

# Solární průvodce

Pokyny pro solární systémy  
v kombinaci s ekologizací budov

**Město  
Videň**

Energetické plánování



Fotovoltaika integrovaná do budovy  
Průhledná fotovoltaika  
Designový prvek  
Barevná fotovoltaika

27



Kombinace stínícího prvku,  
ozelenění a fotovoltaiky

68



79



Intenzivní zelená střecha a fotovoltaika

Střešní řešení

25



Fotovoltaika integrovaná do budovy  
Průhledná fotovoltaika  
Konstrukční prvek

28



Bifaciální fotovoltaika  
Kombinace ozelenění a fotovoltaiky

70



Fotovoltaika integrovaná do budovy  
Transparentní fotovoltaika  
Fasádní

26



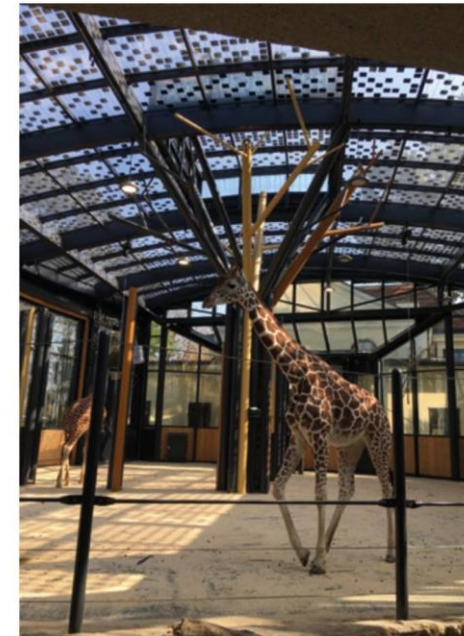
Stínící prvky Následně aplikované Průhledné PV

24



Modernizované fotovoltaické systémy

24



Průhledná fotovoltaika  
Integrovaná fotovoltaika do budovy  
Designový prvek

76



Kombinace stínícího prvku,  
ozelenění a fotovoltaiky

69



PV auf Mehrparteiengebäude

21



Gebäudeintegrierte Solarthermie

83

# Solární průvodce

Pokyny pro solární systémy  
v kombinaci s ekologizací budov

# Obsah

	<b>Předmluva</b>	<b>4</b>
	<b>Úvod</b>	<b>6</b>
<b>1</b>	<b>Využití slunce a budov ve městě – nyní i v budoucnu</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Technologie</b>	<b>12</b>
	2.1 Fotovoltaika	14
	2.2 Solární teplo	37
	2.3 Hybridní sběrače	42
	2.4 Ekologizace budov, součást zelené infrastruktury	43
	2.5 Udržitelné budovy/čtvrti	59

<b>3</b>	<b>Možné kombinace a Synergie při využívání budov</b>	<b>62</b>
	3.1 Solární technologie a ekologizace budov	64
	3.2 Kombinované stavební metody a příklady projektů	65
<b>4</b>	<b>Referenční příklady</b>	<b>74</b>
	4.1 Fotovoltaika	76
	4.2 Solární teplo	83
<b>5</b>	<b>Pokyny pro plánování</b>	<b>88</b>
	5.1 Poznámky ke kombinaci solárních technologií a ekologizace budov	91
	5.2 Vliv typologie budov, využití a Vlastnictví v oblasti ekologizace budov	98
	5.3 Příklad systému pro kombinaci solární technologie a ozelenění	99
	5.4 Požární ochrana	100
	5.5 Pomůcky a nástroje pro plánování z různých oborů	104
	5.6 Pokyny pro péči o solární technologie a ekologizaci budov	107
	5.7 10 kroků k zavedení solární energie a ekologizace budov	110
<b>6</b>	<b>Dotace</b>	<b>114</b>
	6.1 Zemské dotace ve Vídni	116
	6.2 Federální financování	119
	<b>Seznam obrázků</b>	<b>126</b>
	<b>Otisk</b>	<b>128</b>

# Předmluva



Klimatická krize je největší výzvou naší doby. Důsledky, jako je rostoucí horko, pociťuje již dlouho i Vídeň. V ambiciózním vládním programu si proto vídeňská radnice stanovila cíl stát se první provincií, která bude do roku 2040 klimaticky neutrální. Do roku 2040 chceme vypouštět méně skleníkových plynů, než jsou naše rostliny schopny absorbovat. Velmi důležitým stavebním kamenem na naší cestě ke klimatické neutralitě je přechod na energetiku. Stanovili jsme si cíl zdvojnásobit výrobu energie z obnovitelných zdrojů ve městě do roku 2030 ve srovnání s rokem 2005.

Abychom tohoto cíle dosáhli, zahájili jsme největší fotovoltaickou ofenzívu v historii. Do roku 2025 chceme zvýšit výrobu solární energie na pětinasobek; do roku 2030 bude z Vídně zásobováno solární energií přibližně 530 000 Vídeňanů. Střechy budov, fasády a další již utěsněné povrchy jsou pro fotovoltaické systémy obzvláště cenné. Díky technickému pokroku v posledních letech již není třeba řešit otázku, zda má být střecha využívána k ozelenění nebo jako solární elektrárna. Tato solární příručka shrnuje technické možnosti a potenciál kombinace ekologizace budov a využití sluneční energie a ukazuje, že obojí lze realizovat společně.

Pro dosažení našich cílů je důležité vytvořit potřebné pobídky. Od 1. června 2021 proto existuje dotace pro soukromé osoby, která usnadňuje instalaci fotovoltaických systémů na zelených střeších. Dotace i příručka jsou určeny všem, kteří mají zájem realizovat projekty zelených střeš z fotovoltaiky a využít těchto kombinací.

Přeji vám zajímavé čtení.

Jürgen Czerhohorszky

Radní pro klima, životní prostředí, demokracii a lidské zdroje



# Úvod

Klimatická neutralita znamená úplný přechod od fosilní energie k obnovitelné. V příštích 50 letech se energie ze slunce stane jedním z nejdůležitějších zdrojů energie na světě. Zejména ve městech bude hrát solární energie spolu s geotermální energií obzvláště důležitou roli při přechodu na novou energetiku. Pro město, jako je Vídeň, to především znamená, že v budoucnu budou střechy a fasády budov nebo kryté venkovní plochy využívány k výrobě solární energie. Městská fotovoltaická ofenzíva významně přispěje k energetické budoucnosti města. Kromě toho je výroba solárního tepla na budovách již řadu let důležitou aplikací z hlediska cíle ochrany klimatu ve městě.



Vzhledem k tomu, že Vídeň je nadprůměrně ovlivněna oteplováním zemské atmosféry, jsou ambiciózní cíle i v oblasti ekologizace města. Kromě ozelenění veřejných prostranství se plánují také ozelenění střeš a fasád. Zejména v létě může zeleň zlepšit mikroklima, poskytnout stín a zvýšit biologickou rozmanitost ve městě. Vídeňané využívají zvýšenou kvalitu pobytu venku.

Ambice Vídně v oblasti adaptace na změnu klimatu a ochrany klimatu se tak setkávají i na našich střešách a fasádách. Nová solární příručka se snaží začít právě zde a ukázat nápady a řešení tak, aby si ochrana klimatu a přizpůsobení se změně klimatu vzájemně nekonkurovaly.

V posledních letech došlo k mnoha inovacím a vývoji v oblasti solárních technologií a ekologizace budov. Průvodce se proto zaměřuje na dva cílové body – fotovoltaiku integrovanou do budov a kombinaci ekologizace a fotovoltaiky.

Nový solární průvodce je proto záměrně umístěn na začátek vídeňské fotovoltaické ofenzívy. Má sloužit jako příručka, aby bylo možné dosáhnout cílů rozšíření pomocí inteligentních koncepcí a co nejlépe skloubit všechny potřeby města.

Město se ujímá příkladné role a v následujících měsících a letech bude realizovat co nejvíce fotovoltaických systémů na budovách ve vlastnictví města. K většímu využívání obnovitelných zdrojů energie a k zachování vysoké kvality života ve Vídni však mohou přispět i soukromí majitelé domů. Zásadní význam zde má efektivní využívání půdy a využití potenciálu města.

Naším úkolem, jakožto osob odpovědných za vídeňskou fotovoltaickou ofenzívu, je vytvořit řešení pro všechny využitelné oblasti, podniknout kroky ke zjednodušení postupů a učinit z Vídně vzorové město pro rozšíření fotovoltaiky vhodné pro městské využití.

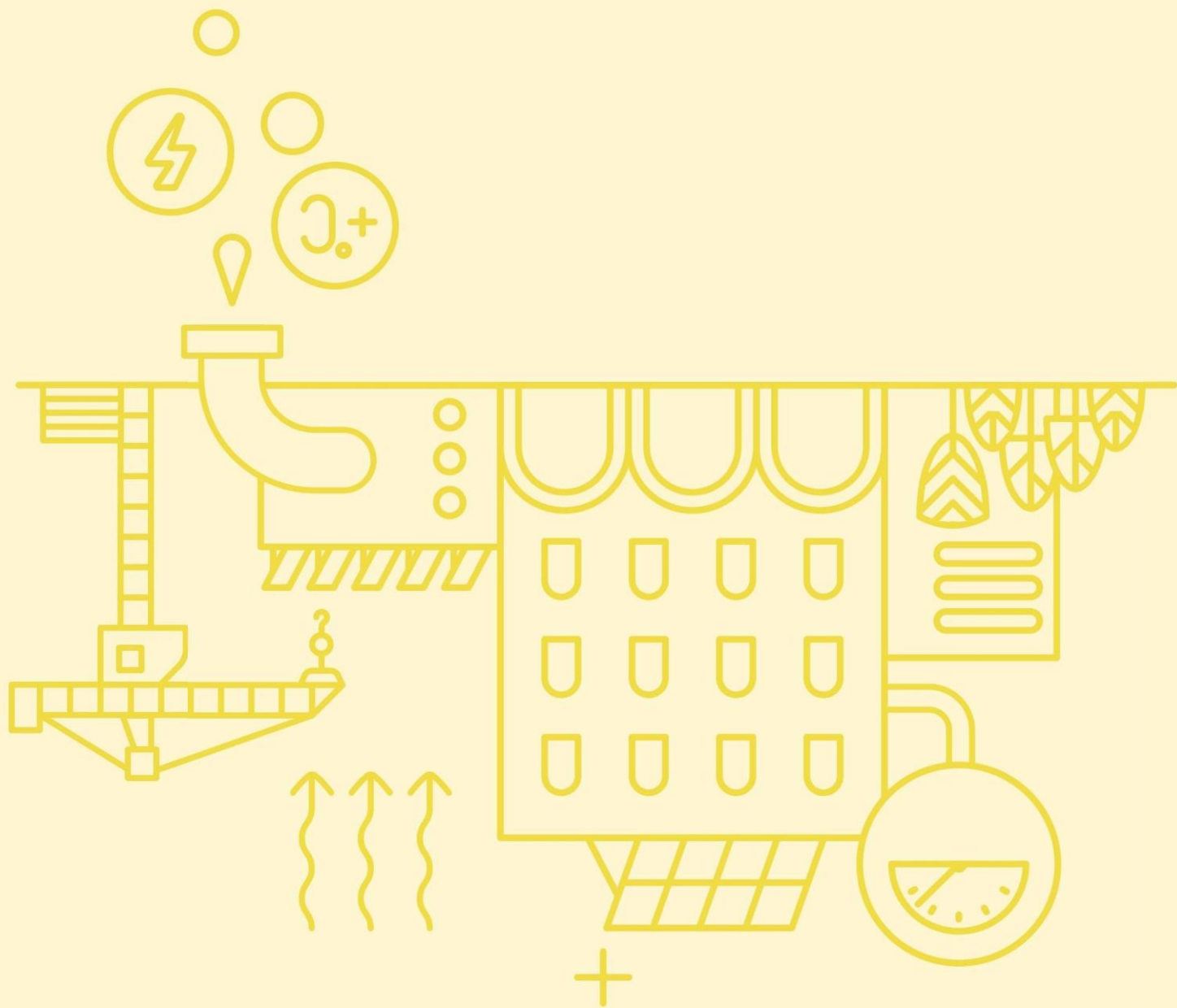
Programový manažer Vídeňské PV ofenzívy

  
Bernhard Jarolim  
Ředitel stavebního  
úřadu města Vídeň

  
Bernd Vogl  
Vedoucí energetického plánování ve Vídni

1

# **Využití slunce a budov ve městě – nyní a v budoucnu**



V posledních desetiletích se požadavky na použití v městské zástavbě výrazně změnilly. Nepříznivé klimatické podmínky ve městech v nových i stávajících budovách zároveň zhoršuje postupné uzavírání půdy, efekt městského tepelného ostrova a snížený výpar vody na ozeleněných plochách, mezi které patří parky, střechy a fasády (Pfoser et al., s. 11, 2013). Prognózy pro Vídeň hovoří o zdvojnásobení počtu horkých dnů v příštích 100 letech a s tím souvisejícím ztrojnásobením spotřeby energie na chlazení v příštích 50 letech. Kromě využití zelených ploch existuje požadavek na využití stávajících i nových ploch pro výrobu energie. Fasády a střechy mohou vyrábět elektřinu pomocí fotovoltaiky a teplo pomocí solárního tepla. V této souvislosti jsou prostor a plochy považovány za omezený zdroj. O to důležitější je koordinovat různé potřeby a umožnit vícenásobné využití.

#### Městský prostor

Mikroklima, zvuková izolace, Potenciál ukládání CO<sub>2</sub>, konstrukce, účinek, pohoda, čištění vzduchu, vázání jemného prachu

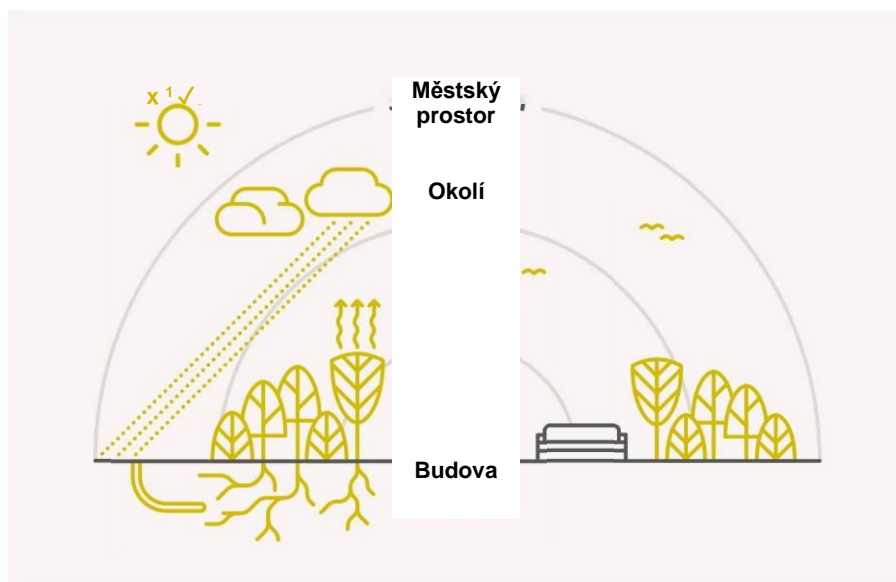
#### Životní prostředí

infiltrace dešťové vody, zadržování vody, odpařování, ekologická přidaná hodnota, biologická rozmanitost.

#### Budova

Chlazení, zvuková izolace/izolace, optimalizace účinnosti aktivních systémů, potenciál CO<sub>2</sub>, design, ochrana fasády před povětrnostními vlivy, finanční efekt.

Obrázek 1: Potenciál dopadu ozelenění budov na městský prostor, pozemek a budovu



Pro řešení budoucích klimatických a energetických výzev v městských oblastech jsou zapotřebí aplikace, které mohou nabídnout synergie mezi solárními a fotovoltaickými technologiemi a „zeleným městem“ s řešeními založenými na přírodě.

Pod heslem „Využití slunce a budov ve městě – nyní a v budoucnu“ ukazuje tento průvodce různé technologie využití solární energie s výhledem do budoucnosti. Podrobně popisuje, jak lze technologie využít pro výrobu tepla nebo elektřiny v kombinaci s ekologizací budov a jaké synergie z toho vyplývají, čímž přispívá k optimálnímu využití solární energie jako pomůcka pro plánování. Spojení technologie a přírody vytváří možnosti optimálního využití sluneční energie, zvýšení kvality života a tím i zlepšení městského klimatu.

