladovania, ako sú systémy skladovania s čerpaním alebo stlačeným vzduchom, elektrochemické systémy uskladňovania, ako sú akumulátory alebo technológia power-to-gas, tepelné systémy skladovania a napokon elektrické systémy skladovania, ako sú kondenzátory a cievky. Hlavnými charakteristikami skladovania elektrickej energie sú dva parametre:

- Kapacita, t. j. koľko energie možno uskladniť
- Nabíjací a vybíjací výkon, t. j. ako rýchlo možno energiu uskladniť alebo vybiť.
- Účinnosť nabíjania a vybíjania
- Strata náboja v priebehu času
- Degradácia v priebehu času a používania pri skladovaní, zvyčajne meraná v nabíjacích cykloch, kým sa nedosiahne polovičná kapacita.

V prípade skladovacej kapacity sa rozlišuje medzi nominálnou a užitočnou kapacitou. Zatiaľ čo nominálna kapacita udáva, koľko energie možno teoreticky uskladniť, užitočná kapacita udáva, koľko z nej možno skutočne využiť. Dôvodom je, že niektoré technológie skladovania sa nesmú úplne vybiť, pretože v opačnom prípade sa negatívne ovplyvňuje životnosť. Hĺbka vybitia udáva, do akej miery sa môže zásobník vybiť. Pri porovnávaní úložných technológií alebo výrobkov by ste mali používať efektívnu kapacitu a kapacitu nabíjania a vybíjania a predovšetkým životnosť, zvyčajne označovanú v rokoch alebo v nabíjacích cykloch, ktoré zodpovedajú úplnému nabitiu a vybitiu úložnej jednotky. Úplný cyklus môže pozostávať aj z niekoľkých čiastkových cyklov.

Ďalším dôležitým faktorom je, ako efektívne sa energia ukladá a koľko sa jej stráca. V každom systéme skladovania dochádza k stratám, či už v dôsledku samovybíjania, počas konverzie alebo v dôsledku vlastnej spotreby, napr. v prípade regulátora alebo systému riadenia batérie. V závislosti od technológie sa stupeň využitia môže výrazne líšiť, a to od 25 do 95 %.

### 8.1.1 Batériové úložiská

#### Battery Storage

Používajú sa ako klasické strednodobé zásobníky na uskladnenie elektrickej energie na niekoľko hodín až niekoľko dní. Existuje niekoľko rôznych technológií akumulátorov, napr. známe lítium-iónové batérie, vysokoteplotné batérie, ako sú sodíkov-sírové batérie, ktorých prevádzková teplota je približne 300 °C, alebo redoxné a hybridné prietokové systémy, v ktorých sa energia uchováva v elektrolyte.

V posledných rokoch sa olovené batérie čoraz viac nahrádzajú lítiovo-iónovou technológiou. Lítium-iónové batérie sú však len súhrnným pojmom pre všetky batérie na báze zlúčenín lítia. Bez ohľadu na rôzne konštrukcie sú výhodami lítium-iónových batérií predovšetkým vysoká účinnosť a vysoká cyklická stabilita v porovnaní s olovenými batériami. Náklady, ktoré dlho brzdili používanie batérií, v posledných rokoch tiež prudko klesli alebo budú klesať aj naďalej. Najväčšou nevýhodou je nedostatočná vnútorná bezpečnosť: Môžu sa prehrievať a spôsobíť požiar alebo výbuch. Preto si lítium-iónové batérie vyžadujú vnútorné ochranné obvody aj systém riadenia batérie, ktorý monitoruje prevádzku a zabraňuje prehriatiu. Lítium-železofosfátové akumulátory sa najviac používajú ako domáce úložiská, pretože ponúkajú najmenšie riziko prehriatia.

In essence, 4 different forms of storage for electrical energy can be differentiated. There are mechanical storage systems, such as pumped or compressed air storage systems, electrochemical storage systems, such as accumulators or power-to-gas technology, thermal storage systems and, finally, electrical storage systems, such as capacitors and coils. The main characteristics of electricity storage are two parameters:

- The capacity, i.e., how much energy can be stored
- The charging and discharging power, i.e., how quickly energy can be stored or discharged.
- The efficiency of charging and discharging
- The loss of charge over time
- The degradation over time and storage use, usually measured in charging cycles until half capacity is reached.

In the case of storage capacity, a distinction is made between nominal and useful capacity. While the nominal capacity indicates how much energy can theoretically be stored, the useful capacity indicates how much of it can actually be used. The reason for this is that certain storage technologies may not be fully discharged, as otherwise the service life is negatively affected. The depth of discharge indicates how far a storage unit may be discharged. Comparing storage technologies or products, you should use the effective capacity, and the charging and discharging capacity and most importantly lifetime, typically denoted in years or in charging cycles, which correspond to a complete charging and discharging of the storage unit. A full cycle can also consist of several partial cycles.

Another important consideration is how effectively energy is stored, and how much is lost. Losses occur in every storage system, whether due to self-discharge, during conversion or due to self-consumption, e.g., for the controller or the battery management system. Depending on the technology, the degree of utilization can vary significantly, between 25 and 95 %.

Are used as classic medium-term storage devices to store electricity for a few hours up to a few days. There are several different battery storage technologies, e.g., the well-known lithium-ion batteries, high-temperature batteries such as the sodium-sulfur battery, whose operating temperature is around 300 °C, or redox and hybrid flow systems, in which the energy is stored in an electrolyte.

In recent years, the lead battery has been increasingly replaced by lithium-ion technology. However, lithium-ion batteries are only an umbrella term for all batteries based on lithium compounds. Regardless of the different designs, the advantages of lithium-ion batteries are primarily the high efficiency and the high cycle stability compared to lead-acid batteries. Cost – long an inhibitor of battery usage – has also fallen sharply in recent years or will continue to do so. The biggest disadvantage is the lack of intrinsic safety: They can overheat and cause fire or explosion. Therefore, lithium-ion batteries require both internal protection circuits and a battery management system to monitor operation and prevent overheating. Lithium iron phosphate storage is most used as home storage, as this offers the least risk of overheating.

### 8.1.2 Dlhodobé skladovanie elektrickej energie prostredníctvom vodíka a „Power to gas“

#### Long-term storage of electricity via Hydrogen and “Power to gas”

Na uskladnenie energie na dlhšie obdobie sú elektrické batérie príliš nákladné a náročné na zdroje – zatiaľ. Ďalšou alternatívou je skladovanie vodíka. Vodík sa vyrába v elektrolyzéri pomocou elektrickej energie a musí sa skladovať v jaskyniach alebo stláčať v tlakových nádobách – ako plyn má relatívne nízku energetickú hustotu. V prípade potreby sa vodík môže opäť premeniť na elektrickú energiu prostredníctvom technológie palivových článkov. Nevýhodou je nízka celková účinnosť (z elektrickej energie na vodík a späť), ktorá sa pohybuje okolo 50 %, a relatívne vysoké náklady, ktoré sa pri menšom rozsahu len zvyšujú. Vodík je však veľmi univerzálny a vysokokvalitný nosič energie, ktorý možno využiť v kľúčových aplikáciách nahrádzajúcich zemný plyn, ako je vysokoteplotné procesné teplo (napr. v oceliárňach) a ako základ pre letecké palivo. Vodík ako alternatíva skladovania a premeny na elektrickú energiu sa v zásade môže využívať aj na mobilitu alebo sa môže dodávať do siete zemného plynu, ale nemal by sa, pretože tu existujú lacnejšie a efektívnejšie alternatívy.

Tento proces možno posunúť o krok ďalej premenou vodíka na metán v procese označovanom ako „power-to-gas“. Metán sa môže priamo použiť ako náhrada zemného plynu a využívať aj rovnaké skladovacie zariadenia, ktoré sú zvyčajne dostupné v hojnom množstve, na rozdiel od vodíka, ktorý sa musí uchovávať pod oveľa vyšším tlakom. Mnohé krajiny, najmä ak ich vykurovací systém vo veľkej miere závisí od zemného plynu, majú skladovacie kapacity vo veľkosti ročnej spotreby elektrickej energie. Nevýhodou tohto systému skladovania sú vysoké náklady a veľké rozmery zariadení Power2Gas a ich nízka účinnosť v okruhu približne 30 – 40 %.

## 8.2 Energetická flexibilita

### Energy Flexibility

Najmä v husto zastavaných mestských a existujúcich štvrtiach je aktuálna otázka, či má zmysel vyrábať všetku energiu v samotnej štvrti, keďže iné, najmä vidiecke oblasti vo vnútrozemí budú mať často prebytok obnoviteľných zdrojov energie vo forme veternej a vodnej energie, najmä v budúcnosti, keď sa tieto zdroje výrazne rozšíria. To vyvoláva otázku, ako sa tieto nestále regionálne dostupné obnoviteľné energie dajú najlepšie využiť, aký konkrétny prínos tu môžu mať štvrte a ako sa dá tento prínos vyhodnotiť. Všetky úvahy vedú v konečnom dôsledku k problému alokácie. Všeobecne dostupné regionálne OZE musia byť tiež regionálne vyvážené a všeobecne dostupné pre všetky energetické potreby regiónu podľa „alokačného kľúča“, aby sa predišlo tomu, že jednotlivé časti budú nadmerne využívať dostupné zdroje a zvyšok bude mať sťaženú situáciu. Využívanie všeobecne dostupných zdrojov sa musí vhodným spôsobom rozdeliť medzi sektorové potreby priemyslu a poľnohospodárstva, mobility a budov. Tento proces musí byť riadený na vyššej úrovni.

To store energy for a longer period, electric batteries are too costly and resource intensive – yet. Another alternative is hydrogen storage. Hydrogen is produced by an electrolyzer using electrical energy and must be stored in caverns or compressed in pressure vessels – as a gas its energy density is relatively low. If required, the hydrogen can be converted back into electrical energy via fuel cell technology. Disadvantages are the low overall round-trip efficiency (from electricity to hydrogen and back) of about 50 % and the relatively high costs, which is only exacerbated at smaller scale. However, hydrogen is a very versatile and high-quality energy carrier that can be utilized in key applications replacing natural gas, such as high temperature process heat (e.g., in steel mills) and as base for aviation fuel. As an alternative to storage and reconversion to electricity, hydrogen can in principle also be used for mobility or fed into the natural gas grid, but should not, because here, there are cheaper and more effective alternatives.