Využití solárních technologií na již existujících střechách představuje velký potenciál, který je třeba využít. Ve Vídni mají téměř dvě třetiny střešních ploch alespoň teoretický potenciál pro integraci solární energie. Potenciální plochy zeleně ve Vídni představují přibližně 5 800 ha střešních ploch a 12 000 ha čistých fasád.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> DI Jürgen Preiss, prezentační  
seminář PV Roof Garden, 04.11.2019

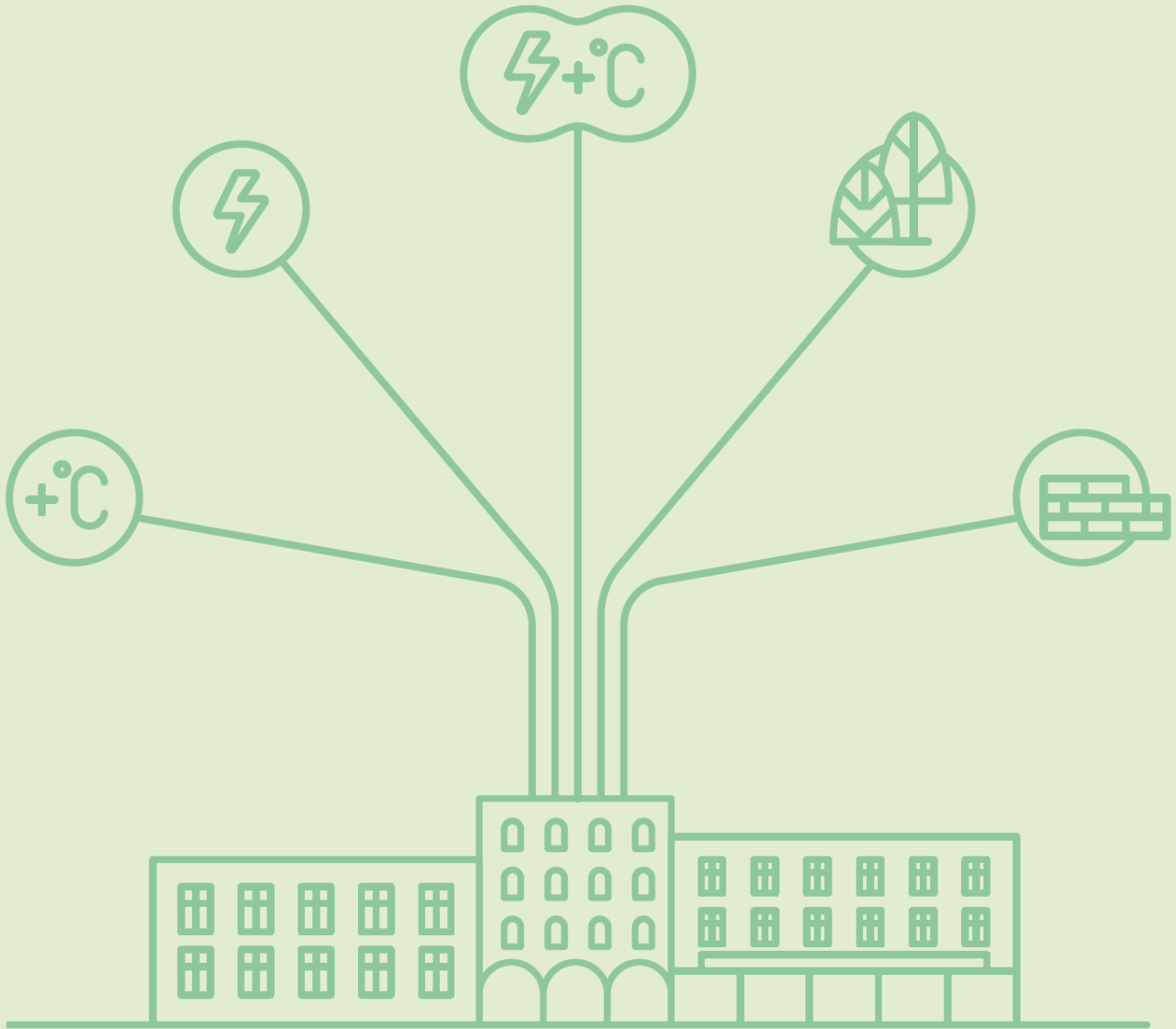
Zároveň se technologie neustále vyvíjejí. Například v oblasti fotovoltaiky jsou nyní kromě standardních článků k dispozici i barevné články, které lze integrovat do fasády a které již nejsou rozpoznatelné jako fotovoltaický systém. To znamená, že technologie solární energie lze ve městě využít mnoha různými způsoby a možnosti jejího využití jsou téměř neomezené. Také v oblasti solárního ohřevu jsou již několik let na trhu barevná skla, která dávají kolektorům na fasádě nový vzhled.

V hustě zastavěných městských oblastech představují zelené střechy a fasády cenný přínos v oblasti mikroklimatu, energie, ekonomiky, ekologie, hospodaření s dešťovou vodou a prodlužují životnost budov. Kromě toho se zlepšuje kvalita života a pobytu a zvyšuje se lidská pohoda.

Pomocí synergie ekologizace budov a solárních technologií lze opět zvýšit účinnost a výnosnost stávající plochy. Zpětné ozelenění/chlazení fotovoltaické fasády má pozitivní vliv na výkon fotovoltaických modulů. Kombinace zelených střech s fotovoltaikou a solárním teplem vytváří díky částečnému zastínění zelené střechy nová druhově bohatá stanoviště pro flóru a faunu.

2

# Technologie





V následující kapitole jsou popsány funkce a struktura tří technologií využití budov, fotovoltaiky, ekologizace budov a solárního tepla. Dále jsou diskutovány komunitní systémy a zákon o rozšíření obnovitelných zdrojů energie.

## 2.1 Fotovoltaika

### Jak funguje fotovoltaický systém?

Fotovoltaika je přeměna světelné energie na elektrickou pomocí solárních článků. Systém může být připevněn přímo na budovu (na střešní plochu) nebo integrován do fasády. Kromě toho, že jsou systémy připevněny k budově nebo na její střeše, mohou být instalovány i na volném prostranství.

Fotovoltaický systém se skládá z fotovoltaických modulů, příslušné kabeláže, pojistek a střídače. Pro zvýšení soběstačnosti systému lze nainstalovat také zásobník elektrické energie.

Pomocí fotovoltaických modulů se přicházející sluneční světlo přeměňuje na elektrické napětí. Lze využít jak přímé, tak difúzní sluneční záření. V prvním kroku moduly generují stejnosměrný proud. Aby bylo možné solární energii v budově využívat, musí se stejnosměrný proud pomocí měniče přeměnit na střídavý. Poté lze solární elektřinu využívat přímo v budově pro provoz elektrických spotřebičů, pro elektromobilitu a pro další účely, jako je například vytápění.

#### Moduly APV

B Akumulátorové úložiště na straně stejnosměrného proudu

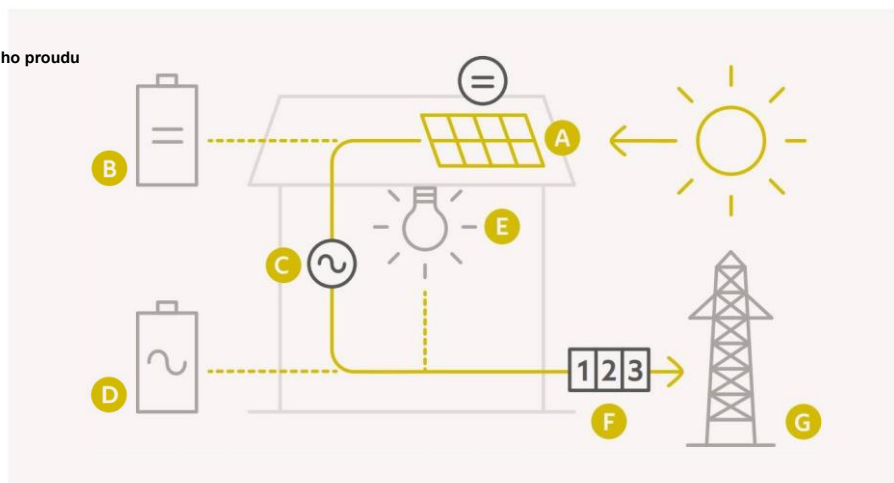
C Invertor

D bateriové úložiště na straně střídavého proudu

E Spotřebič

F Elektroměr

G Elektrická síť



Obrázek 2: Schéma fotovoltaického systému připojeného k síti

Cílem je využít co nejvíce vyrobené solární energie a snížit tak potřebu nákupu elektřiny. Pokud se vyrobí více fotovoltaické elektřiny, než je aktuálně potřeba, může být přebytečná elektřina dočasně uložena v zásobníku elektřiny nebo dodána do elektrické sítě a prodána energetické společnosti.

## Struktura fotovoltaického modulu

### **SOLÁRNÍ ČLÁNKY**

Nejmenší jednotkou fotovoltaického modulu je solární článek, který přeměňuje sluneční světlo na elektrickou energii. Několik solárních článků je vzájemně propojeno a tvoří fotovoltaický modul. Nejčastěji se používají krystalické, většinou monokrystalické nebo polykrystalické křemíkové články.

### **POLYKRystalické Křemíkové Solární Články**

Tento typ solárních článků se instaluje nejčastěji. Jeho charakteristickým rysem je krystalická struktura, která vytváří vzhled ledového květu. Důvodem tohoto vzhledu je to, že každá z těchto struktur připomínajících ledové květy je samostatným krystalem křemíku. Při výrobě se tyto krystaly tvoří nezávisle. Ve srovnání s monokrystalickými články tak odpadá jeden procesní krok. Polykrystalické články jsou proto o něco levnější než monokrystalické, ale mají také o něco nižší účinnost. Vzhledem k nižším nákladům se polykrystalické články často používají pro fotovoltaické systémy na velkých plochách.

### **MONOKRystalické Křemíkové Solární Články**

Ve srovnání s polykrystalickými solárními články jsou monokrystalické solární články pěstovány z jednoho krystalu křemíku, a proto mají vyšší účinnost. Jsou považovány za velmi účinné solární články na přímém slunečním světle a pro stejnou výtěžnost vyžadují menší plochu než polykrystalické solární články. Fotovoltaické moduly s monokrystalickými články jsou velmi vhodné, pokud je k dispozici pouze malá (střešní) plocha, na které má být dosaženo velmi vysokého výkonu. Vnější vzhled monokrystalických článků je homogenní, zbarvení tmavě modré až černé.

### **TENKOVrstvé Solární Články**

Existují různé struktury a složení materiálů pro tenkovrstvé články. Tyto články však mají společný výrobní proces a tloušťku vrstvy (v řádu pm), která se vyrábí napařováním materiálu. Aby bylo možné využít široké spektrum ozařované energie, kombinují se různé materiály. Největší výhodou tenkovrstvých modulů je jejich flexibilita a nízká hmotnost. Tenkovrstvé moduly však mají obvykle nižší účinnost než jiné solární články, a proto pro stejný výtěžek vyžadují větší plochu.

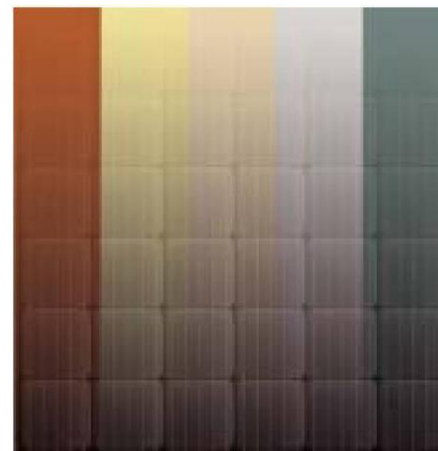
Typická barva povrchu je v odstínech od oranžovohnědé až po černou. Při návrhu instalace nabízí tento typ mnohem větší možnosti než krystalické články.

### **SPECIÁLNÍ SOLÁRNÍ ČLÁNKY**

Kromě standardních článků existují i speciální konstrukce, jako jsou barevné solární články (viz obrázek 4), tištěné nebo perforované články (propouštějící sluneční světlo skrz fotovoltaický článek). Změny v buňce však mají vliv i na výtěžnost. Například při použití barevného skla lze očekávat snížení energetického zisku o 10 % až 20 %.



Obrázek 3: Perforovaný solární článek umožňuje, aby plocha pod fotovoltaickým systémem nebyla zastíněna.



Obrázek 4: Fotovoltaické moduly jsou k dispozici v téměř libovolné barvě

## Typy fotovoltaických modulů

Výkon fotovoltaického systému se udává v kilowattových špičkách (kWp). Podle definice je „špičkový výkon ve watttech“ výkon, který modul produkuje za standardizovaných zkušebních podmínek. Standardní fotovoltaický modul se dnes skládá ze 60 solárních článků, čímž dosahuje výkonu až 370 wattů, má velikost 1,7 m<sup>2</sup> a váží přibližně 18 kg. K dispozici jsou také fotovoltaické moduly se 72 články; ty nejvýkonnější mají výkon něco přes 400 W, velikost 2 m<sup>2</sup> a hmotnost asi 25 kg.

Poločlánkové moduly jsou novým trendem ve výrobě modulů. Zde jsou solární články zmenšeny na polovinu. Menší velikost článků snižuje vnitřní odpor modulu a zvyšuje jeho účinnost. Mezitím existují i speciální výrobky, u nichž je sklo modulu barevně potíštěno, a tak lze například fasády vybavit barevnými fotovoltaickými moduly.

To znamená, že často již není možné rozpoznat, že se jedná o fotovoltaický systém.

### STANDARDNÍ FOTOVOLTAICKÉ MODULY

Uvnitř fotovoltaického modulu jsou solární články, které jsou vzájemně propojeny. Aby byly solární články chráněny před povětrnostními vlivy, mechanickými vlivy a vlhkostí, skládá se modul z několika vrstev. Standardní moduly mají jako vnější plášť skleněnou vrstvu. Solární články jsou navzájem spojeny pájecími páskami. Standardní moduly mají plastovou fólii a hliníkový rámeček na zadní straně.



Obrázek 5: Modul sklo-sklo

Obrázek 6: Flexibilní fotovoltaické moduly lze díky jejich ohýbatelnosti a nízké hmotnosti použít různými způsoby.

### SKLENĚNÉ MODULY

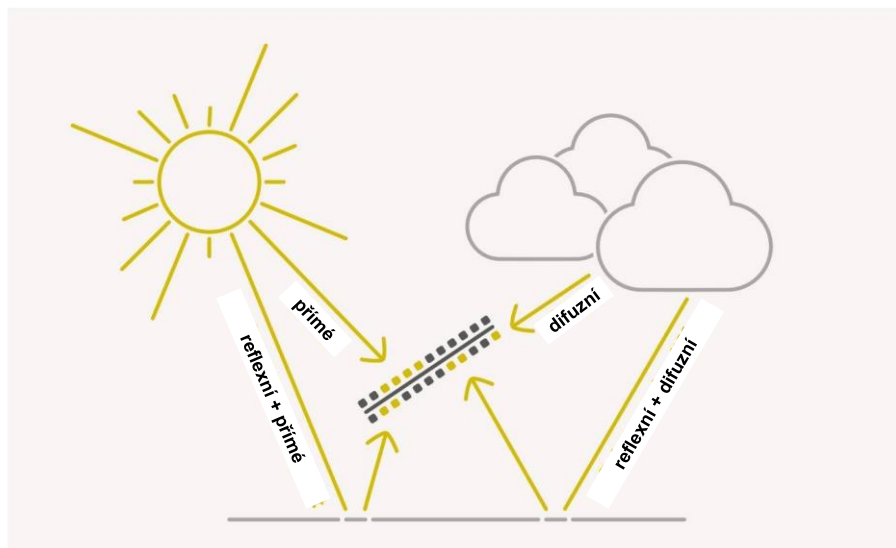
Fotovoltaické moduly, které mají jako vrchní vrstvu na přední i zadní straně skleněnou tabuli, se nazývají moduly ze skla. Skleněná vrstva na obou stranách poskytuje zvýšenou ochranu, a tím také vykazuje větší odolnost. Kromě toho jsou moduly ze skla považovány za mimořádně odolné. Kromě toho jsou moduly vyrobeny tak, že sluneční světlo může prosvítat skrz modul a osvětlovat prostor pod ním. Nevýhodou skleněných modulů je poněkud nižší účinnost, poněkud vyšší pořizovací náklady a složitější instalace. Někteří výrobci nabízejí speciální formáty, u nichž lze vzdálenost mezi fotovoltaickými články zmenšit nebo zvětšit. To znamená, že zastínění lze volit libovolně, např. pro zastřešení zimní zahrady.

## FLEXIBILNÍ FOTOVOLTAICKÉ MODULY

Díky speciální struktuře flexibilních fotovoltaických modulů je lze ohýbat, což umožňuje různé mobilní aplikace, např. na zakřivených střeších (mobilních domů, lodí) a jako rolovatelné stínící prvky. Moduly jsou mimořádně lehké a přitom výkonné. Díky tomu jsou flexibilní moduly vhodné zejména pro střechy budov, které umožňují jen malé dodatečné zatížení.

## BIFACIÁLNÍ FOTOVOLTAICKÉ MODULY

Bifaciální moduly mohou k výrobě elektřiny využívat jak přímé sluneční záření na přední straně, tak (nepřímé) světlo na zadní straně modulu. Na rozdíl od běžných modulů, jejichž zadní strana je neprůhledná, mají bifaciální moduly průhlednou zadní stranu. Solární článek je také navržen tak, aby mohl zpracovávat světlo z obou stran. To znamená, že lze využít světlo dopadající na přední i zadní stranu a zvýšit tak energetický výtěžek v porovnání se standardním nebo unifaciálním modulem. V závislosti na odrazivosti substrátu lze dosáhnout dodatečné výtěžnosti až 30 %.



Obrázek 7: Schéma dvouplášťového fotovoltaického modulu

Bifaciální moduly jsou proto vhodné zejména pro reflexní podklady, přístřešky pro auta, protihlukové bariéry a pro vertikální instalaci, například jako plot, takže jsou vhodné pro veřejné i soukromé použití.

Vertikální instalace má tu výhodu, že výroba solární elektřiny je vysoká zejména ráno a odpoledne. To znamená, že výroba a spotřeba elektřiny může být ještě lépe rozložena v průběhu dne.