This can be taken one step further by converting hydrogen into methane in a process referred to as “power-to-gas”. Methane can directly be used to substitute natural gas and also use the same storage facilities, which are typically available in abundance, unlike hydrogen, which needs to be kept at much higher pressures. Many countries, in particular if their heating system heavily relies on natural gas, have storage capacities in the magnitude of the annual electricity consumption. Downside of this storage system is the high costs and large size of Power2Gas plants and their low round-trip efficiency of about 30 to 40%.

Particularly in densely built urban and existing neighborhoods, the question quickly arises as to whether it makes sense to generate all of the energy in the neighborhood itself, since at the same time other, especially hinterland rural areas will often have a surplus of renewables in the form of wind and hydropower, especially in a future where these have been greatly expanded. This raises the question as to how these volatile regionally available renewable energies can best be used, and what concrete contribution neighborhoods can make here, and how this contribution can be evaluated. All considerations lead in the last consequence to an allocation problem. Generally available regional RES must also be regionally balanced and generally available to all energy needs of the region according to an allocation key, in order to prevent individual parts from overusing the available resources and leaving a more difficult situation for the rest. The use of what is generally available must be divided between the sectoral needs of industry and agriculture, mobility and buildings through appropriate effort sharing. This must happen at a higher level.



Integrácia externej nestálej elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov, ktorú by nebolo možné integrovať bez vhodných stratégií a predpisov, je základným cieľom energetickej flexibility PED. V rámci štvrte je možné potenciál flexibility kategorizovať takto:

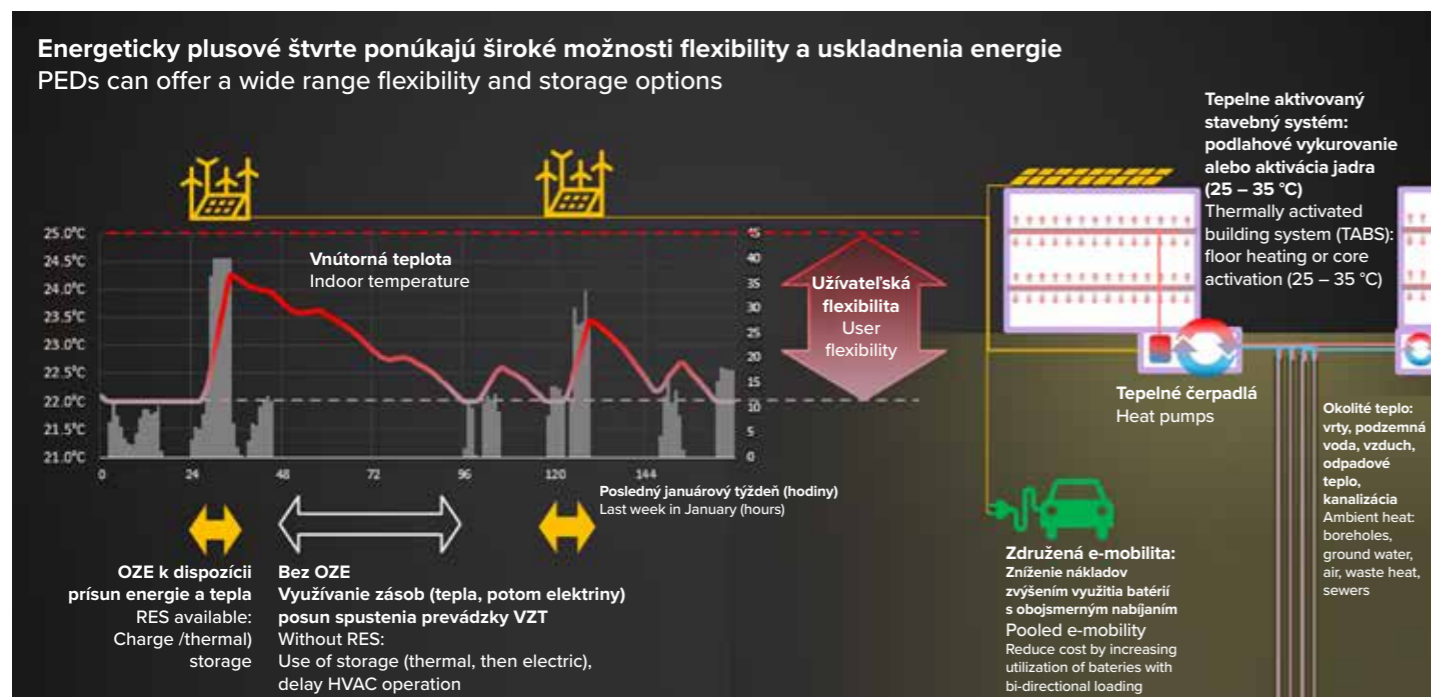
- Elektrické spotrebiče: Denný harmonogram je možné prispôbiť priebehu produkcie elektriny z fotovoltiky
- Zásobníky elektrickej energie a tepelnej energie sa môžu plne nabiť len vtedy, keď je k dispozícii prebytok energie z OZE
- Nabíjanie elektrických vozidiel (EV) pri prebytku OZE
- Elektrické vozidlo (EV) sa vybija ako batéria: „obojsmerné nabíjanie“, batérie EV sa môžu v obmedzenej miere využívať na podporu potrieb elektrickej energie v rámci štvrte vo večerných hodinách. V súčasnosti sa o tom diskutuje len teoreticky a túto prevádzku podporuje len malý počet EV.
- Užívateľská flexibilita: používatelia reagujú na obdobie nižšej ponuky OZE zmenou a znížením svojho dopytu po energetických službách: Akceptovaním dočasnej zmeny vnútornej teploty, nižšej teploty vody, zníženia intenzity osvetlenia atď. Rozhodujúce je, že tieto dočasné zmeny je možné uplatniť aj bez negatívneho vplyvu na užívateľa:

Fyzikálny základ pre flexibilnú prevádzku budov je uvedený v IEA EBC, príloha č. 67 o energeticky flexibilných budovách<sup>60</sup>: Najmä tepelné akumulčné hmoty budov a štvrtí s dostatočnou tepelnou izoláciou a masívnymi konštrukčnými prvkami môžu viesť k významným niekoľkodňovým posunom, počas ktorých si systém môže voľne zvoliť načasovanie využitia energie na vykurovanie a chladenie<sup>61</sup>. Princíp je schematicky zhrnutý v nasledujúcej schéme:

The integration of external volatile renewable electricity, which could not be integrated without appropriate strategies and regulations, is an essential goal of the energy flexibility of PEDs. In a district, the flexibility potentials can be categorized as follows:

- Electric appliances: Diurnal schedules can be adapted for generation patterns from Photovoltaics
- Electric and Thermal storages can be fully charged only when there is an overabundance of RES
- Electric Vehicle (EV) Charging when there is an overabundance of RES
- Electric Vehicle (EV) discharging as a battery: “Bi-directional charging”, EV batteries can be used to a limited degree to support district electricity needs during the evening hours. This is currently only discussed theoretically and only a small number of EVs support this operation, as the user
- User flexibility: users react to times of lower renewable supply with shifting and reducing their demand for energy services: By accepting temporarily changing indoor temperatures, lower hot water temperatures, less lighting etc. Crucially, this can also be organized without negatively affecting the user:

The physical basis for flexible building operation is presented in IEA EBC Annex 67 on energy-flexible building<sup>60</sup>: In particular, the thermal storage masses of buildings and districts, with appropriately good thermal insulation and heavy building components, can lead to significant displacement periods of several days, during which the system can freely choose the timing of its energy use for heating and cooling<sup>61</sup>. The principle is schematically summarized in the following diagram:



**Obrázok 62** Schematické znázornenie možného zabezpečenia energetickej flexibility v rámci štvrte: Flexibilné prispôbovanie teploty v miestnostiach v rozpätí, ktoré je vhodné pre užívateľov. Čím vyššia je kapacita tepelne aktívneho komponentu, tým neskôr nastupuje potreba energie na vykurovanie a chladenie. E-mobilita a systémy na termálnu akumuláciu teplej vody v zásobníku tiež ponúkajú možnosti na zvýšenie flexibility spotreby energie.

**Figure 62** Schematic representation of possible provision of energy flexibility in the district: Flexible determination of room temperatures within a range of fluctuation that is reasonable for the users. The higher the thermally active component mass, the greater the possible displacement period for the energy required for heating and cooling. E-mobility and thermal hot water and buffer storage systems also offer opportunities to make energy consumption more flexible.

60 A. Knotzer, T. Weiss, A. S. Metzger, und W. Kastner, "IEA Energie in Gebäuden und Kommunen (EBC) Annex 67: Energie-flexible Gebäude", S. 76, 2019.

T. Weiß, A. M. Fulterer, und A. Knotzer, "Energy flexibility of domestic thermal loads – a building typology approach of the residential building stock in Austria", *Advances in Building Energy Research*, S. 1-16, 2018, doi: 10.1080/17512549.2017.1420606.

61 R. G. Junker u. a., "Characterizing the energy flexibility of buildings and districts", *Applied Energy*, Bd. 225, S. 175-182, Sep. 2018, doi: 10.1016/j.apenergy.2018.05.037.

Dôležité je, aby sa už pri plánovaní štvrte vytvoril vhodný návrh systémů služieb v budove, ktorý sa dá v tejto podobe flexibilne prevádzkovať.<sup>62</sup>

Flexibilitu energetiky v rámci štvrte možno rozdeliť do dvoch kategórií, ktoré zodpovedajú súvisiacim vnútorným a vonkajším vplyvom: Prvým a bezprostredným dopadom pre samotnú štvrť je zníženie špičkových požiadaviek a lepšie vybalansovanie požiadaviek na energiu. To znamená, že je menej časových úsekov, kedy dochádza k špičkovej hmote, pretože špičky rôznych kategórií budov nastávajú v odlišných časových úsekoch a ich zaťaženie sa tak vyrovnáva. To sa následne premietne do ekonomických výhod, pretože dodávateľské systémy sú navrhnuté tak, aby zvládali špičkové zaťaženie, a menšie špičkové zaťaženie znamená potrebu menej výkonného, a teda lacnejšieho zariadenia. To je ďalší dôvod prečo stavať energeticky efektívne, kvalitne izolované budovy s akumulátnou hmotou, pretože ich špičková energetická potreba sa zvyčajne približuje k priemernej spotrebe.