### ZÁSUVNÉ MODULY

Zásuvné moduly jsou moduly, které může používat každá domácnost s nekomplikovanou instalací nebo bez žádosti o připojení k síti provozovatele. Maximální použitelný limit je 800 wattů (generátor TOR typ A verze 1.1). Další informace na [www.pvaustria.at/normen](http://www.pvaustria.at/normen)



Obrázek 8: Zásuvný modul na obytné budově ve Vídni

### INVERTOR

K přeměně stejnosměrného proudu vyráběného fotovoltaickými moduly na standardní střídavý proud pro domácnost je zapotřebí střídač. Od výkonu 3,68 kVA je vyžadován třífázový přívod, aby se zabránilo zvýšenému nesymetrickému zatížení. Tyto a další předpisy jsou uvedeny v technických organizačních předpisech (TOR Erzeuger). Ve většině případů je měnič také mírně předimenzován, protože nejlepší účinnosti se dosahuje v nejvyšším výkonovém rozsahu. Střídač slouží jako rozhraní mezi fotovoltaickým systémem a veřejnou sítí a zajišťuje jeho optimální fungování. Důležitými parametry měničů jsou jejich účinnost, životnost, rozsah funkcí a snadná instalace.

## **OPTIMALIZÁTOR VÝKONU**

I přes optimální plánování nelze vždy zabránit zastínění jednotlivých fotovoltaických modulů. Zastínění nebo znečištění vede ke snížení výkonu jednotlivého modulu s dopadem na výkon ostatních modulů. Optimalizátory výkonu namontované přímo na modulu optimalizují a monitorují každý jednotlivý modul. Tím se zabrání tomu, aby zastíněný modul ovlivňoval výkon ostatních modulů. Mnoho výrobců modulů již při výrobě integruje optimalizátory výkonu. Jednotlivé fotovoltaické moduly lze sledovat prostřednictvím online nástroje a včas odhalit případné snížení výtěžnosti.

## **SKLADOVÁNÍ ENERGIE**

Pomocí systému skladování elektřiny, který dočasně uchovává vyrobenou solární elektřinu, lze v místě výroby využít ještě více solární elektřiny, čímž se výrazně zvýší vlastní spotřeba. Zvýšením vlastní spotřeby se majitel baterie stává méně závislým na dodavateli energie, a je tak méně ovlivněn růstem cen.

Systémy pro ukládání energie založené na lithium-iontové technologii jsou dnes na špičkové úrovni. Dosahují vysoké účinnosti a hloubky vybití až 8 000 plných cyklů a jsou bezúdržbové. Kromě toho jsou malé a lehké. Kromě lithiových akumulátorů existují také baterie na bázi slané vody. Výhodou této technologie je vysoká bezpečnost a šetrnost k životnímu prostředí. Výběr správné technologie ukládání dat by měl být specifický pro daný projekt a vycházet z jeho požadavků.

Průměrná životnost bateriového úložiště je 20 let. Protože se baterie nabíjí pouze při přebytku vyrobené energie, dochází k 100 až 200 nabíjecím a vybíjecím cyklům za rok. Akumulátorové úložiště v kombinaci s fotovoltaickým systémem tak vyžaduje přibližně 4 000 cyklů po celou dobu své životnosti.

Vzhledem k vývoji v oblasti e-mobility se očekává, že pořizovací náklady na skladování elektřiny se v budoucnu ještě sníží.

## **Možnosti instalace fotovoltaického systému**

Existují v zásadě tři možnosti montáže fotovoltaických modulů:

1. Přímé upevnění fotovoltaických modulů na střechu
2. Integrace fotovoltaických modulů do konstrukce, například jako náhrada střechy/fasády, jako stínící prvek, jako ochrana proti pádu apod.
3. Na volném prostranství, s dvojitým využitím, například jako přístřešek pro auto, zastřešení parkoviště nebo v zemědělské oblasti.

## Fotovoltaický střešní systém

V závislosti na sklonu střechy jsou fotovoltaické moduly namontovány buď rovnoběžně s povrchem střechy, nebo vyvýšeně. Při sklonu střechy 20 až 50 stupňů se fotovoltaické moduly obvykle montují rovnoběžně s povrchem střechy. U plochých nebo jen mírně skloněných střech je výnos solární elektřiny vyšší, pokud jsou fotovoltaické moduly namontovány pod úhlem 15 až 35 stupňů.

Moduly se tak při dešti vyčistí a sníh z nich také sklouzne. Na šikmých střechách je fotovoltaický systém pevně ukotven ke střešní konstrukci. U fotovoltaických systémů na střeše a ve fasádě je třeba dbát na zajištění dostatečného zadního větrání, a tím i chlazení. Vzdálenost mezi fotovoltaickým modulem a střechou by měla být 10 až 15 cm. Orientací fotovoltaického systému na ploché střeše ve směru východ-západ lze vyrábět elektřinu hlavně ráno a odpoledne, jak ukazuje obrázek 12.

Následující obrázky ukazují různé možnosti montáže fotovoltaických systémů na střechy budov.



Obrázek 9: Střešní fotovoltaický systém na obytné budově s více účastníky





Obrázek 10: Střešní fotovoltaický systém na rodinném domě včetně solárního termického systému



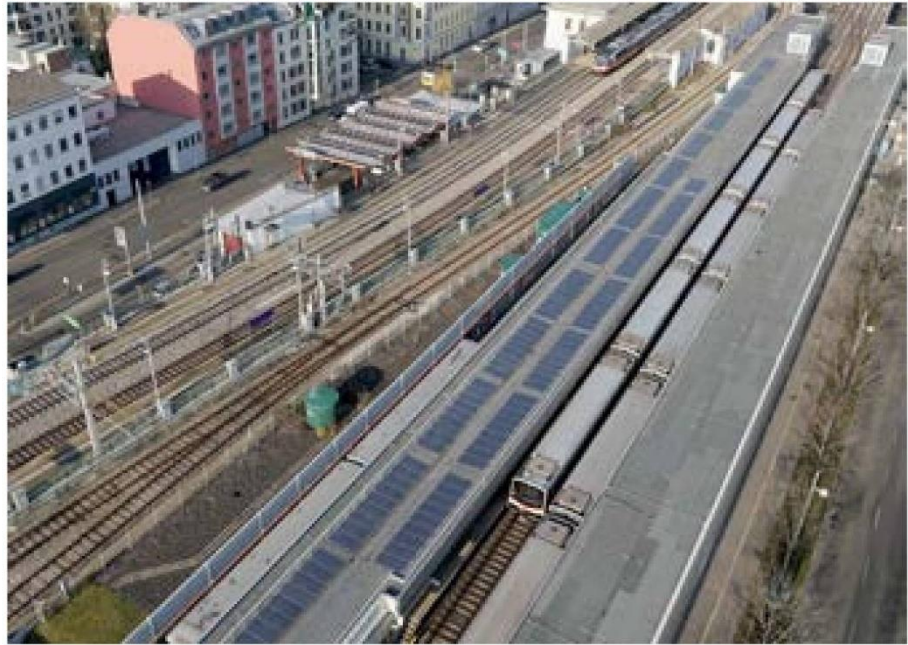
Obrázek 11: Střešní fotovoltaický systém na obytné budově s více účastníky, používaný jako fotovoltaický komunitní systém, Lavaterstraße Vídeň.



Obrázek 12: Fotovoltaický systém na střeše (parkoviště) obrácený ve směru východ-západ



Obrázek 13: Střešní fotovoltaický systém na Technologickém centru 2 v městské části Lakeside Aspern



Obrázek 14: Flexibilní a lehké fotovoltaické moduly dodávají elektřinu pro stanici U3 Ottakring



Obrázek 15: Fotovoltaický systém v Haus des Meeres ve Vídni

Obrázek 16: Fotovoltaické zastřešení (pohled zespodu) na Domé u moře ve Vídni s dvoufázovými fotovoltaickými moduly vyrábí elektřinu a poskytuje stín.



V budově Haus des Meeres slouží bifaciální moduly současně jako solární elektrárna a stínění pro střešní kavárnu, jak je vidět na obrázcích 15 a 16. Díky použití speciálních ocelových konstrukcí a poloprůhledných speciálních panelů si návštěvníci mohou i nadále užívat působivý výhled na Vídeň.

## Fotovoltaický systém integrovaný do budovy

Vzhledem k velkému plošnému potenciálu na budově je také možné integrovat fotovoltaický modul přímo do fasády budovy. Fotovoltaika integrovaná do budovy (BIPV) je tedy součástí budovy a přebírá tak i funkci budovy. BIPV lze použít jako přímou náhradu fasády, jako stínící systém nebo jako střešní systém s použitím speciálně vyrobených modulů ze skla. V tomto případě moduly nahrazují střechu/fasádu a přebírají i její funkce. Tato varianta může být estetičtější, není nutné žádné převýšení a ušetří se část běžné střešní krytiny/fasády. Vzhledem k tomu, že moduly musí převzít další funkce střechy (ochrana proti vlhkosti a hluku, tepelná izolace), jsou často dražší než běžné moduly a jejich instalace je také složitější.

Moduly integrované do fasády, které jsou kolmo k zemi, musí počítat se ztrátami výnosu ve výši 30 % ve srovnání s optimálně orientovanými systémy.

Následující obrázky ukazují různé možnosti použití BIPV, které nabízejí velkou volnost při navrhování.



Obrázek 17: Fotovoltaický systém integrovaný do střechy přebírá funkci střechy

Fotovoltaický systém na administrativní věži Technické univerzity ve Vídni je jedním z největších integrovaných fotovoltaických systémů v Rakousku. Moduly jsou namontovány na fasádě, na střeše, na schodišti jako stínění a na terase. Vyrobená elektřina se spotřebovává přímo v budově; přebytečná elektřina se spotřebovává výhradně v areálu Getreidemarkt v sousedních budovách TU Vídeň.

Obrázek 18 +19: Skleněné moduly integrované do fasády TU Vídeň



Obytný dům Solaris v Curychu (viz obrázek 20) je vzorem pro (citlivé) projekty městského rozvoje. Zde se integrace fotovoltaiky jako moderního stavebního výrobku odehrává v homogenně vyhlížejících pláštích obytných budov. Kreativní (neviditelná) fotovoltaická řešení využívající čelní sklo s profilovaným litým sklem a keramický digitální potisk na zadní straně dotvářejí vzhled.

Další příklady ze Švýcarska a Německa (viz obr. 21-24) ukazují, jak lze fotovoltaické moduly různými způsoby integrovat do budovy.



Obrázek 20: Obytná budova Solaris v Curychu; fasáda z fotovoltaických modulů, které vyrábějí elektřinu.



Obrázek 21: Energetický dům v Lucernu s potíštěnou fasádou, která vyrábí elektřinu



Obrázek 22: Vícegenerační dům s energetickou budoucností v Curychu. Projekt nadace Umwelt Aréna Schweiz ve spolupráci s Rene Schmid Architekten AG.

Fasáda budovy Nadace Pierra Arnauda ve francouzsky mluvící části Švýcarska téměř dokonale splňuje všechny požadavky, které jsou na ni kladeny. Na jedné straně jde o ochranu uměleckých děl před škodlivým UV zářením, na straně druhé o výrobu elektřiny prostřednictvím solárních článků a LED projekcí, které se následně odrážejí v noční hře světla v přilehlém jezeře.



Obrázek 23: Noční záběr Nadace Pierra Arnauda u jezera Louche ve švýcarském Lensu.

Úspěšným příkladem fotovoltaického přístřešku na veřejném prostranství je komunitní centrum ve Fraunbergu (viz obrázek 24). Mezi částmi budovy ve tvaru písmene L se nachází zastřešené nádvoří, které lze využít jako prostor pro setkávání.

Obrázek 24: Zastřešené nádvoří  
obce Fraunberg (SRN)



Jedna z prvních komerčně využívaných plus-energetických budov v Rakousku se nachází ve vídeňské městské čtvrti Aspern u jezera. Elektrická energie je v místě dodávána pomocí fotovoltaického systému. Fotovoltaické moduly jsou umístěny jak na fasádě budovy (viz obrázek 25), tak na střeše, kde slouží jako stříška. V areálu se nacházejí dva komplexy budov rozdělené na technologická centra 1 a 2.

Obrázek 25: Fotovoltaické moduly  
integrované do fasády  
Technologického centra 2 v městské  
části Lakeside Aspern



Obrázek 26: Fotovoltaické moduly  
na fasádě Technologického centra 1  
v městské části Lakeside Aspern



Obrázek 27: Fotovoltaické moduly na  
fasádě Technologického centra 1  
v městské části Lakeside Aspern slouží  
jako stříšky.





## Fotovoltaický systém na volném prostranství

Fotovoltaické systémy lze provozovat i mimo budovy, například na volných prostranstvích, jako jsou parkoviště, veřejná prostranství, autobusové zastávky a mnoho dalších. Představitivosti se zde meze nekladou. Fotovoltaické systémy na volném prostranství jsou z hlediska orientace mnohem flexibilnější, protože není třeba brát v úvahu orientaci budovy. To znamená, že fotovoltaické systémy nabízejí také řadu vícenásobných výhod, jako je vytváření stínu nebo chlazení v kombinaci s výrobou elektřiny.

Fotovoltaiku lze integrovat do střešních prvků dopravních ploch, parkovacích míst, příjezdových cest, přístřešků pro auta a parkovacích míst pro kola, jak ukazuje obrázek 28. Přístřešky s integrovanými fotovoltaickými moduly poskytují stín a zároveň vyrábějí elektřinu.



Obrázek 28: Zastřešení parkoviště pro jízdní kola skleněnými moduly

Zejména využití fotovoltaiky v zemědělství vytváří mnoho synergií.



Obrázek 29: Fotovoltaický systém v duálním využití se zemědělstvím, zemědělská fotovoltaika Schaffierhofstraße



Obrázek 30: Fotovoltaický systém ve dvojím použití se včelařstvím

V současné době existuje mnoho různých způsobů montáže modulů, například ve svislé poloze nebo ve výšce několika metrů, aby bylo možné plochu obhospodařovat obvyklým způsobem. Fotovoltaické moduly mohou být instalovány v pevné poloze nebo mohou být řízeny sluncem.

Jejich uspořádáním do pásů, jak je znázorněno na obrázku 31, lze stále obhospodařovat základní zemědělskou plochu. To má mnoho výhod: Stínění chrání půdu a plodiny před přímým slunečním zářením (UV zářením). Snižuje se tak spotřeba vody a půda je chráněna před vysycháním.

Dalším možným využitím je využití fotovoltaiky jako oplocení v zemědělství (např. při chovu dobytka) nebo na soukromých zahradách.



Obrázek 31:  
Zemědělská PV Schaffierhof Road

Obrázek 32:  
Fotovoltaické moduly jako plot

## Fotovoltaické komunitní systémy

Provozováním fotovoltaického komunitního systému mohou dříve čistí odběratelé elektřiny společně vyrábět elektřinu, sami ji využívat, a tak se do určité míry zásobovat. Nájemci, majitelé, kancelářské budovy, ale i obchodní centra mají prospěch z toho, že mohou společně provozovat fotovoltaický systém a plně tak využívat stávající střešní plochy.

## Účast v komunitní fotovoltaické elektrárně

Každý obyvatel, který chce využívat fotovoltaickou elektřinu, si musí zakoupit podíl ve fotovoltaickém komunitním systému. Na fotovoltaickém systému se musí podílet alespoň dvě nebo více stran. Předem je dohodnut (statický nebo dynamický) klíč pro sdílení vyrobené elektřiny z fotovoltaických elektráren.

Fotovoltaický komunitní systém je doplňkem k dodávkám energie z veřejné elektrické sítě. Každý uživatel elektřiny si může i nadále svobodně zvolit svého dodavatele zbývající elektřiny ze sítě. Každá strana v budově se může svobodně podílet na společném využití elektřiny z fotovoltaiky. Musí být jmenována osoba odpovědná za systém (provozovatel), která udržuje kontakt s provozovatelem sítě a energetickou společností.

Pro realizaci fotovoltaických komunitních systémů existují následující možnosti, které je třeba považovat za příkladné, a v praxi jsou možné jejich modifikace.

**Model 1: fotovoltaický systém jako infrastruktura a "elektřina zdarma"**

Majitel nemovitosti investuje do fotovoltaického systému a dává elektřinu k dispozici obyvatelům (pro srovnání: úschovna kol, prádelna).

**Model 2: Výstavba a užívání sdruženími obyvatel**

Obyvatelé a vlastníci nemovitostí jsou zodpovědní za Vlastníci investují do fotovoltaického systému a sami si regulují provoz a podíly na užívání (např. založením sdružení).

**Model 3: Externí společnost staví a pronajímá obyvatelům**

Externí společnost investuje do fotovoltaického systému a provozuje jej, zatímco obyvatelé si pronajímají právo využívat systém pro vlastní spotřebu.

**Model 4: Společnost dodávající energii staví fotovoltaickou elektrárnu jako plnohodnotný dodavatel**

Společnost dodávající energii vybuduje a provozuje fotovoltaický systém a dodává obyvatelům elektřinu z fotovoltaiky a ze sítě.

Modely 3 a 4 jsou také označovány jako smluvní zařízení.

Další informace a vzory smluv pro realizaci komunitních fotovoltaických systémů jsou k dispozici na informační platformě pro komunitní systémy výroby elektřiny: [www.pv-gemeinschaft.at](http://www.pv-gemeinschaft.at).

## Výhled: Energetické komunity

Dalším rozvojem fotovoltaické komunitní elektrárny (komunitní výroby) je energetická komunita. Konkrétně se jedná o komunitu obnovitelných zdrojů energie a komunitu občanů zabývajících se energií. Transpozice evropských směrnic (směrnice o obnovitelných zdrojích energie a směrnice o vnitřním trhu s elektřinou) do vnitrostátního práva umožní v budoucnu elektřinu v energetických komunitách, a to i přes hranice pozemků a v určité regionální vzdálenosti

- vyrábět
- používat společně
- obchod
- spotřebovávat
- obchodovat
- a v případě potřeby provozovat elektrické sítě.