Ďalší účinok flexibilnej prevádzky štvrte môže viesť k výhodám pre okolitú energetickú sústavu, ako je poskytovanie rezervných zásobníkov a potenciál na presun zaťaženia, požadavkami na energiu. To znamená, že v rámci štvrte je možné uskladňovať elektrickú energiu z okolitých regionálnych veterných turbín, napríklad keď je k dispozícii, tým, že poskytuje vykurovanie štvrte. Takéto využitie prebytkov výroby z obnoviteľných zdrojov môže byť lacnejšie a umožní nestálejším veterným a solárnym elektrárnám zostať pripojeným k sieti, keď vyrábajú viac, ako je bezprostredne potrebné.

Vonkajšie požiadavky na energetickú flexibilitu je však potrebné nahlásiť do energetického systému štvrte. Hoci v zásade by bolo možné vyslať akýkoľvek signál, vo výskume a praxi sa najviac využívali cenové signály. Ich hlavnou výhodou je zvyčajne to, že sú ľahko dostupné, ľahko sa používajú a komunikujú. Nevýhodou však je, že ceny odrážajú len dopyt po flexibilita, a nie potenciál flexibility ponuky samotnej štvrte.

V rámci koncepcie PED a idey energetickej plusovej bilancie existuje možnosť zahrnúť do nej aj hodnotenie energetickej flexibility. Myšlienka hodnotenia energetickej flexibility v energetickej bilancii je jednoduchá: Prostredníctvom vhodne navrhnutých váhových faktorov sú energetické importy a exporty v rámci štvrte vážené súborom časovo vysoko rozlíšených váhových faktorov, zvyčajne hodinových, ktoré odrážajú použiteľnosť energetického importu/exportu v danom čase pre externú sieť.

V tomto kontexte je energetická flexibilita službou štvrte pre svoje okolie, aby sa do celkového energetického systému začlenilo viac obnoviteľných zdrojov energie. Preto je dôležité, aby systém váhového hodnotenia určoval aj okolitý energetický systém, a nie návrh dizajnu štvrte. Namiesto toho by mal komunikovať aký je dopyt po flexibilita a ponuke medzi štvrtou a "vnútrozemím".

Z hľadiska prevádzky to môže mať niekoľko následkov:

- Simulácia prechodných energetických tokov vrátane e-mobility (aspoň hodinová)
- Hodinové vyrovnávanie zaťaženia s príslušnými váhovými faktormi
- Zahnutie energetickej flexibility regulčných schém a DSM na zvýšenie využitia nestálych OZE a zvýšenie hodnotenia PED.
- Zahnutie potenciálu akumulácie tepla v budovách na zvýšenie využitia nestabilných OZE a zvýšenie hodnotenia PED.

It is important that an appropriate design of the building services system is already made during the neighborhood planning, which can be operated flexibly in this form.<sup>62</sup>

District Energy flexibility can be divided into two categories of district internal and external effects: The first and immediate effects for the district itself is the reduction of peak power demands and increased load balancing. This means that there are less times where energy demands peak because the peaks of different buildings happen at slightly different times and their load balances out. This in turn translate to economic benefits because supply systems are designed to handle peak loads and smaller peak loads mean smaller and thus cheaper equipment. This is another reason for well-insulated and high-mass buildings, because their peak load is typically much closer to their base load.

The second and more intermediate effect of flexible district operation can lead to benefits for the surrounding energy system, such as providing buffer storages and load shifting potential. This means that the district can store electricity from the surrounding regional wind turbines for example when it is available by heating up the district. This use of renewable surplus production can be cheaper and allow more volatile wind and solar plants to stay connected to the grid when they produce more than is immediately necessary.

The external requirements of energy flexibility need to be communicated to the district energy system though. Although in principle any kind of signal would be possible, the most predominant in research and practice was the use of price signals. Their main advantage is typically that they are readily available, easy to use and communicate. The downside however is that prices reflect only the flexibility demand and not the flexibility supply potential of the district itself.

Within the PED concept and it's idea of a positive energy balance, there is the opportunity to also include an assessment of the energy flexibility in it: The idea of assessing energy flexibility in the energy balance is simple: Through appropriately designed weighting factors the energy imports and exports of the districts are weighted with a set of temporally highly resolved weighting factors, typically hourly, that reflect the usefulness of the energy import / export at that given time for the external grid.

In this context, energy flexibility is a service of the district to its surrounding to incorporate more renewables into the overall energy system. As such, it is important that the assessment weighting scheme is therefore also a determination of the surrounding energy system and not a design choice of the district. Instead, it should communicate flexibility demand and supply between district and the "hinterland".

This can have several implications in terms of operationalization.

- Transient Simulation of energy flows including e-mobility (at least hourly)
- Hourly load balancing with appropriate weighting factors
- Inclusion of energy flexible control schemes and DSM to increase utilization of volatile RES and increase PED assessment.
- Inclusion of building thermal storage potential to increase utilization of volatile RES and increase PED assessment.

62 Y. Zhou und S. Cao, "Energy flexibility investigation of advanced grid-responsive energy control strategies with the static battery and electric vehicles: A case study of a high-rise office building in Hong Kong" (Prípadovej štúdia výskovej administratívnej budovy v Hongkongu), *Energy Conversion and Management*, Bd. 199, S. 111888, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.enconman.2019.111888.



Pokiaľ ide o energiu, na úrovni štvrte je vhodné vytvoriť alternatívnu koncepciu zásobovania, ktorá by zohľadňovala aj sektor mobility a prípadne technológie skladovania energie.

Možné by bolo napr:

- mikrosieť v podobe energetickej komunity,
- využívanie kombinovanej tepelnej a elektrickej elektrárne alebo
- komplexné riadenie na strane dopytu.

Lokálne vyrobená elektrická a tepelná energia alebo odpadové teplo či chlad sa môžu prepravovať medzi budovami. Prístup založený na spolupráci vedie k zvýšeniu efektívnosti v porovnaní s úrovňou budovy a môže tak ušetriť energiu a peniaze. Okrem toho sú väčšie systémy špecificky lacnejšie z hľadiska investičných nákladov: napríklad fotovoltaický systém 100 kWp je z hľadiska investičných nákladov výrazne lacnejší ako 20 samostatných 5 kWp systémov.

V závislosti od toho, či sa štvrť skladá z podobných alebo rôznych mikro štvrtí, možno použiť homogénne alebo heterogénne štruktúry. Prítomnosť kategórií budov, ako sú školy, nemocnice, supermarkety atď. zvyšuje možné kombinácie spôsobov využitia a zvyčajne pozitívne ovplyvňuje priebeh zaťaženia, t. j. má vyrovnávací účinok, pretože zaťaženie sa vyskytuje v rôznych časoch, čím sa vyrovnávajú výkyvy dopytu.

Distribučné siete sa vyvíjali niekoľko desaťročí a z dôvodu vysokých investičných nákladov do značnej miery určili formu dodávania energie. Zatiaľ čo elektrická sieť sa nachádza na celom území krajiny, prinajmenšom v priemyselne vyspelých krajinách, miestne rozvody tepla a plynu si často priestorovo konkurujú. Hybridný energetický systém sa však pokúša práve o inteligentné prepojenie sietí elektrickej energie, tepla a zemného plynu, ktoré nemožno analyzovať na úrovni jednotlivých budov, ale len vo väčších súvislostiach, napríklad na úrovni štvrtí.

### 8.3 Kladná energetická bilancia: kombinácia všetkého Positive energy balance: Combining it all

Na pokrytie energetických potrieb PED by sa mali používať len lokálne OZE. To však neznamená, že štvrť bude počas celého roka ostrovné autonómna. Skôr bude fungovať tak, že si bude vymieňať energiu so svojím okolím.

Rôzne druhy energie, ako napríklad elektrická energia a rôzne tepelné nosiče energie, sú kvalitatívne odlišné, aj keď sa kvantitatívne zhodujú. To znamená, že v energetickej bilancii sa zvyčajne jednoducho nespočítajú všetky požiadavky na energiu na jednej strane a dodávky na druhej strane – pretože smartfón si nemôžete nabíjať teplou vodou – potrebujete elektrinu. Ako teda môžeme zhrnúť všetky energetické toky štvrte do jednej bilancie, ak sú nosiče energie kvalitatívne odlišné a neporovnateľné?

Zvyčajne sa to robí pomocou konceptu „primárnej energie“, ktorý meria všetku energiu, ktorá bola potrebná v dodávateľskom reťazci na získanie konečnej využiteľnej energie (ktorá sa nazýva „konečná energia“ alebo „konečné využitie energie“ a vždy sa špecifikuje podľa typu – elektrická alebo tepelná). Patria sem všetky stroje na vrátenie, čerpanie, rezanie, prepravu atď.

Na získanie primárnej energie potrebnej na akýkoľvek tok energie v rámci štvrte zvyčajne používame vopred vypočítané konverzné faktory na prepočet konečnej energie, ktorú vo štvrti používame, ako je elektrina, vykurovací olej alebo plyn, na jej primárnu energiu. V tomto prípade má elektrina zvyčajne najvyššiu primárnu energiu s konverznými faktormi od 1 do viac ako 3 pre stratové premeny typicky spojené s používaním fosílnych palív na výrobu elektriny. V súčasnosti táto premena na primárnu energiu ešte neumožňuje výmenu tepelnej a elektrickej energie, ale umožňuje priame porovnanie ich potrebného výkonu, a tým aj účinnosť energetických zdrojov.

In terms of energy, a cross-property, alternative supply concept that also takes the mobility sector and, if necessary, energy storage technologies into account is a good idea at the district level.

Conceivable would be, for example:

- a micro-grid in the form of an energy community,
- the use of a combined heat and power plant or
- comprehensive demand-side management.

Locally generated electrical and thermal energy or waste heat or cooling can be transported between buildings. The collaborative approach leads to efficiency gains compared to the building level and can thus save energy and money. In addition, larger systems are specifically cheaper in investment costs: for example, a 100-kWp photovoltaic system is significantly cheaper in investment costs than 20 5-kWp individual systems.

Depending on whether the district is made up of similar or different micro-quarters, homogeneous or heterogeneous structures can be used. The presence of special buildings such as schools, hospitals, supermarkets, etc. increases the mix of uses and usually influences the load profile positively, i.e., it has a balancing effect because loads occur at different times, thus smoothing out demand spikes. At the district level, distribution grids have historically evolved and largely determined the type of energy supply for several decades due to the high investment costs. While an electricity grid is found throughout the country, at least in industrialized nations, local/district heating and gas grids are often in spatial competition with each other. The approach of a hybrid energy system, however, attempts precisely to intelligently link the electricity, heating, and natural gas networks, which cannot be analysed at the level of individual buildings, but only in larger contexts such as at the district level.

To supply the energy demands of a Positive Energy District, only local renewable energy sources should be used. This does not however mean, that the district will be insularly autonomous during the entirety of the year. Rather, it will exchange energy with its surrounding.

Different energy types such as electricity and different thermal energy carriers are qualitatively different, even if they match quantitatively. This means that an energy balance typically does not simply add up all energy demands on one side and supplies on the other – because you cannot charge your Smartphone with any amount of hot water – you need electricity. So how can we summarize all energy flows of a district in a single balance, if the energy carriers are qualitatively different and incomparable?

This is typically done with the concept of “primary energy”, which measures all the energy, that was required in the supply chain to obtain the finally useable energy (which is called “final energy” or “energy end use” and always specified by type – electric or thermal). This includes all machinery for drilling, pumping, cutting, transporting, etc.

To obtain the primary energy required for any energy flow in the district, we typically use pre-calculated conversion factors to convert the final energy we use in the district such as electricity, oil or gas to its primary energy. Here, electricity typically has the highest primary energy with conversion factors ranging from 1 to over 3 for lossy transformations typically associated with the use of fossil fuels for electricity generation. Now, this conversion to primary energy still does not make thermal and electric energies exchangeable, but it allows a direct comparison of ultimate their effort required and thus, energy resource efficiency.

Primárnu energiu použitú na výrobu konečnej energie vo štvrti možno tiež rozlíšiť na obnoviteľné a fosílné zložky, čo poukazuje na jej udržateľnosť. Napríklad pri použití fotovoltaiky na výrobu elektrickej energie sa využíva obnoviteľné slnečné žiarenie (a malé množstvo fosílnych palív na výrobu samotných panelov), zatiaľ čo pri použití zemného plynu na vykurovanie priestorov sa využíva prevažne neobnoviteľný zemný plyn.

The primary energy used for creating the final district energy can also be differentiated into renewable and fossil components, indicating its sustainability. For example, using photovoltaics to generate electricity is using renewable sunlight (and a little bit of fossil fuels to produce the panels themselves) whereas using natural gas for space heating is mostly using non-renewable natural gas.

Energetický zdroj Energy Source	Konverzné faktory / Conversion Factors			
	Primárna energia (PE) Primary Energy(PE)	PE neobnoviteľná PE non-renewable	PE obnoviteľná PE renewable	CO <sub>2</sub> ekvivalenty CO <sub>2</sub> Equivalents
	[–]	[–]	[–]	[g/kWh]
Vykurovací olej / Fossil Oil	1.20	1.20	0.00	271
Zemný plyn / Fossil Natural gas	1.10	1.10	0.00	201
Biomasa pevná / Biomass solid	1.13	0.10	1.03	9
Biomasa tekutá / Biomass liquid	1.50	0.50	1.00	70
Biomasa plynná (bioplyn) / Biomass gaseous	1.40	0.40	1.00	100
Elektrická energia (priemerný mix) Electrical energy (average supply mix)	1.77	0.82	0.95	171
Elektrická energia (pri zmene súčasnej siete) Electrical energy (when displacing the current grid)	2.54	2.54	0.00	544
Centrálne zásobovanie teplom z teplárne (obnoviteľné) District heating from heating plant (renewable)	1.44	0.26	1.18	40
Centrálne zásobovanie teplom z teplárne (ostatné) District heating from heating plant (others)	1.48	1.02	0.46	191
Centrálne zásobovanie teplom z vysoko efektívnej kombinovanej výroby elektriny a tepla District heating from high-efficiency combined heat and power plant	1.05	0.00	1.05	84

Tabuľka 2 Konverzné faktory primárnej energie a skleníkových plynov v Rakúsku

Table 2 Primary Energy and GHG conversion factors for Austria

Konverzné faktory si možno predstaviť ako váhy, ktoré sú priradené každému typu toku energie v závislosti od jeho kvality. Ak sa plošne použijú váhy 1, zodpovedajú vyváženiu konečnej energie bez ohľadu na kvalitu. Potom však musí byť množstvo vyrobenej a spotrebovanej energie rovnaké. To znemožňuje kvalitatívne porovnanie rôznych nosičov energie, najmä elektrickej a tepelnej energie. Napríklad štvrť by mohla dovážať 10 MWh elektrickej energie zo siete a dodávať 11 MWh tepelnej energie do okolia, aby dosiahla kladnú konečnú energetickú bilanciu, ktorá je pre niekoho iného málo využiteľná.

Použitie primárnej energie namiesto toho umožňuje zohľadniť straty energie v celom procesnom reťazci, ako aj celkovú energetickú efektívnosť a skutočný energetický vplyv štvrte v závislosti od zdrojov energie. Z tohto výpočtu energetickej bilancie preto profitujú krajiny, ktoré vyrábajú podstatne viac energie z obnoviteľných zdrojov. Umožňuje tiež porovnanie a bilancovanie vlozenej energie, prevádzkovej energie, tepelnej a elektrickej energie prepočtom všetkých druhov energie na primárnu energiu.

Na medzinárodnej úrovni sa používa niekoľko rôznych metód s vlastnými silnými a slabými stránkami, najmä pokiaľ ide o faktory súvisiace s premenou konečnej energie na primárnu energiu a ekvivalenty emisí skleníkových plynov<sup>63</sup>. Verejný jednotný súbor údajov neexistuje; namiesto toho existuje niekoľko národných a medzinárodných metód a súborov údajov<sup>64</sup>, z ktorých niektoré sú zastaralé alebo nie sú verejne dostupné, prípadne predstavujú len špecifické premeny energie, často len pre určité regióny.

The conversion factors can be thought of as weights that are assigned to each type of energy flow, depending on its quality. If weights of 1 are used across the board, they correspond to balancing the final energy regardless of quality. However then, the amount of energy generated and consumed must be equal. This prohibits a qualitative comparison of different energy carriers, particularly electrical and thermal energy. For example, a district could import 10 MWh of grid electricity and feed in 11 MWh of thermal energy to the surrounding to achieve a positive final energy balance, which is of little use to anyone else.

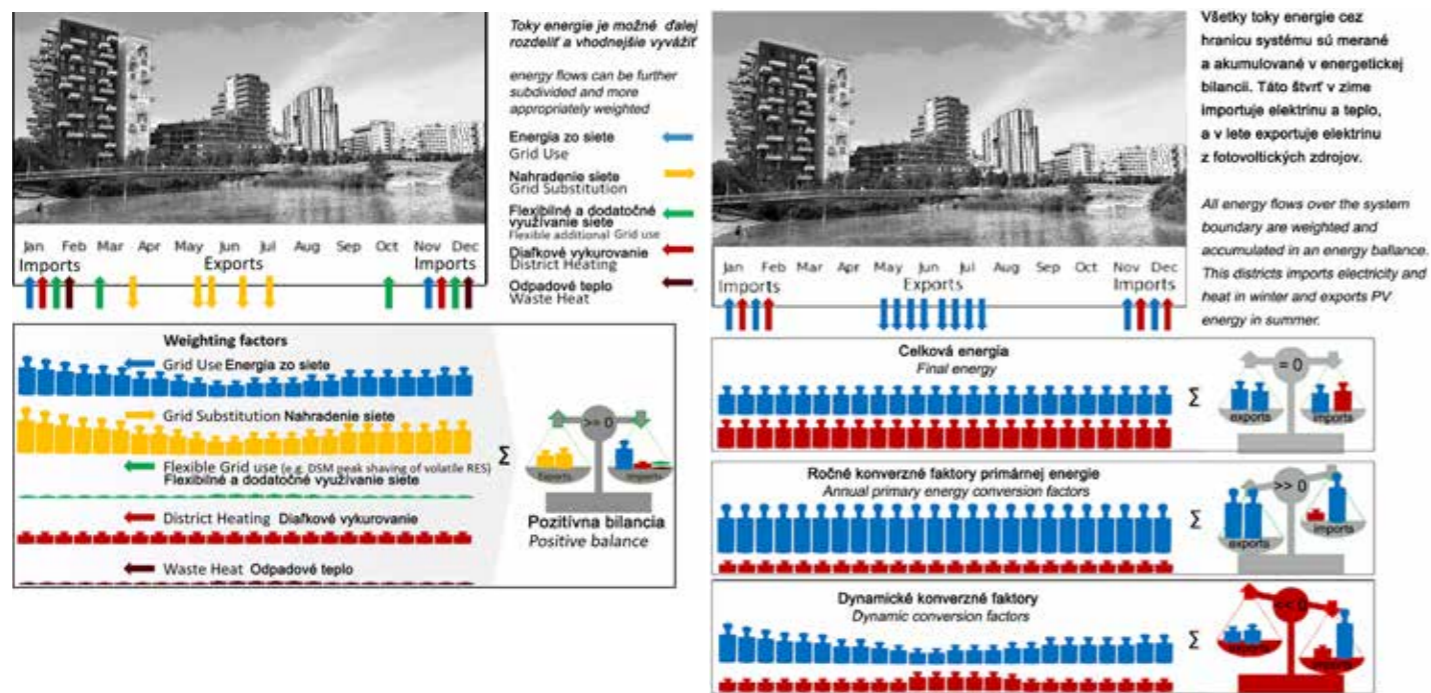
Using a primary energy weighting instead allows the consideration of the energy losses through the whole process chain, as well as overall energy efficiency, and actual energy impact of the district depending on the energy sources. Consequently, countries that generate significant energy more from renewable sources profit from this energy balance calculation. This also allows the comparison and balancing of embodied energy, operational energy, thermal, and electrical energy by converting all types of energy to primary energy.