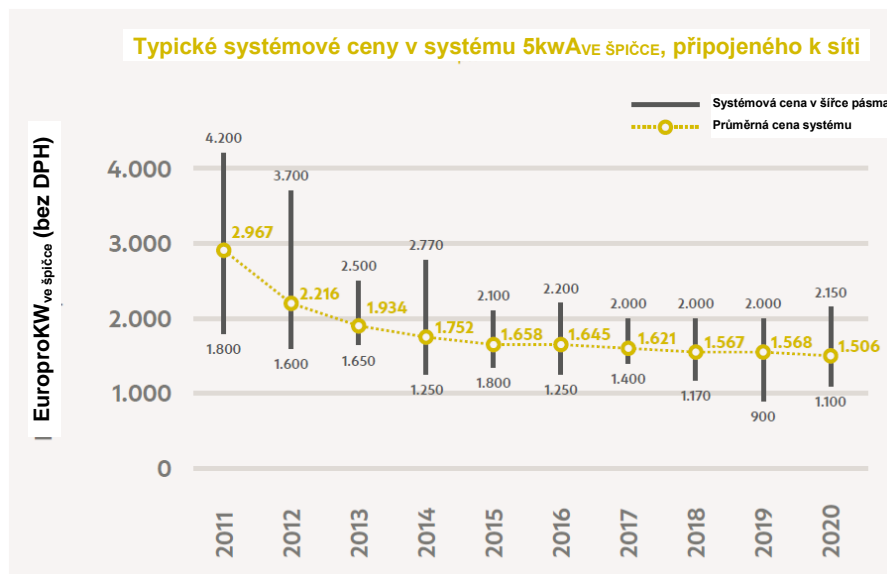
Energetické komunity usnadňují spotřebu regionální elektřiny z obnovitelných zdrojů přímo na místě. Optimalizace vlastní spotřeby jednotlivých elektráren se stává druhořadou, protože elektřina vyrobená v komunitě může být spotřebovávána ve všech budovách. Tímto způsobem lze co nejlépe využít stávající potenciál. Snížené využívání elektrické sítě eliminuje část poplatku za síť. Tímto způsobem mohou zařízení na výrobu energie z obnovitelných zdrojů optimálně využívat dostupný prostor a zároveň být provozována hospodárně.



Obrázek 33: Příklad znázornění energetického společenství

## Náklady na fotovoltaický systém

Náklady na fotovoltaický systém se v posledních letech výrazně snížily. Od roku 2011 se pořizovací náklady snížily o 50 %. Specifické náklady na větší systémy jsou nižší než na menší. Amortizace fotovoltaického systému je tím rychlejší, čím více solární elektřiny majitel systému využívá, protože se tím snižuje množství elektřiny nakupované od energetické společnosti a také se platí méně poplatků a daní ze sítě. Například náklady na malý systém připravený k instalaci se nyní pohybují kolem 1 880 eur/kilowatt špičky nebo 1 520 eur/kilowatt špičky pro poněkud větší systémy. V případě fotovoltaiky integrované do budov je třeba počítat s vyššími náklady kvůli speciálním výrobním postupům. Náklady na fotovoltaický systém se liší v závislosti na použitých produktech a jejich výkonu.

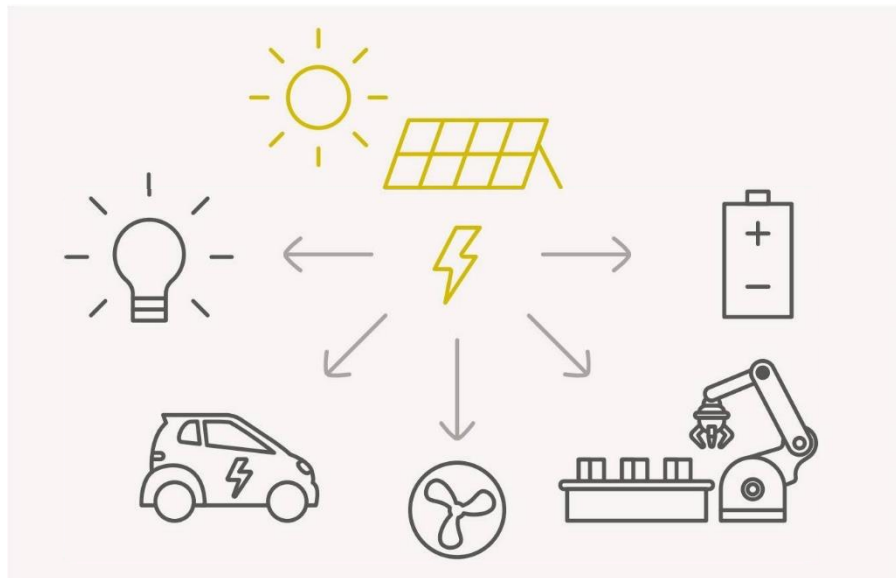


Obrázek 34: Systémové ceny pro elektrárny připojené k síti (2011-2020)

## Možnosti využití fotovoltaiky

Elektřinu z fotovoltaických systémů lze využít různými způsoby. Solární elektřinu lze využít pro elektrická zařízení v budově, pro všechny druhy e-mobility, ale také pro výrobu teplé vody nebo vytápění. Elektrickou energii, která se nepoužívá, lze dočasně skladovat v zásobníku elektřiny.

Obrázek 35: Různé možnosti využití solární energie vyrobené z vlastní střechy



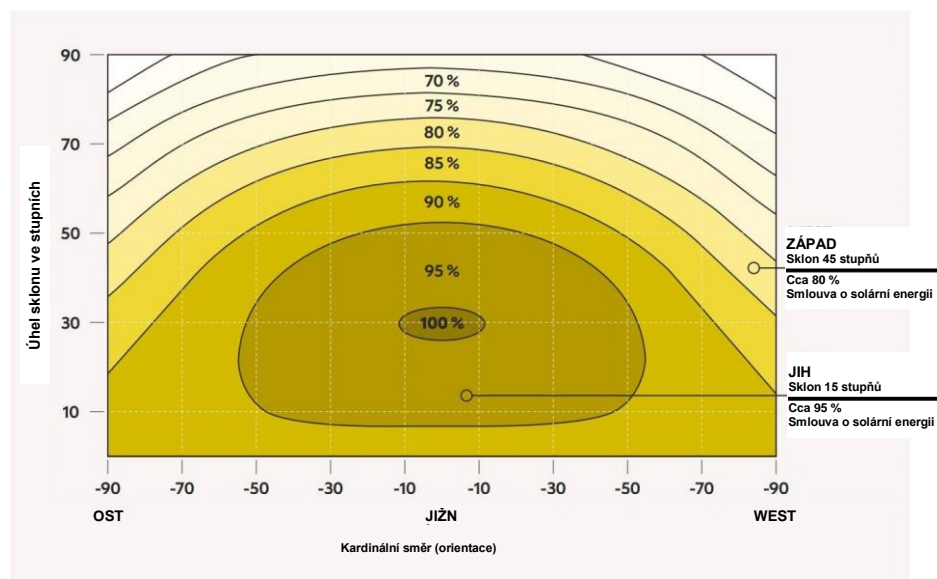
V případě fotovoltaických systémů, které jsou připojeny k veřejné síti (fotovoltaické systémy připojené k síti), může být solární elektřina, která není využita přímo v budově, dodávána do veřejné sítě. Za to se provozovateli soustavy platí výkupní cena. Vzhledem k tomu, že výkupní cena je obvykle nižší než cena elektřiny ze sítě, má smysl spotřebovávat co nejvíce solární elektřiny. Aby bylo možné dodávat elektřinu do sítě, musí být uzavřena smlouva s jakoukoli energetickou společností, která fotovoltaickou elektřinu dodávanou do sítě vykupuje.

Samostatné systémy jsou fotovoltaické systémy, které nejsou připojeny k veřejné síti a využívají vyrobenou solární energii výhradně pro vlastní potřebu. Samostatné systémy nejsou v městských oblastech běžné a používají se například na horských chatách.

### Výnos fotovoltaického systému

Fotovoltaický systém v Rakousku dosahuje ročního výnosu elektřiny 900 až 1100 kilowatthodin na jeden kilowatt. Na jednu kilowattovou špičku je zapotřebí plocha přibližně 7 m<sup>2</sup>.

Průměrná čtyřčlenná domácnost má spotřebu elektřiny přibližně 2,5 % 4 000 kilowatthodin ročně. Fotovoltaický systém se špičkovým výkonem čtyři kilowatty tak může za jeden rok vyrobit přibližně stejné množství solární elektřiny, jaké domácnost potřebuje. Plocha potřebná pro fotovoltaický systém je tedy 28 m<sup>2</sup>. V okolí 30 % solární elektřiny lze využít přímo v budově. Zbývající solární elektřina se dočasně ukládá do systému skladování elektřiny pro pozdější použití nebo se dodává do elektrické sítě. Vzhledem k rostoucí elektrifikaci vytápění (tepelné čerpadlo, topné těleso, elektrický ohřev vody,...), chlazení a mobility se spotřeba elektřiny v budovách zvýší i přes používání energeticky účinnějších spotřebičů. Zejména nové budovy mají díky kvalitnímu stavebnímu materiálu jen nízkou potřebu tepla. To lze pokrýt například tepelným čerpadlem a topnou tyčí pro přípravu teplé vody. Elektřina pro tento účel může pocházet z fotovoltaického systému.



Obrázek 36: Vliv orientace a sklonu na roční solární zisk

## Vyrovnání fotovoltaického systému

Nejvyšších energetických výnosů se dosahuje při orientaci fotovoltaického systému na jih se sklonem přibližně 30–40 stupňů. Často má smysl záměrná orientace na východ nebo západ, protože elektřina je potřeba především v ranních a odpoledních hodinách. I při východní nebo západní orientaci lze dosáhnout 80–85 % výnosu.

Abyste dosáhli co nejvyšších výnosů, vyhněte se zastínění modulů jinými budovami, stromy nebo znečištěním.

### Energetická doba návratnosti

Doba návratnosti energie, známá také jako faktor sklizně, udává, jak dlouho musí být systém v provozu, aby se vyrobila energie použitá na jeho výrobu. U krystalických fotovoltaických modulů je doba návratnosti energie ve Vídni 2 až 4 roky, u tenkovrstvých modulů 1 až 2 roky.

### Doživotní

Životnost fotovoltaických systémů je více než 25 let. Výjimkou jsou střídače, jejichž životnost je přibližně 10 až 15 let. Pro optimální provoz je nutná pravidelná údržba, optimální konstrukce a odborná instalace.

## 2.2 Solární teplo

V solárních termických systémech se sluneční záření přeměňuje na teplo, které se využívá k ohřevu teplé vody nebo k podpoře topného systému. Základními prvky tohoto systému jsou solární kolektor, čerpadlo, výměník tepla a akumulací nádrž nebo kotel.

### Jak funguje solární systém vytápění?

V solárním topném systému solární kolektory shromažďují energii obsaženou ve slunečním světle a přeměňují ji na teplo. Ústředním prvkem solárního kolektoru je solární absorbér, kterým protéká teplotonosné médium (obvykle směs vody a nemrznoucí směsi), které absorbuje teplo a předává ho do výměníku tepla. Ve výměníku tepla se tepelná energie přenáší do vyrovnávací nádrže. Ochlazené teplotonosné médium se čerpá zpět do kolektoru v okruhu, kde se opět ohřívá.

### Součásti solárního systému

Součásti solárního kolektoru závisí na typu kolektoru (viz. „Typy solárních kolektorů“). V následujícím textu jsou uvedeny součásti nejběžnějších



zasklených plochých kolektorů (v roce 2018 bylo v Rakousku instalováno přibližně 97 % plochých kolektorů) a zásobníku tepla a výměníku tepla.

## Konstrukce solárního kolektoru

### **ABSORBÉR**

Absorbér je nezákladnější částí solárního kolektoru. Jedná se o tmavě potažený plech, obvykle vyrobený z mědi nebo hliníku, který zachycuje sluneční energii. Poté předává teplo teplotonosné kapalině v měděných nebo hliníkových trubkách, které jsou připojeny k akumulární nádrži.

### **TEPELNÁ IZOLACE**

Aby se co nejméně absorbovaná sluneční energie opět ztratilo, je kolektor zepředu izolován speciálním solárním sklem a zezadu obvykle minerální vatou. Celý kolektor je obvykle uzavřen v hliníkovém pouzdře.

## Typy solárních kolektorů

### **AKUMULÁTOR TEPLA A VÝMĚNÍK TEPLA**

Aby bylo možné uchovávat vodu ohřátou sluncem po dny, kdy nesvítlí, používá se obvykle vyrovnávací nádrž. Při tloušťce izolace nejméně 10 cm může taková nádrž uchovávat nashromážděné teplo po dobu několika dní. Aby však bylo možné teplo skladovat po celou zimu, je zapotřebí mnohem větší sezónní akumulární nádrž, která je navíc vybavena izolací o tloušťce až 50 cm. Výměník tepla, který předává teplo z okruhu vody ohřáté sluncem do okruhu teplé vody, je umístěn v akumulární nádrži nebo vzácněji na ní.

### **NEGLAZOVANÉ PLOCHÉ KOLEKTORY**

Nezasklené ploché kolektory jsou nejlevnější variantou z hlediska výroby a instalace. Poskytují roční energetický výnos přibližně 300 kWh/m<sup>2</sup> a jsou vhodné pro nízkoteplotní systémy. Jsou ideální pro použití v bazénech nebo pro předehřev teplé vody. Skládají se ze svazku plastových trubek nebo absorpční desky s podkladovým hydraulickým systémem včetně izolace.

### **ZASKLENÉ PLOCHÉ KOLEKTORY**

Cena zasklených plochých kolektorů je přibližně dvakrát vyšší než cena nezasklených plochých kolektorů. Ve srovnání s tím je roční energetický výnos vyšší 400–600 kWh/m<sup>2</sup>. Prozasklené ploché kolektory jsou nejrozšířenějším systémem v

Evropské unii a používají se především pro přípravu teplé vody a podporu vytápění. Prosklené ploché kolektory se skládají z absorberu, hydraulického systému a izolace. Absorbér je navíc izolován od vnějšího vzduchu zasklením.

### **VAKUOVÉ ELEKTRONKOVÉ KOLEKTORY**

Cena evakuovaných trubcových kolektorů je přibližně třikrát vyšší za  $m^2$  než nezasklených plochých kolektorů. Roční energetický výnos je 450–650 kWh/ $m^2$ . Evakuované trubcové kolektory jsou určeny pro zvláště vysoké provozní teploty, ale lze je použít i pro přípravu teplé vody a podporu vytápění prostor. Absorbér a hydraulický systém jsou vedeny ve skleněných trubkách, v nichž je vytvořeno vakuum. Vakuum se vyznačuje velmi vysokým izolačním účinkem. Do architektury jsou integrovány také vakuové trubcové sběrače. Tato doplňková funkce vytváří přidanou hodnotu, například při použití jako parapet nebo stínící prvek.

### **SBĚRAČE VZDUCHU**

Na rozdíl od již zmíněných typů kolektorů neohřívají vzduchové kolektory vodu, ale vzduch, který systémem proudí. Vzhledem k nižší tepelné kapacitě vzduchu ve srovnání s vodou jsou vzduchové kolektory obvykle méně vhodné pro vytápění prostor nebo ohřev vody. Možnosti využití vzduchových kolektorů jsou především při sušení zemědělských produktů. Teplý vzduch suší ovoce, bylinky, seno, dřevěné třísky a mnoho dalšího.

## **Možnosti instalace solárního systému**

Kolektory solárního systému jsou obvykle namontovány na střeše. Pro šikmé střechy existují dvě možnosti: levnější a běžnější instalace na střeše, kdy jsou kolektory namontovány na střeše ve vzdálenosti 5–15 cm od povrchu střechy, nebo složitější, ale obvykle vizuálně harmoničtější instalace ve střeše, kdy jsou kolektory integrovány do střechy a nahrazují části střešní krytiny. Pokud je k dispozici plochá střecha, musí být kolektory vyvýšené. To umožňuje optimální sklon a vyrovnání, je však třeba dbát na to, aby se kolektory navzájem nestínily. Totéž platí pro volně stojící kolektory používané pro dálkové vytápění nebo větší průmyslové závody.

U budov je možné kolektory namontovat také na fasádu; kolektory jsou zde integrovány vertikálně do fasády, a to buď se zadním větráním, nebo bez něj.

## Náklady a výhody solárního systému

Pokud je solární tepelný systém instalován pro ohřev teplé vody a/nebo vytápění budov, je nutné jej naplánovat v závislosti na poptávce a profesionalitě. V zimních a letních měsících je rozdíl ve výtěžnosti energie. Systém je navržen tak, aby bylo dosaženo optimálního využití solární energie v zimních i letních dnech. Je důležité najít vhodný kompromis mezi investičními náklady na solární systém a úsporou konvenční energie.

Průměrná tříčlenná domácnost spotřebuje za rok přibližně 3 400 kWh na přípravu teplé vody. Za předpokladu průměrného solárního systému o ploše 6 m<sup>2</sup> s výkonem 400 kWh na m<sup>2</sup> a rok to znamená, že se ročně vyrobí 2 400 kWh. To odpovídá přibližně 70 % průměrné spotřeby teplé vody tříčlenné rodiny.

U typického solárního systému pro ohřev vody (plocha kolektoru 6 m<sup>2</sup>, solární zásobník 300 litrů) se náklady pohybují kolem 3 800 eur za solární soupravu, 500 eur za další materiál a 1 500 eur za instalaci. Solární systém pro ohřev vody a vytápění (15 m<sup>2</sup> plochy kolektoru, 1 000 litrů solárního zásobníku) stojí přibližně 8 100 eur za solární sestavu, 800 eur za další materiál a 2 700 eur za instalaci. Přesné náklady se však v jednotlivých systémech liší.

## Další aplikace

### **PROCESNÍ TEPLLO**

Velkoplošné solární termické systémy mohou vyrábět významný podíl tepla potřebného pro průmyslové procesy. V oblastech nízkých a středních teplot jsou velkoplošné solární elektrárny prakticky univerzální a již nyní pomáhají mnoha podnikům šetřit peníze a emise CO<sub>2</sub>.

### **VZDÁLENÉ VYTÁPĚNÍ**

Velká solární zařízení mohou významně přispět k zásobování teplem měst a obcí všech velikostí. Při výrobních nákladech ve výši 4 až 6 centů za kWh, je solární vytápění obecně levnější než vytápění olejem a plynem.

## Výnosy solárního systému

Podle tržních statistik bylo v Rakousku na konci roku 2019 v provozu 5 milionů m<sup>2</sup> termických solárních kolektorů, což odpovídá instalovanému výkonu přibližně 3,5 GWth. Výnos užitečného tepla těchto systémů činil 2 081 GWh. Tím se ročně ušetří 353 713 tun emisí CO<sub>2</sub>.

Pro optimální výnos je kolektor orientován přesně na jih. Odchyly až 45 stupňů směrem na jihovýchod nebo jihozápad jsou však možné bez větších tepelných ztrát. Výtěžnost a potřebná plocha kolektoru závisí také na orientaci. Čím je kolektor vzdálenější od jihu, tím větší plocha je potřeba pro stejný energetický výnos.

Většina solárních systémů se instaluje pod sklonem 30 až 45 stupňů. Ideální sklon však závisí na způsobu použití a umístění instalace. Kolektory pro ohřev bazénu se instalují ve sklonu 0 až 30 stupňů, kolektory pro ohřev vody ve sklonu 25 až 55 stupňů, kolektory pro podporu vytápění prostor ve sklonu 50 až 70 stupňů (vhodné pro zachycení zimního slunce) a fasádní kolektory ve sklonu 90 stupňů. Pro zajištění maximálních výnosů se doporučuje plánování zkušenou instalační firmou s cílem vytvořit výnosy pro okamžité použití v období s největším zářením a uskladnit výnosy, které nelze použít okamžitě, na dny s menším zářením.

## Energetická doba návratu

Solární systémy vytápění mají velmi krátkou dobu návratnosti energie (amortizace). Přibližně za rok vyrobily stejné množství energie, jaké bylo potřeba na jejich výrobu.

## Životnost

Podle mezinárodní dohody v rámci programu IEA (Mezinárodní energetická agentura) SHC (Solar Heating and Cooling Programme) se předpokládá statistická životnost solárních systémů 25 let. V praxi však systémy obvykle pracují mnohem déle.



Obrázek 37: Střešní kolektory na rodinném domě

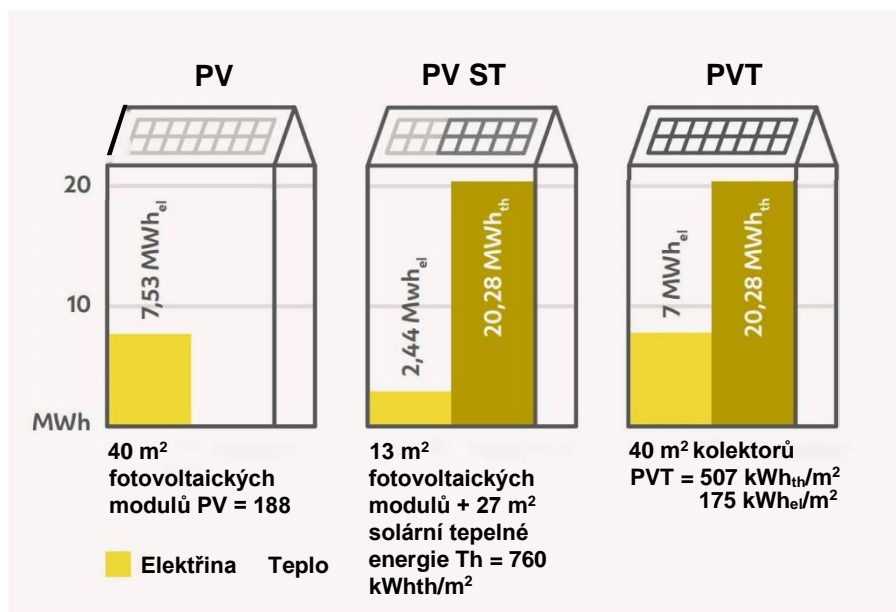


Obrázek 38: Střešní kolektory

## 2.3 Hybridní sběrače

Hybridní kolektory kombinují solární tepelnou a fotovoltaickou technologii v rámci jedné komponenty a vyrábějí současně elektřinu a teplo. S hybridními kolektory Stejně jako v případě tepelného kolektoru jsou na zadní straně fotovoltaického modulu připevněny tepelné cívky, které odvádějí teplo do vyrovnávací nádrže. Když sluneční záření dopadá na fotovoltaický modul, přeměňuje se na elektřinu jen částečně. Velká část se stává teplem, které v čistých fotovoltaických modulech zůstává nevyužito.

Fotovoltaické termické (PVT) solární kolektory nebo hybridní kolektory umožňují využít toto teplo tím, že ho odvádějí a shromažďují v akumulaciční nádrži. To má za následek, že se fotovoltaické články tolik nezahřívají a zvyšuje se jejich výtěžnost (účinnost fotovoltaického modulu je nejvyšší při teplotě kolem 25 °C). Při zvýšení teploty ztrácí fotovoltaický modul přibližně 0,5 % své účinnosti na stupeň. Díky tomuto synergickému efektu mají kolektory PVT vysokou plošnou účinnost, tj. vyrábějí elektřinu a teplo na stejné ploše. Níže uvedený graf ukazuje srovnání. Životnost kolektorů PVT je díky podobné konstrukci srovnatelná s životností fotovoltaických modulů a solárních kolektorů.



Obrázek 39: Srovnání ročního energetického zisku mezi fotovoltaickými, solárními tepelnými a hybridními kolektory

## 2.4 Ekologizace budov, součást zelené infrastruktury

Nepříznivý vývoj mikroklimatu ve městě můžeme my lidé pocítit na vlastním těle. V posledních letech vedly časté vlny veder ke zvýšené úmrtnosti zranitelných skupin obyvatelstva, zejména v případě starších osob a dětí s omezenou pohyblivostí. Mezitím se v Rakousku hovoří o více úmrtích v důsledku horka než v důsledku dopravních nehod. Tento vývoj je mimo jiné způsoben intenzifikací skladování a uzavřenými plochami v kombinaci s nedostatečnou leteckou dopravou. Rozdíl teplot způsobený rostoucími uzavřenými sídlišti ve městě a v jeho okolí je popsán ve Strategickém plánu městských tepelných ostrovů města Vídně. Strategické využívání zeleně je v této souvislosti považováno za účinné opatření pro přizpůsobení se změně klimatu.

V městských oblastech s vysokou hustotou zástavby je ozelenění budov důležitou součástí zelené infrastruktury celého města, zlepšuje panorama města a využívá cenné zbytkové plochy. Následující kapitola je věnována ozelenění střech a následně fasád.

### Jaký je dopad ekologizace na životní prostředí?

Zelená infrastruktura ve městě je cenným přínosem v mnoha oblastech perspektivního rozvoje měst v nových i stávajících budovách<sup>2</sup>.

#### **EKOLOGICKÁ KLIMATIZACE PRO VENKOVNÍ POUŽITÍ**

Na rozdíl od uzavřených stavebních metod, jako jsou asfaltové, betonové, skleněné a minerální povrchy, fungují zelené povrchy jako aktivní chladicí infrastruktura. Povrchy listů se mohou jen stěží zahřát nad teplotu vzduchu, na rozdíl od nezelených povrchů, které mají v letních dnech povrchovou teplotu již přes 70 stupňů Celsia. Zeleň má na povrchu také stínící funkci. Odpařování vody skrze listy a substráty ochlazuje okolní vzduch a způsobuje jeho klesání. Když se tento vzduch nad ulicí opět ohřeje, stoupá vzhůru a cyklus začíná znovu.

Toto „latentní“ teplo není citelné, ale v procesu kondenzace se mění na teplo citelné. Zeleň také v noci odpařuje chlad. Tím se daří udržovat prostředí v budově chladnější.

#### **ZADRŽOVÁNÍ DEŠŤOVÉ VODY**

Rozsáhlé zelené střechy mohou v rámci systému hospodaření s dešťovou vodou zadržet až 90 % celkových ročních srážek. Speciální konstrukční formy a intenzivní zelené střechy umožňují dokonce 100 % zadržení dešťové vody a

<sup>2</sup>Pfoser N. et al. (2013): Gebäude, Begrünung und Energie: Potenziale und Wechselwirkung. Mezioborový návod jako pomůcka pro plánování využití energetického, klimatického a konstrukčního potenciálu. a také o vzájemném působení budov, ekologizace budov a prostředí budov.

jsou navrženy tak, aby účinně zadržovaly i přívalové srážky. Dešťová voda se používá k zásobování rostlin, je skladována a využívána nebo se vypařuje. Odtok a zadržování dešťových srážek během přívalových dešťů jsou na zelených střechách rozloženy a jsou mnohem účinnější než na běžných střechách, což snižuje zatížení kanalizačního systému. Pomocí inovativních řešení nabízejí zelené střechy a fasády také možnosti využití zelené vody. Zelené střechy přebírají funkci filtru vody, která může být v domě znovu použita například na splachování toalet.







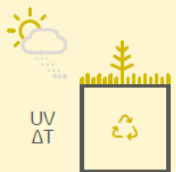
### **BLAHOBYT A BIOLOGICKÁ ROZMANITOST**

Kromě tepelného komfortu, čištění vzduchu a ochrany před hlukem podporují zelené budovy také pohodu lidí a vytvářejí zdravější a příjemnější prostředí pro život. Zvyšuje se produktivita, spokojenost a rekreační faktor ve městě, a dokonce se snižuje počet dnů pracovní neschopnosti.

Důležitou úlohou ekologizace je také zachování a posílení biologické rozmanitosti a druhové rozmanitosti. Zelené střechy a fasády poskytují cenné biotopy v bezpečné vzdálenosti od pesticidů a herbicidů používaných v zemědělství. V rámci koncepce městské ekologie se ohrožené druhy, jako jsou divoké včely, motýli a ptáci mají k dispozici rozmanité struktury stanovišť.



Obrázek 40: Přínosy ekologizace budov na městské úrovni

Požadavek	Teplota	Světlo	Ventilace	
Opatření	 Adiabatické chlazení	 Zadržování tepla, vyrovnávací efekt	 Vnější ochrana proti slunci	 Předběžná klimatizace přirozené/fízené větrání
Efekt ekologizace budov	+ Zamezení ohřívání povrchů budov/interiéru /absorbérů prostřednictvím stínění/odpařování rostlin.	+ Snížení tepelných ztrát obálky budovy + Nižší zatížení větrem	+ Ochrana proti oslnění prostřednictvím stínění + Převzetí funkce technických systémů + Průsvitné v závislosti na rostlině	+ Čištění vzduchu + Zvlhčování vzduchu + Chlazení přiváděného vzduchu v létě
Zisk z úspor	Úspora nákladů na chlazení	Snížení přenosu tepla	Snížení spotřeby primární energie, úspora nákladů na údržbu technických systémů	Podpora/vynechání klimatizačních jednotek
Požadavek	Elektrická energie	Voda	Posouzení životního cyklu materiálu	
Opatření	 Ekologická energie	 Využívání a čištění zelené vody	 Uhlíková stopa	
Efekt ekologizace budov	+ Zvyšování účinnosti technických systémů + Podpora aktivní a pasivní výroby energie	+ Úspora pitné vody + Chladicí účinek + Filtrace znečišťujících látek + designový prvek	+ Úspora pitné vody + Chladicí účinek + Filtrace znečišťujících látek + Designový prvek / prodloužení životnosti	
Zisk z úspor	Zvýšení výkonu fotovoltaiky, úspora energie na chlazení, výroba biomasy	Úspory závislé na systému	Úspora fasádních a střešních materiálů Prodloužení životnosti	

Obrázek 41: Výhody ekologizace budov na úrovni budov



## VÝHODY NA ÚROVNI BUDOV

Zeleň však přináší výhody nejen na úrovni města a společnosti, ale také na úrovni jednotlivých nemovitostí:

Ozelenění má pozitivní vliv na teplotní bilanci povrchů budov a jejich okolí. Synergie jsou využívány v oblastech přirozeného větrání, výroby energie, efektivního využívání vody, stínění a trvanlivosti materiálů. K prodloužení životního cyklu ekologické budovy přispívá zejména fyzická ochrana materiálu prostřednictvím funkce teplotního nárazníku při extrémních povětrnostních podmínkách.

Zeleň poskytuje přirozenou ochranu před slunečním zářením, krupobitím a deštěm. Současně se zvyšuje hodnota nemovitosti. Ukládáním CO<sub>2</sub>, produkcí kyslíku, vázáním jemného prachu a snížením energetické náročnosti se zlepšuje materiálová a ekologická bilance.

Adiabatické chlazení (zamezení ohřevu stíněním a odpařovacím chlazením) a izolační vlastnosti snižují provozní náklady na vytápění a chlazení. Pokud jde o zimní tepelnou ochranu, měření fasády ozeleněné břečťanem ukázalo rozdíl teplot mezi vnějšími listy a povrchem stěny 3 stupně Celsia.<sup>3</sup> Efektivní využití zeleně jako přirozeného stínícího prvku snižuje potřebu primární energie; navíc jsou náklady na údržbu při efektivním plánování a údržbě nižší než při čistě technickém vnějším stínění. V zimě letní zelené rostliny ztrácejí listy a je umožněno sluneční záření. Zlepšení mikroklimatu v okolí budovy zajišťuje přirozenou předkondenzaci vzduchu, což opět umožňuje přirozené větrání a může minimalizovat používání klimatizačních systémů.

Vzhledem ke zvýšené spotřebě energie v odvětví stavebnictví a budoucím výzvám v důsledku změny klimatu, která povede k dalšímu nárůstu spotřeby energie, existuje řada prioritních přístupů. V první řadě je třeba řešit chování uživatelů prostřednictvím vzdělávání. Současně je třeba snížit spotřebu energie podporou pasivních strategií, včetně izolace a zastínění budovy. budovy, ale také aktivní ochlazování prostředím prostřednictvím zeleně, která umožňuje přirozené větrání. Kromě toho dochází k zavádění aktivních strategií na základě poptávky, jako je decentralizovaná výroba energie z obnovitelných zdrojů, která je navíc podporována ekologizací budov. Vhodnou kombinací s fotovoltaikou a/nebo solární tepelnou energií se zvýší účinnost solární technologie a zároveň se cenným způsobem přispěje k zachování a zvýšení biologické rozmanitosti vytvořením biotopů.

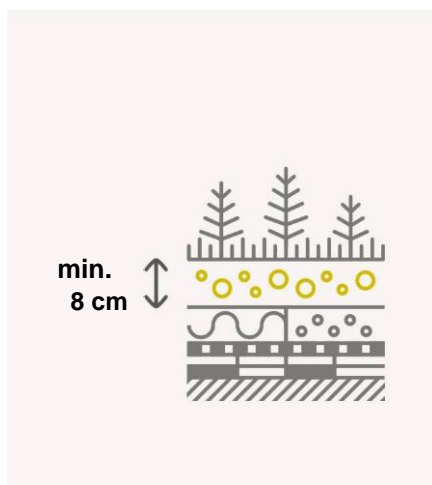
<sup>3</sup> Bartfelder, F. a Köhler, M. Experimentelle Untersuchungen zur Funktion von Fassadenbegrünungen, Berlin (Experimentální výzkumy funkce ekologizace fasád): PhD Technische Universität Berlin (Technická univerzita v Berlíně), 1987.

## Zelená střecha

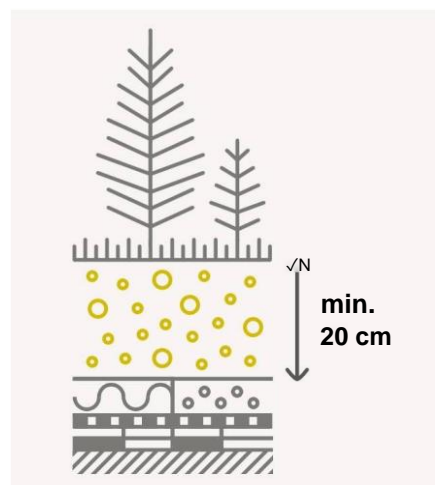
### Jaké jsou typy zelených střech?

Existují dva základní typy zelených střech: extenzivní a intenzivní. Ty jsou podrobně popsány v pokynech pro zelené střechy města Vídně (2020) a v normě ÖNORM L 1131 (2010) pro zelené střechy. Jejich požadavky jsou v něm upraveny až po certifikaci vrstev a celkových konstrukcí. Zelené střechy se liší konstrukční výškou, hmotností, funkcí a použitými rostlinnými společenstvy. Ozelenit lze ploché i šikmé střechy. Kromě toho se rozlišuje mezi jednovrstevnými a vícevrstevnými konstrukčními formami. V závislosti na cíli ozelenění se používají také hybridní formy částečného ozelenění, stanovištní struktury a kombinace různých výšek konstrukcí a forem využití. V případě intenzivních zelených střech je nutné zajistit napojení na vodu, u extenzivních zelených střech se toto napojení doporučuje. U každé zelené střechy je třeba zajistit údržbu a rozvoj zelené střechy až do doby, kdy je připravena k předání, a také průběžnou údržbu.