Internationally, several different methodologies with their own strengths and weaknesses are used, particularly for factors related to the conversion of final energy to primary energy and greenhouse gas emission equivalents<sup>63</sup>. A public, unified dataset does not exist; instead, there are several national and international<sup>64</sup> methodologies and datasets, some of which are outdated or not publicly available, or only represent specific energy conversions, often only for specific regions.

63 Pozri. (Hamels et al., 2021)

64 Napríklad normy CEN (prEN17423) a ISO (52000) sa od seba podstatne líšia.





**Obrázok 63 a Obrázok 64** Váhové systémy priraďujú každému toku energie v oblasti váhu vynásobením váhovým faktorom. Výsledné vážené toky energie sa agregujú v energetickej bilancii (vpravo). Pre tú istú štvrť vedú rôzne váhové systémy (rámčeky) k rôznym bilanciam a hodnoteniam.

**Figure 63 and Figure 64** Weighting systems assign each energy flow of a district a weight by multiplying with a weighting factor. The resulting weighted energy flows are aggregated in the energy balance (right). For the same district, different weighting systems (the boxes) lead to different balances and assessments.

### 8.3.1 Mobilita Mobility

V strednodobom horizonte bude elektrina zohrávať dominantnú úlohu aj v sektore mobility prostredníctvom prechodu na elektromobilitu, ale ešte lepšie prostredníctvom koncepcií mestskej mobility založených na verejnej doprave.

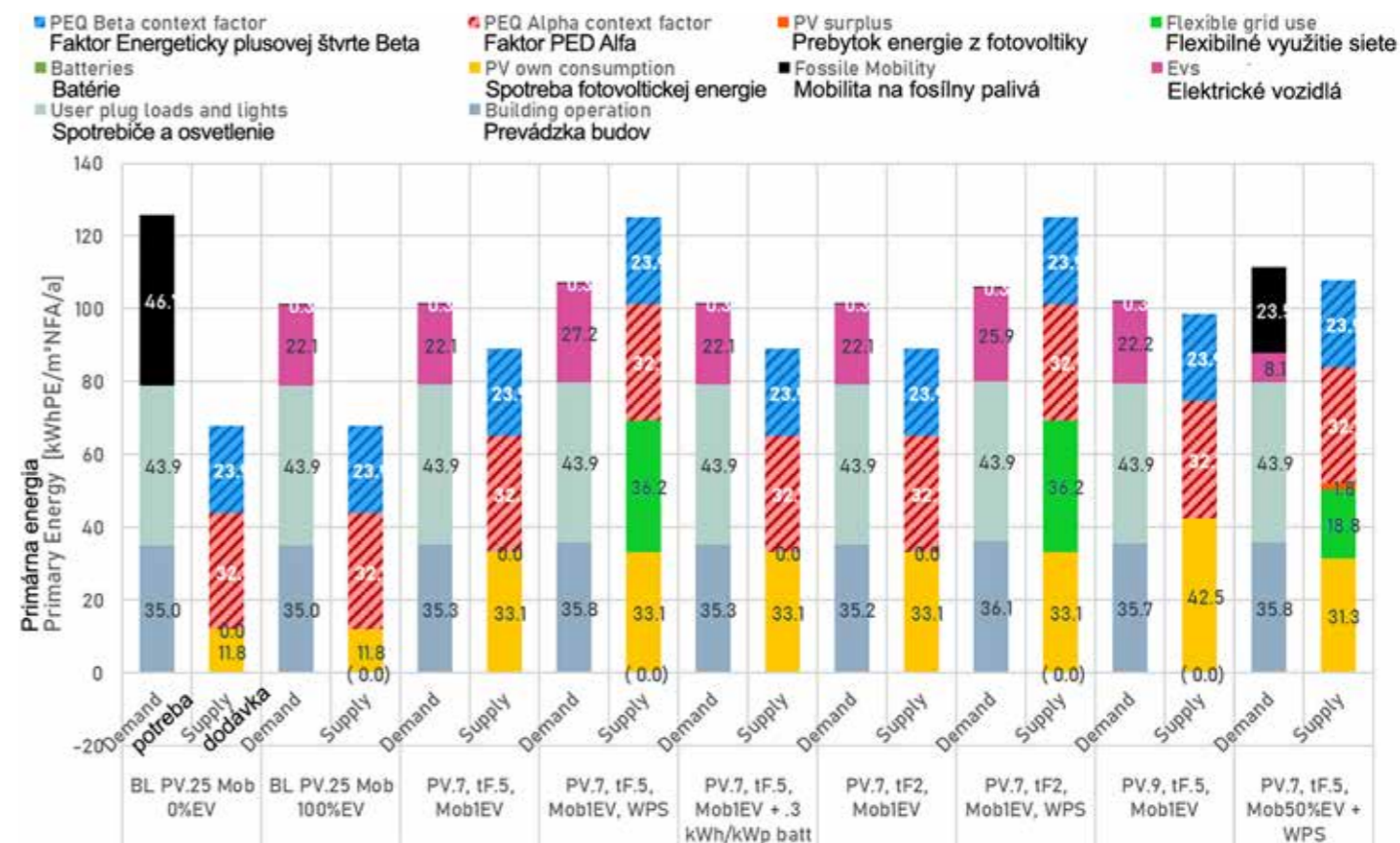
Nekonceptná podpora elektromobility v mestských oblastiach by nezodpovedala inteligentnému rozvoju mesta ako životného priestoru; v preplnených mestských oblastiach sa musí individuálna mobilita na motorový pohon obmedziť na minimum, aby sa vytvoril maximálny priestor pre hodnotné priestory pre život v meste.

Nasledujúce energetické bilancie z rôznych scenárov pre viedenskú štvrť Seestadt Aspern ukazujú vplyv energie na každodennú individuálnu motorizovanú mobilitu, a to aj pre mestské oblasti s vysokým podielom verejnej dopravy a cyklistiky a následne nízkym podielom automobilov. Napriek tomu, mobilita predstavuje viac ako tretinu celkového dopytu po energii pre automobily na fosilne palivo a ešte 20 % za predpokladu 100 % nasadenia elektromobilov. Upozorňujeme, že uvedené informácie berú do úvahy len individuálnu motorizovanú mobilitu s autami a skútrami, nie verejnú dopravu.

In the medium term, electricity will also come to play a dominant role in the mobility sector through the switch to electromobility, but better still through urban mobility concepts based on public transport.

The unreflective promotion of electromobility in urban areas would not correspond to a smart development of the city as a living space; in congested urban areas, individual motor-driven mobility must be kept to a minimum to create maximum space for valuable inner-city living spaces.

The following energy balances from different scenarios for the Vienna Seestadt Aspern show the impact of energy for everyday individual motorized mobility, even for urban areas with high shares of public transport and biking and consequently low share of cars. Nevertheless, mobility constitutes more than a third of total energy demand for fossil cars and still 20% under the assumption of 100% e-car penetration. Note that this is only considering individual motorized mobility with cars and scooters, not public transport.



**Obrázok 65** Príklad posúdenia bilancie primárnej energie rôznych scenárov štvrtí, pričom každý z nich zobrazuje dopyt po energii vľavo a ponuku energie vpravo. Na dosiahnutie PED musí pravý stĺpec ponuky prevyšovať stĺpec dopytu naľavo.

**Figure 65** Example Primary Energy balance assessment of different district scenarios, each showing energy demand left and energy supply right. To achieve a PED, the right supply column needs to exceed the demand column on the left.

Hoci zníženie energie a emisií z mobility môže byť na úrovni štvrte náročné, stále existuje niekoľko opatrení, ktoré môžu byť prekvapivo nízkonákladové: Obmedzenie dopravy je základným prvkom znižovania energie v energetickom systéme a efektívneho využívania energie v sektore dopravy. Preto je táto téma popri zmene spôsobu dopravy aj základným bodom integrovaného plánovania dopravy orientovaného na budúcnosť.

Obmedzenie dopravy je v podstate možné len vďaka hlbokej zmene povedomia a začína sa pri príčine vzniku dopravy, pri účele mobility. Obmedzenie dopravy teda znamená umožnenie činností aj bez nutnosti sa presúvať alebo používať pri tom presune automobil. Možno rozlišovať medzi stratégiami na zamedzenie individuálnej dopravy a stratégiami na zamedzenie nákladnej dopravy. Vyhýbanie sa individuálnej doprave zahŕňa (bez nároku na úplnosť)

- zdieľaný taxík
- spoločné používanie auta
- práca na diaľku
- teleshopping
- e-learning

Medzi príklady vyhýbania sa nákladnej doprave patria.

- baliace a distribučné systémy
- dodávky do domu
- týždenné trhy v rámci štvrte

Príklady stratégií implementácie elektrických vozidiel možno nájsť vo viacerých publikáciách:<sup>65</sup>

Although reduction of mobility energy and emissions can be difficult at district level, there are still several measures that can be surprisingly cheap: Traffic avoidance is a core element of the reduction of mobility energy and efficient energy use in the transport sector. Therefore, this topic is also the essential point of a future-oriented and integrated transport planning besides the modal shift. Traffic avoidance is basically only made possible by a profound change in awareness and starts at the cause of traffic generation, the purpose of mobility. A distinction can be made between strategies for avoiding individual traffic and strategies for avoiding freight traffic. Avoidance of individual traffic includes (without claim to completeness)

- shared taxi
- carpooling
- teleworking
- teleshopping
- e-learning

Examples of freight traffic avoidance include.

- Bundling and distribution systems
- home deliveries
- Neighborhood weekly markets

Examples of electric vehicle implementation strategies can be found in several publications:<sup>65</sup>

<sup>65</sup> K. Alanne and H. Liimatainen, "Design implications of the electrification of passenger vehicle stock on renewable energy integration in Finnish apartment buildings", *Sustainable Cities and Society*, Bd. 47, S. 101507, Mai 2019, doi: 10.1016/j.scs.2019.101507.

T. Castillo-Calzadilla, A. Alonso-Vicario, C. E. Borges, and C. Martin, "The Impact of e-Mobility in Positive Energy Districts", *Environmental Sciences Proceedings*, Bd. 11, Nr. 1, Art. Nr. 1, 2021, doi: 10.3390/envirosciproc2021011024.



## 8.4 Implementácia PED: Všetko dohromady PED implementation: Putting it all together

Doteraz sa tvorba PED skúmala najmä na akademickej pôde, zatiaľ čo skutočných príkladov ich realizácie v mestskom prostredí s vysokou hustotou zástavby alebo v existujúcom fonde budov je len málo. Iba niekoľko príkladov dosahuje energeticky plusovú bilanciu pre viac ako len prevádzku technických zariadení budov (HVAC<sup>66</sup>).

Napriek tomu je cieľom tejto časti poskytnúť niekoľko tipov na skutočnú realizáciu PED, výzvy, riziká, možné príležitosti a riešenia, ktoré vychádzajú najmä z výsledkov projektu „Zukunftsquartier 2.0“ (z nemčiny „štvrť budúcnosti“) na zelenej lúke „Pilzgasse 33“<sup>67</sup>.

## 8.5 Proces plánovania PED The PED Planning process

Energeticky plusové štvrte sú často inovatívne a veľmi ambiciózne, ale takmer vždy veľmi zložité projekty. Tímy, ktoré plánujú PED by si preto mali vziať k srdcu nasledujúce odporúčania a poznatky:

- Jednoznačné porozumenie a zhoda všetkých zúčastnených strán o celi dosiahnuť PED a o tom, čo to znamená, je základným predpokladom pre plánovanie a realizáciu.
- Požiadavky na energetické technológie v PED sú zvyčajne vysoké a zvyšujú nároky na projektový proces po formálnej aj obsahovej stránke.
- Obvyklé časové harmonogramy, horizonty a požiadavky na obsah projektu zvyčajne nie sú vhodné z dôvodu vyššej náročnosti. Predovšetkým je potrebné začleniť integrované navrhovanie energetického konceptu štvrte do celkového plánovacieho procesu v skoršej fáze.
- Projektanti, developeri, by mali byť schopní posúdiť a kvantifikovať požiadavky na splnenie cieľov PED už v počiatočnej fáze plánovania. V počiatočnej fáze je potrebné vykonať posúdenie požadovanej plochy pre fotovoltiku, tepelnej ochrany budovy a systému HVAC, ako aj dostupných obnoviteľných zdrojov energie, aby bolo možné určiť proces návrhu pre konkrétny projekt.
- Do súťažných podkladov pre architektonické súťaže pre štvrť je potrebné zahrnúť sumár požiadaviek na energetickú efektívnosť PED. To bude nápomocné pre architektov, aby vo svojich návrhoch zohľadnili energetický potenciál a efektívnosť ako rámcové podmienky.

**Kontrolný zoznam PED pre architektov:** Implementácia požiadaviek na tvorbu PED vyžaduje čo najskoršiu spoluprácu a koordináciu medzi architektmi a projektantmi v oblasti energetiky. Hlavnou zásadou je čo najefektívnejšie využitie miestneho potenciálu obnoviteľných zdrojov energie. Nasledujúce aspekty architektonického návrhu by sa mali zväziť vzhľadom na ich potenciálne veľký vplyv na realizovateľnosť konceptu PED:

- Kompaktná konštrukcia stavby s cieľom minimalizácie tepelných strát.
- Optimalizácia povrchov budov na inštaláciu fotovoltiky, napr. realizáciou pevných vonkajších žalúzií a tienení na streche a fasáde s fotovoltickými modulmi, vyhnúť sa konštrukciám na streche, ako sú vetracie otvory a zariadenia HVAC, alebo ich aspoň spojiť, zjednotiť, aby sa predišlo zbytočným prekážkam na streche.

To date, PEDs are mostly studied academically while there are only few and far between examples of actual implementation in urban settings of high density or existing building stock. Only few examples achieve a positive energy balance for more than HVAC operation alone<sup>66</sup>.

Nevertheless, this section aims to provide some pointers for actual PED implementation, its challenges, risks, possible opportunities and solutions, which are compiled mostly from findings of the “Zukunftsquartier 2.0” (german for “future district”) green field PED implementation project of “Pilzgasse 33”<sup>67</sup>.

Positive Energy Districts are often innovative and very ambitious, but almost always very complex projects. PED Development teams should therefore take the following lessons to heart:

- An explicit, common understanding of all involved stakeholders on the objective to achieve a PED and what that means is an essential prerequisite for planning and implementation.
- The requirements for energy technology in PEDs are typically high and increase demands on the planning process, both formally and in content.
- Usual project timelines, horizons and content requirements are usually not expedient due to the increase in complexity. Above all, integrating district energy planning into the overall planning process needs to happen at an earlier stage.
- Project developers should be broadly able to assess and quantify the requirements to meet the PED targets at an early stage in the planning process. An early assessment of the required PV area, building thermal hull and HVAC system quality, as well as the available renewable energy sources should be carried out, to be able to define a project-specific planning process.
- It is useful to include a summary of the required energy performance of a PED in the tender documents for the architectural competitions in the district. This can help architects to consider favorable energy and efficiency potentials as framework conditions in their designs.

**PED Checklist for Architects:** PED implementation necessitates close coordination between architects and energy planners as early as possible. The guiding principle is the most efficient use of local renewable energy potentials. The following aspects of architectural design should be considered due to their potentially large impact on the feasibility of a PED concept:

- Compact design of the thermal hull to minimize heat loss.
- Optimize building surfaces for photovoltaic use, e.g. by realizing fixed external blinds and shades on the roof and façade with PV modules, or avoiding or at least bundling roof structures such as vents and HVAC equipment to avoid unnecessary roof obstacles.

- Uplatnenie opatrení na ochranu pred prehrievaním v lete, aby sa znížila potreba strojového chladenia.
- Zabránenie vzniku tepelných ostrovov vhodným dizajnom vonkajších priestorov s dostatočným tienením a odparovacím chladením.
- Naplánovanie / vytvorenie dostatočného priestoru pre dodatočné technické vybavenie na využívanie obnoviteľných zdrojov energie na mieste (tepelné čerpadlá, výmenníky tepla, obehové čerpadlá atď.)
- Zníženie tepelných strát redukciovou cirkulačných rozvodov TÚV k neizolovaným vodovodným kohútikom.
- (voliteľné) Využitie systémov distribúcie tepla/chladu, ako je tepelná aktivácia hmoty budovy, pre zabezpečenie dočasnej energetickej flexibility na využitie dodatočných obnoviteľných zdrojov energie na mieste a mimo neho.
- Energetická a emisná efektívnosť by sa nemala dosahovať na úkor komfortu. Tento prístup platí pre celý proces plánovania, ako aj pre prevádzku.

## 8.6 Maximalizácia fotovoltických panelov je kľúčová pre vývoj PED na greenfieldoch PV maximization is key for PED developments on greenfields

Veľká časť výroby elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov v energeticky plusových štvrtiach sa musí vyrábať prostredníctvom fotovoltických panelov (PV) na mieste. Ekonomika systému do veľkej miery závisí od menovitého výkonu modulov a ich umiestnenia na streche. Predbežný odhad potrebnej plochy na streche a fasáde pre fotovoltiku poskytuje dôležitý základ pre plánovanie a projektovanie. Tento predbežný odhad nemusí podrobne zohľadňovať klimatické, tieniace a iné vplyvy, ale mal by poskytnúť rýchly odhad veľkosti v rozsahu chybovosti 10 %. V porovnaní so strešnými modulmi majú fasádne moduly výrazne vyššie náklady na inštaláciu a typické výnosy 50 – 80 % výnosov strešných systémov.

Z ekonomického hľadiska sú výhodné veľké priľahlé horizontálne fotovoltické plochy, napr. na streche. Veľkú časť existujúcej strešnej plochy však často zaberajú vetracie zariadenia, iné zariadenia, vývody a/alebo nadstavby, ktoré bránia inštalácii PV. To má za následok ďalšiu stratu priestoru v podobe nárazníkových zón, ktoré môžu byť vyžadované zákonom z dôvodu požiarnej bezpečnosti alebo na účely údržby. Aj keď boli kubatúry od začiatku navrhnuté na výrobu energie, počas procesu plánovania sa zvyčajne musia vykonať ďalšie malé optimalizácie, aby sa maximalizovali plochy strešných fotovoltických zariadení. To by mohlo znamenať napr. zoskupenie potrubia HVAC budovy do menšieho počtu strešných vývodov, čo tiež pomáha zmenšiť ochranné zóny (napr. na účely požiarnej bezpečnosti) a voľné plochy.

Strešné fotovoltické systémy sú tiež v konflikte s inými formami využívania striech, ako sú terasy, strešné záhrady a zeleň. Vytýčenie fotovoltických systémov pomocou pergoly alebo iných konštrukcií môže byť riešením, avšak sú to navyše náklady. V prípade pergol ich možno účinne kombinovať aj s prvkami zelene. Treba si uvedomiť, že v stavebnom zákone ich môžu považovať za relevantné pre posúdenie výšky budovy, čo môže predstavovať problém pri územných plánoch. (Rozsiahle, t. j. neudržiavané) ozelenenie na neprístupných strešných alebo terasových plochách môže mať chladiaci účinok na fotovoltické moduly, čím sa zvýši ich výkon. PV pergoly môžu prispieť k využívaniu strechy a poskytované tienenie môže zvýšiť užívateľský komfort, najmä v lete, a to všetko pri maximálnom využití PV plochy.

V závislosti od stavebných predpisov môžu mať fotovoltické fasádne moduly ďalšie požiadavky na zhodu, napr. na protipožiarnu ochranu, ktoré si môžu vyžadovať špeciálne testy alebo certifikáty.

- Consider measures to protect against overheating in summer to reduce cooling loads.
- Avoid heat islands through appropriate outdoor space design with sufficient shading and evaporative cooling.
- Plan sufficient space for the additional technical equipment for the use of renewable on-site energy sources (heat pumps, heat exchangers, circulation pumps, etc.)
- Reduce heat losses by avoiding DHW circulation lines to exposed, uninsulated taps.
- (optionally) Make use of heat/cold distribution systems such as thermal activation of building mass to provide temporal energy flexibility to utilize addition onsite and offsite renewables.
- District energy and emission performance should not be achieved at the expense of comfort-related qualities. This holds true for the entire planning process as well as operation.