Extenzivní zelené střechy začínají na celkové výšce konstrukce 8 cm a mají nízkou hmotnost. Vegetaci určují nízko rostoucí druhy rostlin, jako jsou sukulenty, mechy, byliny a trávy. Rozsáhlé zelené střechy nevyžadují velkou údržbu. Vzhledem k tomu, že zelené střechy obvykle nejsou využívány lidmi, poskytují cenné prostředí pro rostliny a živočichy. Hmotnost povrchu je 80 až 150 kg/m<sup>2</sup>. Tento typ zelené střechy lze snadno kombinovat se solárními systémy (viz kapitola 3).



Obrázek 42: Intenzivní zelená střecha – struktura



Obrázek 43: Extenzivní zelená střecha – struktura

Intenzivní zelené střechy začínají na celkové výšce konstrukce 20 cm, a proto mají vyšší hmotnost. V závislosti na výšce konstrukce lze použít širokou škálu rostlinných druhů včetně stromů, které vyžadují výšku substrátu nejméně 80 cm a musí být zajištěny proti zatížení větrem. Intenzivní zelená střecha může převzít všechny funkce zahrady, dokonce i parku. Proto je třeba ji udržovat a zásobovat vodou. Jsou zde integrovány různé formy využití, například rekreace, komunitní „zahradničení“, sport nebo pěstování zeleniny. Hmotnost na jednotku plochy je 300 až 1 000 kg/m<sup>2</sup>. Tento typ zelené střechy lze kombinovat se solárními systémy v podobě konstrukce pergoly (viz kapitola 3).



Obrázek 44: Rozsáhlá zelená střecha, Dresdner StraÙe



Obrázek 45: Intenzivní ozelenění střechy, FavoritenstraÙe

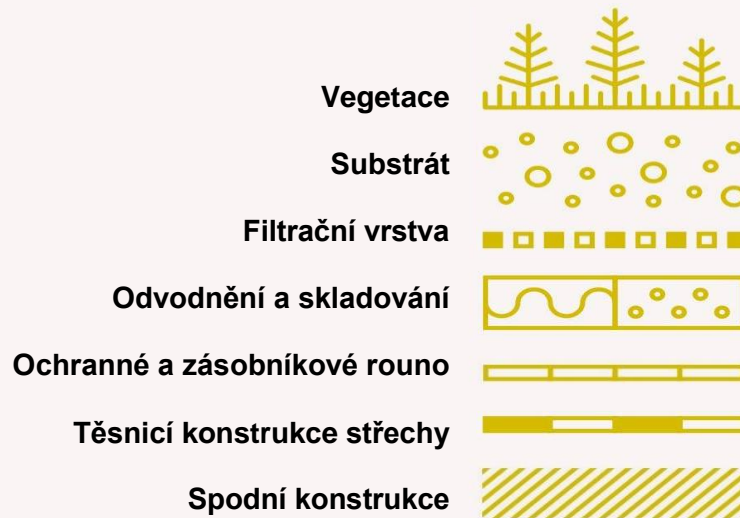
## Součásti zelené střechy

### VEGETACE

Vegetační společenstvo se pohybuje od půdopokryvných sukulentů po keře a stromy v závislosti na výšce konstrukce a dostupném prostoru pro kořeny a péči o zelenou střechu. Ozelenění je možné pomocí výsevu klíčků, rostlin v květináčích a kořenových balů až po předem připravené koberce a hotové trávníky.

### PODKLADOVÁ VRSTVA SUBSTRÁTU/VEGETACE

Substrát poskytuje rostlinám prostor pro kořeny a slouží k uchování vody a živin. Standardizované substráty se skládají z minerálních sypkých materiálů s otevřenými póry, jako je tvrdý jíl, keramzit, keramzitová břídllice nebo recyklovaná cihlová dř, které jsou smíchány s různým podílem organické hmoty (např. kompostu s ověřenou kvalitou). Podíl organické hmoty je nízký u extenzivních zelených střech a vysoký u intenzivních zelených střech. ÖNORM L 1131 podrobně upravuje všechny požadavky na substráty (skladovací stabilita, obsah živin, kapacita pórového vzduchu, kapacita pro akumulaci vody, drenážní účinek, jemné frakce atd.).



Obrázek 46: Zelená střecha – vzorová konstrukce

#### VRSTVA FILTRU

Filtrační vrstva odděluje vegetační vrstvu od drenážní a zásobní vrstvy. Tím se zabrání zanášení drenážní vrstvy jemnými částicemi vyplavovanými z vegetační vrstvy. Kromě toho se ve vegetačním substrátu zachovávají cenné jemné kořeny. Skládá se z prokořitelného a vodopropustného rouna/geotextilie, které si musí zachovat své paropropustné vlastnosti po celá desetiletí.

#### DRENÁŽNÍ A AKUMULAČNÍ VRSTVA

Drenážní a akumulační vrstva slouží na jedné straně k řízenému odvádění přivalových dešťů a na druhé straně k akumulaci a zadržování dešťové vody. Skládá se buď z minerálních (recyklovaných) sypkých materiálů, nebo z prefabrikovaných pevných drenážních vrstev z plastů nebo jiných směsí s funkcí akumulace vody nebo bez ní.

#### OCHRANNÁ VRSTVA

Ochrannou vrstvu tvoří rouno/geotextilie, jejíž funkce je definována podle normy ÖNORM L 1131. Chrání hydroizolaci střechy před poškozením během výstavby i po ní.

## OCHRANA KOŘENŮ

Pokud samotná hydroizolace střechy není odolná proti prorůstání kořenů, je nutná dodatečná ochrana proti prorůstání kořenů. Ochrana proti prorůstání kořenů se obvykle provádí mechanicky pomocí vrstev fólie.

## TĚSNĚNÍ STŘECHY

Hydroizolace střechy musí být vždy provedena v souladu s normami a musí být odolná proti kořenům. Používají se buď asfaltové pásy s kořenovou bariérou, nebo vícevrstvé fólie. Vídeňská směrnice pro financování ozelenění střešů vyžaduje hydroizolaci střešů bez azbestu a PVC. V systémech a materiálech se nesmí používat střešní hydroizolační fólie s inhibitory prorůstání kořenů nebo biocidy podle definice v nařízení (EU) č. 528/2012 o biocidech. Odolnost výrobků proti kořenům musí být testována podle pokynů FLL. Asociace pro strukturální ozelenění každoročně zveřejňuje aktualizovaný seznam membrán odolných proti kořenům pro Rakousko.

## Zelené střešní konstrukce

Následující formy střešních konstrukcí (bez ohledu na jejich sklon) jsou ekologické:

Studená střecha – větraná dvouplášťová konstrukce, jejíž horní plášť je nosný, jednoplášťová konstrukce bez tepelné izolace.

Teplá střecha – jednoplášťová konstrukce s tepelnou izolací pod hydroizolací

Obrácená střecha – jednoplášťová konstrukce s tepelnou izolací nad hydroizolací\*.

Střecha Plus – teplá střecha s dodatečnou obrácenou izolací nad hydroizolací (s níž je třeba zacházet jako s obrácenou střešou).

V zásadě lze ozelenit všechny sklony střešů. Střešy se sklonem od 1,8 % (sklon 1 stupeň) do 58 % (sklon 30 stupňů) lze podle norem ozelenit. Od sklonu 9 % je třeba přijmout opatření, jako jsou protiskluzová nebo protismyková zařízení, aby se zabránilo sklouznutí kořenové ochrany a hydroizolace, a od sklonu 26 % je třeba přijmout opatření, aby se zabránilo sklouznutí celé konstrukce (viz kapitola 5.5.). plánovací pomůcky a nástroje z různých odborných oblastí). Zelené střešy mimo tento rozsah sklonů jsou považovány za speciální konstrukce a vyžadují odborné plánování a výstavbu. <sup>4</sup>

Upozornění: U obrácených střešů je třeba zajistit akumulaci vody a paropropustnost nosné konstrukce. Výsledkem je jiný typ vrstevnaté struktury. Obrácené střešy se vždy skládají z několika vrstev.

<sup>4</sup>ÖNORM L 1131, Zahradní a krajinná úpravy – Zelené střešy a stropy na stavbách – Požadavky na plánování, provádění a údržbu

Obrázek 47: Biodiverzitní střecha, Továrna na rakve



## Možnosti využití zelených střech

### **PLOCHÉ STŘECHY NA NOVOSTAVBÁCH**

Zelené střechy lze využít zejména u vícepodlažních obytných budov a velkých průmyslových objektů. V zásadě lze ozelenit každou plochou střechu a umožnit její rozmanité využití. Město Vídeň předepisuje ozelenění plochých střech v územním plánu a plánu rozvoje. Viz obsah územních plánů § 5 odst. 4 k. <sup>5</sup>

<sup>5</sup> <https://www.wien.gv.at/recht/landesrecht-wien/rechtsvorschriften/html/b0200000.htm>

### **PLOCHÉ STŘECHY NA STÁVAJÍCÍCH BUDOVÁCH**

Při renovaci ploché střechy je vždy třeba zvážit použití zelené střechy. Zejména stávající štěrkové střechy mají velký potenciál, protože předpoklady zatížení pro extenzivní zelené střechy jsou obvykle dostatečně dimenzovány. Ve Vídni je to částečně specifikováno pro jednotlivé oblasti.

### **RETENČNÍ STŘECHY – ZVLÁŠTNÍ FORMA PLOCHÉ STŘECHY**

Retenční střechy zadržují velké množství odtoku, které vzniká při přívalových srážkách, a odlehčují kanalizaci. Mezitím je možné pomocí škrticího systému zajistit řízený rozjezd. V budoucnu se zvýší  
Střechy se stupněm O se očekávají, protože umožňují lepší hospodaření s dešťovou vodou a příznivě ovlivňují mikroklima.

### **ŠIKMÉ STŘECHY**

Extenzivní zelené střechy jsou možné i na šikmých střechách (do 30 stupňů podle norem), přičemž ochrana proti skluzu nebo smyku je nutná od sklonu 9 stupňů.

## STŘECHY S BIOLOGICKOU ROZMANITOSTÍ

Variantou extenzivních až polointenzivních zelených střech jsou střechy blízké přírodě. Ty jsou určeny pro stanoviště a druhovou rozmanitost a obsahují různé struktury (substráty, mrtvé dřevo, kameny, hnízdní pomůcky, dočasné vodní plochy atd.). Následná modernizace stávajících zelených střech je také možná.

## Ozelenění fasády

### Zelené fasády

V závislosti na zvoleném cíli ozelenění musí fasády splňovat různé požadavky. Různé typy fasád omezují možnosti použití ozelenění fasád a jsou rozhodující pro výběr systémů ozelenění fasád u nových i stávajících budov.

Tyto tři typy fasád jsou v Rakousku nejčastěji zobrazovány a ozeleněny:

1. Tepelněizolační kompozitní systémy vnějších stěn (ETICS)
2. Plná stěna (zdivo, betonová stěna)
3. Zadní větrané fasády se závěsem (VHF)

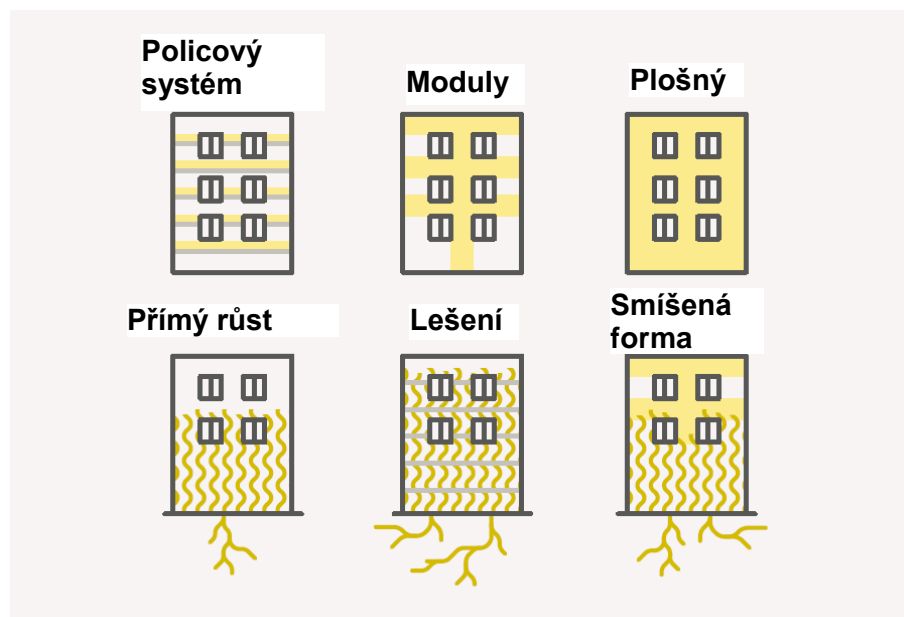
Zejména v případě rekonstrukcí stávajících budov by měl ozelenění vždy zkontrolovat odborník, protože kromě statických požadavků existují podklady, které ozelenění umožňují jen obtížně nebo vůbec (např. velmi písčité nebo odrazivé povrchy).

### Jaké jsou typy ozelenění fasád?

Ozelenění fasád má různé formy provedení, jejichž požadavky jsou upraveny ve směrnici města Vídně pro ozelenění fasád (2020) a v normě ÖNORM L1136 (2021), včetně certifikace. Liší se strukturou systému, hmotností, funkcí a použitými vegetačními společenstvy. V zásadě se rozlišuje ozelenění na zemi s popínavými rostlinami, smíšené formy s koryty a ozelenění na stěnách. Existují rozdíly mezi zelení s popínavými rostlinami a živými stěnami, které jsou osázeny trvalkami, travinami a bylinami. U každé ozeleněné fasády je třeba zajistit péči o růst a vývoj až do stavu připraveného k předání a průběžnou údržbu.

## Součásti ozelenění fasády

Komponenty se liší v závislosti na systému ozelenění fasády, který je na dané fasádě možný nebo je pro ozelenění vhodný vzhledem k cíli. Rozlišují se rostliny, substráty nebo náhražky substrátů, nosiče vegetace, zásobovací technologie atd. Jednotlivé komponenty se liší v závislosti na systému ozelenění fasády.



Obrázek 48: Formy ozelenění fasád

## Pozemní ozelenění

Pokud je k dispozici dostatečný prostor pro kořeny nebo jej lze vytvořit v sousedství ozeleněné fasády, je ozelenění vázané na půdu obvykle nejchudší formou. Proto je třeba zkontrolovat podloží a v případě potřeby provést opatření na zlepšení půdy. Pravidelný přísun vody prostřednictvím dešťové vody nebo zavlažovacího systému je nezbytný.

Musí být zajištěn potřebný prostor pro kořeny. Rozměr potřebného kořenového prostoru závisí na cíli ozelenění, druhu popínavé rostliny a výšce vegetace, které má být dosaženo.

Doporučuje se minimální hloubka 60 cm a minimální objem 1 m<sup>3</sup> na rostlinu.

Mezi popínavé rostliny patří samopnoucí popínavé rostliny, jako je divoká liána, a popínavé rostliny s lešením, které potřebují ke šplhání pomoc.

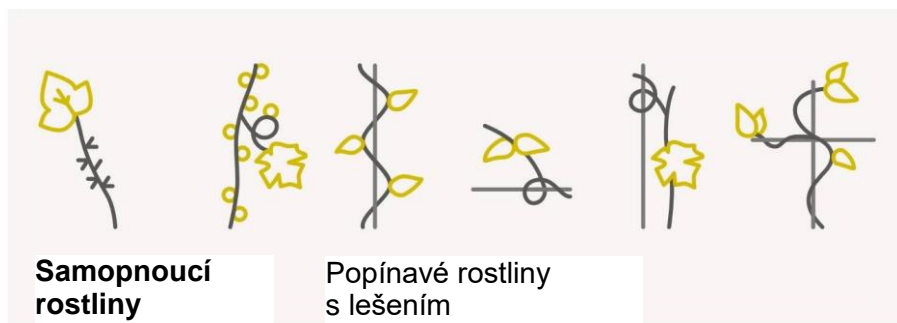


V závislosti na popínavých vlastnostech a přítomnosti adhezivních orgánů se používají různé lezecké pomůcky. V Rakousku se vyskytuje více než 20 různých druhů popínavých rostlin, z nichž některé mohou dorůstat výšky až 30 m.



Obrázek 49: Pozemní ozelenění fasády, Kandlgasse

Jako lezecké pomůcky se používají různé systémy, od lan přes sítě až po hrazdy. Důležité je zajistit, aby byly upevněny tak, aby co nejméně pronikaly, aby měly potřebnou statiku a aby byly v souladu s příslušnými popínavými vlastnostmi rostlin (popínavé a ovíjecí se rostliny, výhonové úponky atd.). Tímto způsobem lze zajistit optimální vzhled zeleně. Zelená



Obrázek 50: Popínavé druhy rostlin podle strategie popínavosti

Rostlinné závěsy mohou sloužit také jako vnější stínění. Výpočet statiky vychází z příslušné výsadby (hmotnost, stoupací vlastnosti), intervalů údržby a dalších očekávaných zatížení (např. sníh, vítr).