A large part of the renewable electricity generation in PEDS must be generated via on-site PV. System economics largely depend on the power rating of the modules and their mounting location A preliminary estimate of the required photovoltaic areas on the roof and facade provides an important baseline for design and planning. This early estimate does not need to take climate, shading and other effects into detailed account, but should supply fast sizing estimates in the 10% error range. Compared to roof-mounted modules, façade modules have significantly higher installation costs and typical yields of 50-80% of that of roof mounted systems.

In terms of economics, large contiguous horizontal PV surfaces, e.g., on the roof, are advantageous. However, a large share of existing roof area is often occupied by sanitary ventilation facilities, other installations, outlets and/or superstructures, which obstruct PV installation. This results in further loss of space as buffer zones, which might be required by law for fire safety reasons or for maintenance purposes. Even if cubatures have been designed for energy production from the get-go, further small-scale optimizations usually must be made during the planning process to maximize rooftop PV areas. This could mean e.g., grouping building HVAC piping into fewer roof outlets, which also helps reduce buffer zones (e.g., for fire safety purposes) and clearance areas.

Roof mounted PV systems are also in conflict with other forms of roof use such as terraces, roof gardens and greening. Elevating PV with pergolas or other constructions can provide a remedy, but at a price. In the case of Pergolas, they can also be combined effectively with greening elements. Be aware that in the building code they might consider them relevant for building height, which might pose problems with zoning plans. (Extensive, i.e., untended) greening on non-accessible roof or terrace areas can have a cooling effect on PV modules, thus increasing their yield. PV pergolas can relax usage conflicts on the roof and the shading provided can increase user comfort, especially in summer, all the while providing a maximum PV area.

Depending on the building code, PV façade modules might have additional compliance requirements, e.g. for fire protection, which might need special tests or certificates.

66 S. Rueda Castellanos und X. Oregi, "Posúdenie vybraných projektov pozitívnej energie (PED), štúdia k rozvoju ďalších PED", *Environmental and Climate Technologies*, Bd. 25, Nr. 1, S. 281-294, Jan. 2021, doi: 10.2478/rtuect-2021-0020.  
J. P. Gouveia, J. Seixas, P. Palma, H. Duarte, H. Luz a G. B. Cavadiní, "Positive Energy District: A Model for Historic Districts to Address Energy Poverty", *Front. Sustain. Cities*, Bd. 3, S. 648473, Apr. 2021, doi: 10.3389/frsc.2021.648473.  
V. Ondrejčíčka, M. Hajduk, L. Jamecny, M. Husár a M. Jasso, "Positive Energy District Replication – Case Study of the City of Trencin, Slovakia", *IOP Conf. Ser: Mater. Sci. Eng.*, Bd. 1203, Nr. 2, S. 022087, Nov. 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1203/2/022087.  
X. Zhang, S. R. Penaka, S. Giriraj, M. N. Sánchez, P. Civiero, und H. Vandevyvere, "Characterizing Positive Energy District (PED) through a Preliminary Review of 60 Existing Projects in Europe", *Buildings*, Bd. 11, Nr. 8, Art. Nr. 8, Aug. 2021, doi: 10.3390/buildings11080318.

67 (v nemčine) <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/zukunftsquartier-2-punkt-0.php#publications>



## 8.7 Kľúčom k ekonomickej realizovateľnosti je zvýšenie vlastnej spotreby elektrickej energie z fotovoltiky

### Increasing self-consumption of PV electricity is key to economic feasibility

V dôsledku rozdielnych výnosov z fotovoltiky v závislosti od polohy slnka, počasia a zatienenia a časových rozdielov v dopyte po elektrickej energii vždy dochádza k nesúladiu medzi ponukou fotovoltiky a dopytom v rámci štvrte. Nadprodukcia elektrickej energie z fotovoltických elektrární sa môže dodávať do siete a kompenzovať tarifou za výkup, ktorá je zvyčajne nízka. Deficit elektriny sa musí nakupovať zo siete za trhovú cenu, ktorá je zvyčajne oveľa vyššia. Prevládajúci mix využitia, ktorý je prítomný v mnohých štvrtiach, už ponúka výhodu vďaka rôznym časom dopytu po elektrine, ale len v prípade, že systém môže fungovať ako forma energetického spoločenstva, ktoré musí umožniť výmenu, zdieľanie a zúčtovanie elektriny v rámci štvrte. To musí byť technicky podporené vhodnými systémami merania a účtovania, čo môže byť samo o sebe dosť nákladné.

- Využívanie možností skladovania elektrickej energie (napr. elektrickej akumulácie) a tepelnej energie (napr. akumulovaná nádrž, zásobník teplej vody) na podporu maximalizácie vlastnej spotreby a využitia prebytkov z fotovoltiky. Viac informácií o tomto kľúčovom opatrení nájdete v časti Tepelné čerpadlá, Energetická flexibilita s tepelnou aktiváciou hmoty budovy. Opatrenia na riadenie na strane dopytu môžu ďalej zvýšiť ekonomiku založenú na vlastnej spotrebe.
- Diverzifikovane využívaná oblasť má nižšie špičky zaťaženia a väčšie možnosti presunu zaťaženia.
- Potenciál pre optimalizáciu vlastnej spotreby sa skrýva aj v dopyte domácností po elektrickej energii. V sektore domácností predstavuje približne 50 % konečného dopytu po energii. Obyvateľov a užívateľov možno na tieto témy upozorniť a poskytnúť im konkrétne opatrenia, a to aj s cieľom podporiť ich akceptáciu, napr. v prípade automatického ovládania domácich spotrebičov (napr. umývačiek riadu, práčok atď.).
- Vysoká úroveň vlastnej spotreby si vyžadujú včasnú koordináciu medzi plánovaním DES a HVAC a prevádzkovateľom siete, ktorú je potrebné podporiť v procese plánovania.
- Energetické komunity sú skvelým doplnkom pri rozvoji PED, pretože umožňujú svojim členom finančný prospech v podobnej miere ako priame (priamo-fyzické) zvýšenie vlastnej spotreby.

## 8.8 Zapojenie používateľov a integrácia používateľov

### User involvement and user integration

Pri plánovaní sa musia zohľadniť sociálne aspekty, aspekty kvality života používateľov a ich pohodlie, rovnako ako energetické, ekologické a ekonomické aspekty. To môže viesť k protichodným cieľom: efektívne využívanie klimatizovaných priestorov vs. pohodlné, priestrané interiéry, efektívna hustota vs. vonkajší priestor s úžitkovou hodnotou, strešné terasy vs. intenzívne využívanie fotovoltiky, flexibilné teploty vzduchu v interiéri založené na riadení dopytu na podporu siete vs. stabilný a predvídateľný tepelný komfort podľa individuálnych potrieb používateľa, toto je len niekoľko príkladov. Rozhranie medzi používateľmi a službami budov sa tak stáva čoraz dôležitejším pre efektívnu a kvalitnú prevádzku, najmä v súvislosti s novými technológiami budov a inovatívnym riadením, keďže vznikajú nové požiadavky na interakciu v sociálno-technickom kontexte. Vysoká úroveň mechanizácie, automatizácie a vo všeobecnosti zmenená komplexnosť, pokiaľ ide o systémy merania, riadenia a monitorovania, môže mať výrazný vplyv na užívateľský komfort rôznych cieľových skupín.

Due to varying PV yields depending on the position of the sun, weather and shading, and the temporal differences in electricity demand profiles, there is always a mismatch between PV supply and district demand. An overproduction of PV electricity can be fed into the grid and be compensated by a feed-in tariff, which is typically low. Electricity deficits must be purchased from the grid at market price, which is typically much higher. The prevalent usage mix present in many districts already offers an advantage due to its different times of electricity demand, but only if the system can be operated as a form of energy community, which must enable the exchange, sharing, and accounting of electricity within the district. This must be technically supported by appropriate metering and account systems, which can be quite costly in itself.

- Make use of electrical (e.g., electric storage) thermal storage options (e.g. buffer storage, hot water storage) to support self-consumption maximization and utilization of PV surpluses. See section on Heat Pumps, Energy Flexibility with Thermal activation of building mass for more on this crucial action. Demand side management measures can further increase self-consumption-driven economics.
- A diversely used district has lower load peaks and increased load shifting opportunities.
- Potential for self-consumption optimization also lies in household electricity demand. In the residential sector, this accounts for around 50% of the final energy demand. Residents and users can be sensitized to these topics and given concrete actions, not least in order to promote acceptance, e.g., for the automatic control of household appliances (e.g. dishwashers, washing machines, etc.)
- High self-consumption levels need early coordination between DES and HVAC planning and the grid operator, which need to be encouraged in the planning process.
- Energy communities are a great complement in PED development, as they enable their members to benefit financially to a similar extent as a direct (direct-physical) increase in self-consumption.

Social aspects and those of user quality-of-life and user comfort have to be considered in the planning equally to energetic, ecological and economic aspects. This can lead to conflicting goals: efficient use of conditioned areas vs. comfortable, spacious interiors, efficient density vs. outdoor space with amenity value, roof terraces vs. intensive PV use, flexible indoor air temperatures based on demand side management for grid-support vs. stable and predictable thermal comfort according to individual user needs, to name a few. The interface between users and building services is thus becoming increasingly important for efficient and qualitative operation, especially in the context of new building technologies and innovative controls, as new demands for interaction in the socio-technical context arise. High levels of mechanization, automation and, in general, the changed complexity regarding measurement, control and monitoring systems can have a significant impact on the user comfort of the different target groups.

Tu je niekoľko tipov, ktoré sa týkajú tejto témy:

- Konceptia využitia, ktorá zohľadňuje celý proces plánovania a využitia a zameriava sa na požiadavky cieľových skupín, je kľúčovým faktorom úspechu inovatívnych stavebných technológií z pohľadu používateľa. V metodologickej rovine sú hodnotiace procesy s komplexnými úvodnými prieskumami očakávaní a požiadaviek výhodným základom pre opakované cykly pozostávajúce z vývoja opatrení, hodnotenia a optimalizácie.
- Užívateľia by mali byť do procesu zapojení čo najviac a čo najskôr, aby sa ich pohľad mohol zohľadniť pri návrhu regulačnej technológie, riadenia dopytu atď. To vytvára akceptáciu, dôveru v existujúcu technológiu a podporuje energeticky optimalizovanú prevádzku.
- Na technologickej úrovni poskytujú užívateľsky prívetivé meracie a riadiace systémy prehľad o fungovaní technológie budovy a cieľovo orientované stratégie na optimalizáciu individuálneho energetického správania. Interaktívne možnosti spätnej väzby pre používateľov môžu tiež pomôcť lepšie pochopiť technológiu budov.
- V kancelárskych budovách môžu certifikáty, ktoré zapájajú používateľov do štandardizovaných hodnotiacich procesov (vrátane prieskumov), pomôcť zvýšiť pohodlie používateľov a ich motiváciu k práci. Okrem toho sa odporúča poskytnúť záujemcom možnosť rozsiahleho testovania týchto technológií v neutrálnom priestore pred investíciou do nových technológií v budovách.
- V strednodobom a dlhodobom horizonte môže vytvorenie inovatívneho vzdelávacieho prostredia pre využívanie a aplikáciu nových technológií poskytnúť základ pre udržateľný rozvoj v sektore stavebných technológií.

## 8.9 Zdroje

### Resources

#### 8.9.1 Dôležité a zaujímavé projekty PED

##### Important and interesting PED Projects

**ATELIER – energeticky plusové štvrte** ([www.smartcity-atelier.eu](http://www.smartcity-atelier.eu)): ATELIER je projekt Smart City financovaný EÚ, ktorého cieľom je vytvoriť a replikovať energeticky plusové štvrte (PED) v rámci dvoch Lighthouse Cities a šiestich Fellow Cities.

**Cities4PEDs – Energetické mestá** (<https://energy-cities.eu/project/cities4peds/>): Brusel, Viedeň (**Seestadt Aspern**) a Štokholm spoločne skúmajú, ako môžu mestá prispôsobiť a využívať svoje plánovacie a realizačné nástroje tak, aby výsledkom rozvoja miest boli štvrte, ktoré produkujú viac energie, ako spotrebujú.

**syn.ikia** ([www.synikia.eu](http://www.synikia.eu)) – ich poslaním je zvýšiť podiel udržateľných štvrtí s prebytkom obnoviteľnej energie v rôznych kontextoch, klimatických podmienkach a na rôznych trhoch v Európe.

**Making City – Energy efficient pathway for the city transformation** ([www.makingcity.eu](http://www.makingcity.eu)) – Projekt MAKING-CITY, ktorý koordinuje nadácia CARTIF, je 60-mesačný projekt programu Horizont 2020, ktorý sa začal v decembri 2018. Jeho cieľom je riešiť a demonštrovať transformáciu mestského energetického systému smerom k inteligentným a nízkouhlíkovým mestám na základe koncepcie energeticky plusové štvrte (PED).

**CityxChange** ([www.cityxchange.eu](http://www.cityxchange.eu)) – Víziou +CityxChange je umožniť spoluvytváranie budúcnosti, v ktorej chceme žiť. Positive City ExChange +Trondheim +Limerick +Sestao +Alba Iulia +Pisek +Vöru +Smolyan.

Here are a few pointers addressing this topic:

- A utilization concept that takes into account the entirety of the planning and utilization processes and focuses on the requirements of the target groups is a key success factor for innovative building technologies from the user's perspective. On the methodological level, evaluation processes with comprehensive initial surveys of expectations and requirements provide an advantageous basis for repeated cycles consisting of measure development, evaluation and optimization.
- Users should be involved in the process as much as possible and as soon as possible, so that their perspective can be considered in the design of control technology, demand side management, etc. This creates acceptance, trust in the existing technology and supports energy-optimized operation.
- On the technological level, user-friendly measurement and control systems provide both insight into the functioning of the building technology and target-oriented strategies for optimizing individual energy behavior. Interactive possibilities for feedback to the users can also help to better understand building technology.
- In office buildings, certificates that involve users in standardized evaluation processes (including surveys) can help to increase user comfort and work motivation. In addition, it is advisable to give interested parties the opportunity to test these technologies extensively in a neutral area before investing in new building technologies.
- In the medium and long term, the creation of innovative learning environments for the use and application of new technologies can provide a basis for sustainable development in the building technology sector.

**ATELIER – Positive Energy Districts** ([www.smartcity-atelier.eu](http://www.smartcity-atelier.eu)): ATELIER is an EU-funded Smart City project aiming to create and replicate Positive Energy Districts (PEDs) within two Lighthouse Cities and six Fellow Cities.

**Cities4PEDs – Energy Cities** (<https://energy-cities.eu/project/cities4peds/>): Brussels, Vienna (**Seestadt Aspern**) and Stockholm jointly investigate how cities can adapt and use their planning and implementation instruments so that urban development results in neighbourhoods that produce more energy than they consume.

**syn.ikia** ([www.synikia.eu](http://www.synikia.eu)) – Their mission is to increase the proportion of sustainable neighbourhoods with surplus renewable energy in different contexts, climates and markets in Europe.

**Making City – Energy efficient pathway for the city transformation** ([www.makingcity.eu](http://www.makingcity.eu)) – Coordinated by the CARTIF Foundation, MAKING-CITY is a 60-month Horizon 2020 project launched in December 2018. It aims to address and demonstrate the urban energy system transformation towards smart and low-carbon cities, based on the Positive Energy District (PED) concept.

**CityxChange** ([www.cityxchange.eu](http://www.cityxchange.eu)) – The +CityxChange vision is to enable the co-creation of the future we want to live in Positive City ExChange +Trondheim +Limerick +Sestao +Alba Iulia +Pisek +Vöru +Smolyan Welcome to +CityxChange Our Lighthouse Cities, Trondheim Kommune and Limerick City and County Council are developing feasible.



### 8.9.2 Platformy

#### Knowledge Platforms

**Európska sieť energeticky plusových štvrtí:** Cieľom je zmobilizovať výskumných pracovníkov a ďalšie relevantné zainteresované strany z rôznych oblastí a sektorov, aby podporili rozvoj PED v Európe prostredníctvom otvoreného zdieľania poznatkov, výmeny ideí, združovania zdrojov, experimentovania s novými metódami a spoločného vytvárania nových riešení. Obsahuje interaktívnu databázu projektov PED: <https://pedeu.net/map/>

#### Spoločná programová iniciatíva Urban Europe

([www.jpi-urbaneurope.eu/ped/](http://www.jpi-urbaneurope.eu/ped/)) – centrum znalostí o transformácii miest: Program „Štvrte a energeticky plusové štvrte pre udržateľný rozvoj miest“, ktorý prispieva k ambicióznym cieľom európskeho strategického plánu pre energetické technológie (akcia 3.2 plánu SET), podporuje plánovanie, zavádzanie a replikáciu 100 PED do roku 2025. Zapája sa doň 20 členských štátov EÚ a realizuje ho JPI Urban Europe. Do programu sú zapojené zainteresované strany zo sietí financovania výskumu a inovácií, mestá, priemysel, výskumné organizácie a občianske organizácie.

**EnergyCities** ([www.energy-cities.eu](http://www.energy-cities.eu)): európska vzdelávacia komunita pre mestá budúcnosti

#### Positive Energy Districts European Network: The COST Action

Positive Energy Districts European Network (PED-EU-NET) aims to mobilise researchers and other relevant stakeholders across different domains and sectors to drive the deployment of Positive Energy Districts (PEDs) in Europe through open sharing of knowledge, exchange of ideas, pooling of resources, experimentation of new methods and co-creation of novel solutions. Includes an interactive Database of PED projects: <https://pedeu.net/map/>

#### Joint Programme Initiative Urban Europe

([www.jpi-urbaneurope.eu/ped/](http://www.jpi-urbaneurope.eu/ped/)) the knowledge hub for urban transitions: Contributing to the ambitious targets of the European Strategic Energy Technology (SET) Plan (SET Plan Action 3.2), the programme “Positive Energy Districts and Neighbourhoods for Sustainable Urban Development” supports the planning, deployment and replication of 100 Positive Energy Neighbourhoods by 2025. It is joined by 20 EU member states and conducted by JPI Urban Europe. The programme involves stakeholders from R&I funding networks, cities, industry, research organisations and citizen organisations.

**EnergyCities** ([www.energy-cities.eu](http://www.energy-cities.eu)): the European learning community for future-proof cities

### ENERGETICKY PLUSOVÉ MESTSKÉ ŠTVRTE / POSITIVE ENERGY DISTRICTS

**Editorka:** Ing. arch. Ivana Nemethová, Inštitút pre pasívne domy

**DTP:** Richard Watzka

**Foto na obálke:** Bratislava, Inštitút pre pasívne domy

#### Titulné obrázky kapitol:

Zdroj Inštitút pre pasívne domy

Kapitola 1: Viedeň

Kapitola 2: Štvrť Clichy-Battignolles Paríž

Kapitola 3: Štvrť Seestadt Aspern Viedeň

Kapitola 4: Štvrť Seestadt Aspern Viedeň

Kapitola 5: Vila Tugendhat Brno

Kapitola 6: Nemecká spolková agentúra pre životné prostredie Dessau

Kapitola 7: IKEA Westbahnhof Viedeň

Kapitola 8: Sonnwendviertel Viedeň

**Vydal:** Inštitút pre pasívne domy, Račianska 78, 831 04 Bratislava, [www.iepd.sk](http://www.iepd.sk)

Publikácia neprešla jazykovou úpravou.

Bratislava, august 2024

© 2024 Inštitút pre pasívne domy

Račianska 78, 831 02 Bratislava

[www.iepd.sk](http://www.iepd.sk)

Akokoľvek reprodukovanie diela či jeho časti (s výnimkou presnej citácie s uvedením zdroja) je možné len s písomným súhlasom Inštitútu.

Publikácia vznikla s finančnou podporou Deutsche Bundesstiftung Umwelt, DBU.

1. vydanie

ISBN 978-80-974896-0-1

sponsored by



[www.dbu.de](http://www.dbu.de)





Bratislava, august 2024