## Ozelenění vázané na koryto

Pokud není k dispozici zemní spojení nebo není možné dosáhnout maximální výšky zeleně příslušného druhu rostlin přímou výsadbou, vytvoří se na fasádě prostor pro kořeny. Ve většině případů se používají žlaby, které jsou vhodné pro trvalé použití (např. vláknocement, kamenná vlákna, vysokopevnostní beton, kov atd.) a jsou považovány za recyklovatelné. Musí být dodrženy příslušné požadavky na kvalitu materiálu. Technické požadavky jsou mimo jiné: Odolnost proti mrazu, UV záření a ohni, stabilita proti mechanickým nárazům zvenčí a vandalismu. Kromě toho je třeba dbát na ekologická kritéria (např. regionální produkce, krátké dopravní trasy atd.).

Nádoby pro ozelenění fasád kladou podobné nároky na životnost a strukturální stabilitu substrátu jako zelené střechy. Proto se vždy vytvářejí ve vrstvách. Akumulace vody v korytě pomáhá šetřit vodou a umožňuje cílený přísun vody.



Obrázek 51: Ozelenění fasády vázané na žlab, Zedlitzhalle



Obrázek 52: Montáž na stěnu  
Ozelenění fasády, MA 48

## Zeleň vázaná na stěnu

Zeleň na stěně je navržena výhradně jako závěsová stěna a zadní větraná fasáda. Vodonosné úrovně jsou od budovy odděleny. Vždy mají automatické zavlažování a zásobování živinami podle potřeby a nabízejí širokou škálu vizuálního designu. Spektrum výsadby sahá od intenzivních okrasných kvetoucích keřů až po extenzivní, druhově bohaté květinové louky. Kromě toho tato forma ozelenění fasády obvykle přebírá také funkci zateplení budovy a ochrany fasády. Poskytuje zvýšený mikroklimatický výkon díky odpařovací schopnosti rostlin a vegetačního tělesa.

Od určité velikosti je vhodné používat senzory a samočinné se řídicí systémy pro přesné zásobování vodou a živinami podle potřeby. Řídicí systémy vyžadují bezmrazou technickou místnost a musí být přístupné pro účely údržby.

## Možnosti využití ozelenění fasád

Ozelenění fasád lze v zásadě použít na velkých plochách téměř všech typů fasád stávajících i nových budov. Zkoumání příslušných základních podmínek pomáhá včas identifikovat potenciály, jako je náhrada vnějšího technického stínění, energetická optimalizace nebo také omezení, jako je požární ochrana.

V případě samopnoucích popínavých rostlin na stávající fasádě je třeba nejprve zajistit, aby byla fasáda neporušená. Pokud není žádoucí, aby se samopnoucí šplhavci šířili na sousední budovy, krovy nebo okna, lze jejich růstu zabránit oddělovacím pásem. Existují již první výrobci systému ETICS, kteří považují ekologizaci svého systému v nových budovách za žádoucí a uvádějí jeho vhodnost v tomto ohledu. Popínavé druhy rostlin s výhonky propouštějícími světlo (např. břečťan) je třeba ošetřit zvlášť. Mohou růst pod větranými stěnami nebo okenními parapety a rozbít je. To platí i pro lešenářské šplhací plošiny s odpovídajícími vlastnostmi. Opatrnosti je třeba zejména v případě, že na fasádě jsou již umístěna vnější technická stínicí zařízení, která mohou být zarostlá.

Orientace fasády má vliv na ozelenění. Východní a západní fasády mají mnohem mírnější podmínky než severní a jižní fasády. Na severu se rostliny musí vypořádat s menším množstvím slunečního záření. Naproti tomu rostliny na jižní fasádě jsou vystaveny horku a suchu a mají odpovídající vyšší potřebu vody. Pro každou orientaci oblohy i pro každý cíl ozelenění existují vhodné varianty ozelenění (viz kapitola 3). Ty musí být předem vypracovány v rámci odborného plánování a realizovány a udržovány profesionálními firmami. Dílčí konstrukce a systémové prvky ozelenění fasády musí být přizpůsobeny variantě ozelenění.

## Náklady na ekologizaci budov

Skutečné náklady na výstavbu a údržbu jsou velmi závislé na velikosti projektu, výběru materiálů, existujících elektrických a vodovodních přípojkách a potřebném vybavení v závislosti na dostupnosti, jako je použití zvedacích plošin, použití průmyslových horolezeckých plošin nebo zabudovaných zařízení pro údržbu. Kromě toho jsou zde náklady na projektování (přibližná hodnota: 5–15 % nákladů na stavbu).

## NÁKLADY NA ZELENÉ STŘECHY (NORMA L 1131 ASI 2010)

Výroba extenzivní zelené střechy (od 8 cm)	25 až 50 eur/m <sup>2</sup>
Výroba intenzivní zelené střechy (od 12–30 cm)	50 až 100 eur/m <sup>2</sup>
Výroba solární zelené střechy/zelené střechy PV (konstrukce zelené střechy a solární fasáda bez modulů)	od 65 Euro/m <sup>2</sup>
Péče a údržba extenzivních a intenzivních zelených střech odborným personálem	v závislosti na námaze 55 až 100 Euro/h

Tabulka 1: Orientační ceny za výrobu zelené pro budovy v souladu s ÖNORM specializovanými firmami bez DPH (od roku 2019)

Jedná se o orientační ceny na základě projektů o rozloze 1 000 m<sup>2</sup>. Šikmé zelené střechy vyžadují v závislosti na sklonu opatření pro zajištění proti smyku.

Údržba extenzivních zelených střech, pokud je prováděna podle normy, má četnost a rozsah údržby šterkové střechy. Podle normy je třeba rozlišovat mezi péčí o růst a vývoj a udržovací péčí. Údržba intenzivních zelených střech závisí na kvalitním plánování.

## NÁKLADY NA OZELENĚNÍ FASÁD (NORMA L 1136)

V případě popínavé zeleně závisí cena na tom, zda je pro instalaci nutné postavit další lešení a zda je nutné/žádoucí postavit lešení, provést instalační práce atd.. Náklady na údržbu ozeleněných fasád závisí na kvalitním plánování.

Vytváření zeleně na fasádě* (popínavé rostliny s/bez mříží)	50 až 500 Euro bez DPH /m <sup>2</sup>
Vytvoření koryto-vázané fasádní zeleně na zemi* (popínavé rostliny s/bez mříží)	250 až 800 eur bez DPH /m <sup>2</sup>
Výroba zeleně na fasádě vázané na stěnu (živé stěny – byliny, trávy, trvalky)	500 až 1 500 Euro bez DPH /m <sup>2</sup>
Péče a údržba pozemních (každé 2–5 let) a fasádních systémů ozelenění (v závislosti na výběru rostlin, dostupnosti, technickém vybavení, např. čidlech a ovládání).	10 až 50 Euro bez DPH /m <sup>2</sup> /rok

Tabulka 2: Profesionální výroba strukturální zeleně specializovanými firmami bez DPH (od roku 2019)

## 2.5 Udržitelné budovy/čtvrti

Jednotlivé budovy je třeba posuzovat v celkovém kontextu čtvrti. Vzájemné zastínění, inteligentní systémy sítí a mikroklimatické vlivy mají vliv na budoucí plánování. Ochrana klimatu a přizpůsobení se změně klimatu nabývají na významu. V průběhu

Je třeba maximalizovat aktivní a pasivní solární zisky, aby se zvýšilo využití zdrojů na místě. To znamená, že kromě optimalizace uspořádání budov s cílem snížit potřebu vytápění v zimě a chlazení v létě by měly být jejich fasády a střešní plochy využívány také k výrobě elektrické energie (prostřednictvím fotovoltaiky) a tepla (prostřednictvím solárních termických systémů). Vzhledem k tomu, že města mají omezenou nabídku pozemků, je třeba efektivně využívat dostupný prostor, aby se zvýšila účinnost dodávek energie a přispělo se k dekarbonizaci a zároveň se minimalizoval efekt městského tepelného ostrova.



Obrázek 53: Výzkum,  
ZELENÉ MĚSTO KLIMA

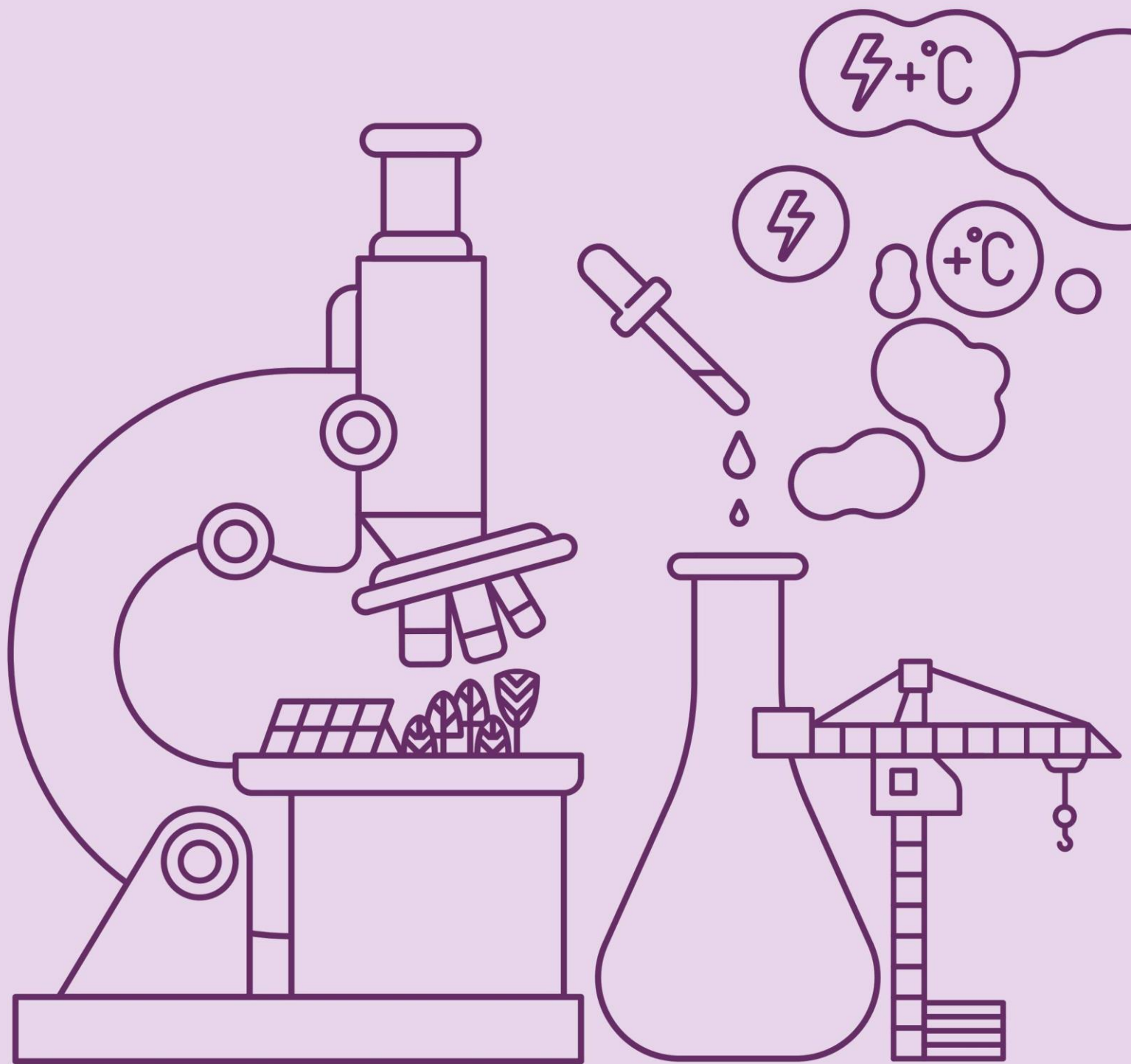
## Budova pro budoucnost...

- může sama vyrábět část potřebné elektřiny a tepla a zároveň zásobovat další budovy;
- může absorbovat nebo ukládat přebytky energie a špičkové zatížení a být po určitou dobu v provozu s energií uloženou na místě;
- nabízí tak možnost provozu, který slouží energetické síti (elektřina nebo dálkové vytápění), a je tedy hospodárný;
- pro účely kontroly využívá také několikadenní předpovědi trhu nebo počasí;
- zohledňuje vhodnost pro letní období / přizpůsobení se změně klimatu (regulace teploty, ozelenění, větrání);
- nabízí možnost současného využití nebo uchování tepla a chladu v oblasti;
- je navržena s reálnými hodnotami zátěže pro vytápění a chlazení (bez kumulace bezpečnostních přírážek);
- snižuje ztráty při rozvodu teplé vody;
- optimálně využívá zdroje a odpadní teplo bez emisí CO<sub>2</sub>;
- kombinuje ekologizaci budov se solární technologií (např. pro zvýšení výnosů);
- používá místní a druhově rozmanité směsi semen a struktury stanovišť (pro zvýšení biologické rozmanitosti a druhové pestrosti);
- využívá nové koncepce využití (zelenina, biomasa, čistírny odpadních vod, šedá voda, recirkulační systémy);
- využívá popínavé rostliny (možné i s kořenovým biotopem v nevyužívaných částech budov, např. ve sklepích) jako vnější ochranu před sluncem jako alternativu k technickým systémům nebo pro zpětné ozelenění/chlazení fotovoltaických fasád;
- integruje ekologizaci budov do průkazu energetické náročnosti, informačního modelování budov (BIM);
- využívá efektivní řídicí a užitkové systémy prostřednictvím senzorové technologie a ukládání dat v cloudu;
- používá roboty a drony pro monitorování a údržbu  
(Ve Švýcarsku se v současné době testuje první sekací robot pro solární zelené střechy, který dokáže sekat i drobné dřeviny. Díky integrovanému kamerovému systému robot rozpozná a vyhne se například konstrukčním prvkům, které slouží k ochraně biodiverzity. Je poháněn udržitelným zdrojem energie a je přímo napojen na solární systém. V roce 2019 proběhl v rámci programu „Město budoucnosti“ v Rakousku první průzkumný projekt využití robotů a dronů v oblasti monitorování a údržby (DroB). Výsledky naznačují další vývoj v této oblasti).

# 3

## **Možnosti kombinací a synergie při využití budovy**



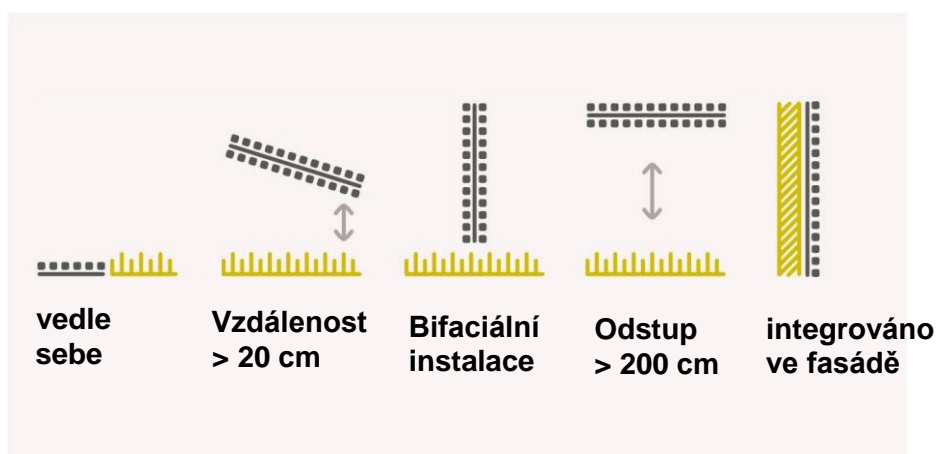


## 3.1 Solární technologie a ekologizace budov

Abychom se mohli odklonit od fosilních zdrojů energie, je třeba se stále více zaměřovat na inovativní řešení, jako jsou fotovoltaické a/nebo solárně-termické zelené střechy a také fasády v kombinaci se solárními technologiemi s další možností jejich ozelenění. Pro zajištění funkčnosti součinnosti zelených střech a solárních technologií je nutné odborné plánování, realizace a údržba (více informací v kapitole 5). Tato kapitola popisuje různé možné kombinace fotovoltaických a solárně-termických systémů s ekologickými budovami na základě současného stavu znalostí v roce 2020.

### Možné kombinace solární technologie a ekologizace budov

Mezitím existuje řada různých možností realizace kombinace solární technologie s ekologizací budov (viz obrázek 54). Kromě prostého „side by side“ dochází samozřejmě i k „překrývání“ technologií. Rozlišují se menší rozestupy alespoň 20 cm, ale i větší rozestupy nad 2 m. U těchto rozestupů působí stříška jako střecha. V druhém případě zastřešení pomocí solární technologie (většinou fotovoltaiky) funguje jako jakási pergola a vytváří tak ochranu před povětrnostními vlivy a návrh využitelných obytných prostor (příklad: střešní zahrada – viz obrázek 57). Využít lze také vertikálně umístěné solární technologie na fasádách, v zelené střeše jako bifaciální konstrukci. Níže jsou podrobně popsány různé typy kombinací a na co si dát pozor.



Obrázek 54: Možné kombinace solární technologie a ekologizace budov

## 3.2 Kombinované stavební metody a příklady projektů

### Vedle sebe umístěné technologie na střeše a fasádě

Nejjednodušší formou je plošné rozdělení solárních kolektorů a ozelenění střechy nebo fasády vedle sebe (viz obrázek 55). Přístup do zeleně, ale i do solární oblasti je neomezený. S vhodnými rozestupy lze realizovat všechny formy ozelenění. Je však důležité provést jasné strukturální oddělení ploch, aby vegetace nezasahovala do příslušné solární technologie (např. prorůstání popínavých rostlin, jako je břečťan, za instalacemi), podrobněji viz kapitola 5. Součinnost může vzniknout při zásobování dešťovou vodou pro ozelenění neozeleněných střešních ploch. Tento přístup však není zaměřen na využití více subjektů na m<sup>2</sup> plochy, a proto může potenciál synergické kombinace využít pouze v omezené míře.



Obrázek 55: GrünAktivHaus

Kombinace „jeden nad druhým“ s minimální vzdáleností > 20 cm na střeše

**Experiment: V současné době je** nejběžnější metodou kombinace obou technologií nad sebou ve vzdálenosti > 20 cm (viz obrázek 54). Tato kombinace vytváří přidanou hodnotu pro biologickou rozmanitost a druhovou rozmanitost.

## Vliv na flóru, faunu a systém

Instalace fotovoltaických modulů a solární termiky na zelených střechách vytváří dodatečné částečné zastínění, a tím delší akumulaci vody, a tím prokazatelně pozitivní vliv na růst rostlin (Schindler a kol., 2018). Protože ne všechny druhy rostlin snášejí zastínění, je třeba věnovat zvláštní pozornost vhodnému výběru rostlin. Studie Köhlera a kol. (2007) rovněž potvrzuje pozitivní dopad na biodiverzitu rostlin v důsledku instalace fotovoltaických modulů. Dalším pozitivním efektem je zlepšení stavu volně žijících živočichů. Fotovoltaické nebo solární tepelné moduly vytvářejí nové výklenky a úkryty, které jsou využívány jako stanoviště různých druhů živočichů. Použití přizpůsobených materiálů automaticky vytváří struktury, které zvyšují biologickou rozmanitost. Výsledky výzkumu ZHAW Zurich (Brenneisen et al., 2015) potvrzují, že stanoviště pro hmyz a vytváření mikrostanovišť pro specializované druhy rostlin je vynikající. Podle švýcarských specifikací pro solární zelené střechy se prvky biodiverzity realizují v místech, která nelze vybavit fotovoltaickými systémy. Například výška substrátu se u některých složek zvyšuje na 30 cm, aby se vytvořily kopečky. Kromě toho lze přidat mrtvé dřevo a písek, dočasné vodní plochy a různé substráty, aby se vyhovělo potřebám různých druhů.



Obrázek 56: Východo-západní orientace fotovoltaických modulů

Rostliny odpařují vodu povrchem listů. Při tomto procesu získávají listy energii ze svého okolí. Tento jev se nazývá evapotranspirace a zajišťuje tak tzv. evaporační ochlazování. To znamená, že zelené střechy se při dostatečném zásobování vodou zahřívají jen minimálně nad teplotu okolí/vzduchu. Nižší okolní teplota zvyšuje výtěžnost fotovoltaických modulů na zelených střechách. Odpařovací chlazení substrátů a rostlin tak může zvýšit výtěžnost fotovoltaického systému z lze dosáhnout až 4 %. (Brach et al., 2015). Pokud je však vzdálenost mezi ozeleněním a solárním systémem příliš malá, je větrání a účinek odpařovacího chlazení omezený. V každém případě musí být zajištěno zadní větrání prostřednictvím minimální vzdálenosti mezi solární technikou a ozeleněním.

Namontované moduly vytvářejí různé výměny vzduchu a malé turbulence, které následně vytvářejí klidné proudy vzduchu v jiných oblastech. Různé proudění vzduchu ovlivňuje odpařování vody rostlinami nebo půdou, a tím i teplotu prostředí. Vzniká tak rozmanité mikroklima, které splňuje požadavky biologicky rozmanité vegetace. Zásadní je výběr správných rostlin.

## Technologie a péče

Další výhodou kombinace fotovoltaického systému a solární technologie na zelených střechách je, že zátěž střešního substrátu a vegetační vrstva konsoliduje fotovoltaické moduly. Tímto způsobem se lze vyhnout prostupům střešním těsněním, a tím i možnému zatékání střešní konstrukcí a tepelným mostům, protože moduly nemusí být připevněny ke střeše. Montáží modulů v odvodňovací a akumulací úrovni jsou moduly fixovány i proti sacímu zatížení větrem a pod fotovoltaickým systémem se používají pouze extenzivní formy střešní vegetace. Není žádoucí, aby vegetace rostla směrem vzhůru, a proto je třeba strukturu mulčovat.

Pro zajištění dostatečného slunečního záření pro rostliny se fotovoltaické moduly montují na speciální podkladovou konstrukci s minimální vzdáleností 20 cm od horního okraje podkladu k modulu, v závislosti na systému, sklonu a zatížení větrem. Pozornost je třeba věnovat zatížení větrem, pokud to způsobí, že moduly musí být umístěny ve větší vzdálenosti nebo strměji.

Před fotovoltaickým modulem je položen šterkový pás. To zabraňuje nežádoucím zastínění modulu růstem rostlin a používá se při údržbě.

Dešťová voda odváděná z modulů je odváděna do šterkového pásu. Tato voda je odváděna buď svahem, nebo rozvodným rounem pod ním

a umožňují tak rostlinám usadit se v těchto oblastech. Tento štěrkový pás musí být pravidelně udržován a zbaven neplánované vegetace. Podle nejnovějších zjištění je nejlepší variantou uspořádání ve směru východ-západ s centrálním přívodem vody a zadním přístupem pro údržbu. Při motýlkovém uspořádání modulů lze vzdálenost mezi moduly udržet na 0,5 m, takže mezi moduly nemohou vyrůst rostliny. Voda však může odtékat i malou mezerou.

### Kombinace fotovoltaiky a ozelenění nad sebou s minimální vzdáleností > 200 cm na střeše/otevřeném prostoru.

Speciální tvar se vzdáleností > 200 cm mezi střešní konstrukcí a fotovoltaickými panely (viz obrázek 58) vytváří trojnásobné využití stejné plochy. Solární technologie, ozelenění střech a rekreační prostor pro lidi se spojují. Konstrukce pergoly s poloprůhlednými moduly je zatížena intenzivní zelenou střechou (bez průniku). Dešťová voda je odváděna do zeleně a umožňuje lidem využívat plochu ve stínu fotovoltaických panelů po celou sezónu. Střešní zahrada slouží nejen jako rekreační oblast, ale také jako výrobní prostor. Fotovoltaika poskytuje cenný stín a poloprůhlednost zajišťuje optimální výsledky z hlediska růstu vegetace. Integrace je možná u stávajících i nových stavebních projektů.



Obrázek 57: Fotovoltaická střešní zahrada

## PŘÍKLAD PROJEKTU: STŘEŠNÍ ZAHRADA BUDOUCNOSTI VYRÁBĚJÍCÍ ELEKTRINU - OD VÝZKUMU K PRAXI

Na začátku výzkumného projektu byl ve spolupráci s výzkumnými partnery z vědy a průmyslu realizován první prototyp na nevyužívané stávající střeše Univerzity přírodních zdrojů a aplikovaných věd o živé přírodě ve Vídni. Fotovoltaická pergola s integrovanými a průsvitnými fotovoltaickými moduly ze skla poskytuje stín, zároveň vyrábí solární energii a nabízí prostorný prostor pro pobyt nebo práci v uvolněné atmosféře. Fotovoltaický systém poskytuje roční výnos elektřiny přibližně 5 800 kWh. Veškerá vyrobená energie se využívá přímo v domě. Tento typ dvojího využití vytváří řadu synergií z dříve konkurenčních způsobů využití prostoru; například pod pergolou se pěstuje zelenina a bylinky pro ústavní kuchyni.



Obrázek 58 + 59: Fotovoltaická střešní zahrada u nové budovy TÚWI Univerzity přírodních zdrojů a aplikovaných věd o živé přírodě ve Vídni.

Díky pozitivním zkušenostem z výzkumného projektu byla nyní vytvořena další střešní zahrada na jiné budově Univerzity přírodních zdrojů a aplikovaných přírodních věd. Další implementační projekty mimo univerzitu pro použití v obytných budovách jsou ve fázi příprav.

## Kombinace dvoufázových fotovoltaických modulů a zelených střech

Tato forma kombinace zelených střech a výroby elektřiny je výsledkem nejnovějšího švýcarského výzkumu. Sdružení Solarspar a Curyšská univerzita aplikovaných věd společně zkoumají optimální využití zelených střech v kombinaci se solární technologií. Předmětem současného výzkumu jsou bifaciální systémy, které mohou k výrobě elektřiny využívat i sluneční záření na své zadní straně (viz kapitola 2) a jsou umístěny vertikálně na zelené střeše. Instalace je nosná a přímo na

úrovni odvodnění a ukládání vody zelené střechy. Vzhledem k orientaci východ-západ probíhá denní výroba energie po celý den.

Pro zvýšení odrazu slunečních paprsků je střecha hojně osázena stříbrolistými rostlinami, jako je tymián a slunečnice, které jsou smíchány s bílým okrasným šterkem, a tím je dosaženo zvýšení albedového efektu a zvýšení výkonu o 16 %.

Svislá výška má za následek vyšší zatížení větrem. Tomu lze čelit zvětšením tloušťky vegetační podpůrné vrstvy. Ke ztrátě výnosu v důsledku zastínění rostlinami u této varianty až na výjimečné případy nedochází. Zároveň je zaručeno zadržení 80 % ročních srážek a optimalizace pozitivního klimatického účinku střechy. Dešťová voda je odváděna centrálně a její rozvod je vylepšen rozvodným rounem.

## Kombinace solárního tepla a zelených střech

Výhodou solárního ohřevu je, že na rozdíl od fotovoltaických modulů není výnos téměř ovlivněn zastíněním rostlinami. Jinak pro tuto kombinaci platí stejné základní požadavky.



Obrázek 60: Svislá montáž dvouplášťových fotovoltaických modulů



Obrázek 61: Fotovoltaika s ozeleněním fasády



Obrázek 62: Fotovoltaika s ozeleněním fasády a ozeleněním střechy



## Kombinace fotovoltaiky a ozelenění fasády v jedné oblasti

Proti zahřívání fotovoltaických modulů, a tedy snížení jejich výkonu, lze za moduly instalovat různé druhy fasádní zeleně. Odpařovací chlazení fasádní zeleně působí jako chlazení pro vyhřívané fotovoltaické moduly a účinnost fotovoltaických modulů se může v horkých dnech zvýšit o 4–5 % (Pfoser, s. 114 f., 2018). O účinnosti systému rozhoduje výběr vhodných popínavých rostlin nebo trvalek za moduly a dostatek zbytkového světla pro rostliny. Kromě toho je třeba věnovat přísnou pozornost vlastnostem popínavé rostliny, protože je třeba zabránit jejímu poškození (růst do tloušťky, výhony unikající světlu). Proto lze uvažovat pouze o velmi omezeném výběru druhů.

Je třeba zvážit nezbytnou údržbu, jako je odstraňování listů a výhonků, které je třeba seříznout, a přístup k údržbě v oblasti zeleně. Musí být zaručena dostupnost.

Obrázek 62 ukazuje kombinaci multifunkčních stěnových fasádních a střešních systémů. Projekt TU Vídeň byl realizován na staré budově, je využíván školou, byl postaven v městském prostoru. Ozelenění střechy i fasády bylo doplněno poloprůhlednými fotovoltaickými moduly.

Výsledky výzkumu v rámci tohoto projektu ukazují, že čím silnější je vegetační opora nebo tloušťka substrátu, tím je systém odolnější, protože dokáže lépe vyrovnávat teplotní výkyvy. Systémy vázané na fasádu snižují hodnotu U nezateplené fasády v závislosti na zadních větracích otvorech a velikosti ozeleněné plochy.

U nezateplených budov lze dosáhnout zlepšení o 20 %.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> <https://nachhaltigwirtschaften.at/cs/sdz/projekte/gruenplusschuleballungszentrum-hochffiziente-fassaden-und-dachbegruenung-mit-photovoltaik-kombination-optimale-loesung-fuer-die-energieeffizienz-ingesamtoekologischer-betrachtung.php>

## Kombinace solárního tepla a ozelenění fasády

Pro účinnost solární tepelné energie je rozhodující přímé sluneční záření a okolní teplota. Absorbér pracuje tím účinněji, čím nižší je rozdíl teplot mezi venkovním vzduchem a absorbérem. V případě fasád jsou solárními kolektory pokryty rozsáhlé plochy, takže ozelenění nemá tak silný účinek jako na střeše.

## Další formy synergie

### **AUTOBUSOVÝ PŘÍSTŘEŠEK BUDOUCNOSTI – STEGERSBACH**

STATION BY FONATSCH je energeticky soběstačné autobusové nádraží s rozsáhlou zelenou střechou. Součinnost hospodářských a ekologických zájmů zde stojí ve jménu udržitelného rozvoje s potenciálem rozšiřování. Fotovoltaický systém vyrábí elektřinu pro osvětlení autobusové zastávky, nabíjecí porty USB, WLAN a nabíjecí stanici pro elektrokola. Rozsáhlá zelená střecha se skládá z recyklovaných materiálů a sukulentů, i když by bylo možné použít i přírodě blízkou vegetaci.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> <https://www.green4cities.com/?p=1900&lang=en>



Obrázek 63: Zelený autobusový přístřešek s fotovoltaickým systémem ve Stegersbachu

### **PŘÍKLAD PROJEKTU: ZELENÁ ČERPACÍ STANICE, MAĎARSKO**

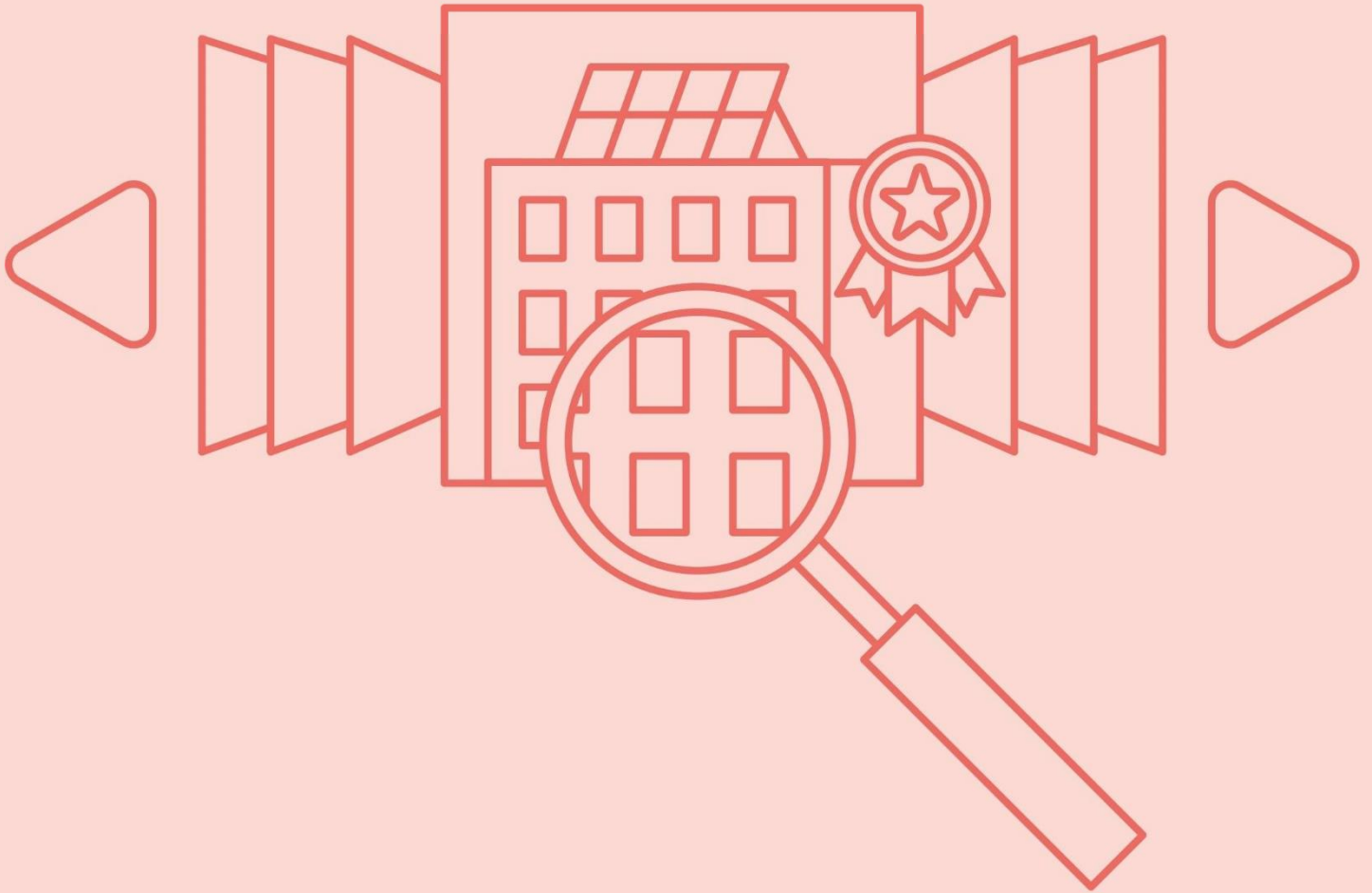
Čerpací stanice v maďarské Budapešti je ukázkou kompatibility udržitelných technologií: Zelené fasády, rozsáhlé zelené střechy a solární technologie v podobě inovativního fotovoltaického stromu. Pobočky s integrovanými fotovoltaickými moduly mají celkovou plochu 250 m<sup>2</sup> a ročně vyrobí téměř 31 000 kWh elektřiny. Zeleň je zásobována dešťovou vodou v cisternách. Původní zeleň se sukulenty na fasádě a střeše byla nahrazena směsí bylin a travin a působí jako přírodní květinová louka.



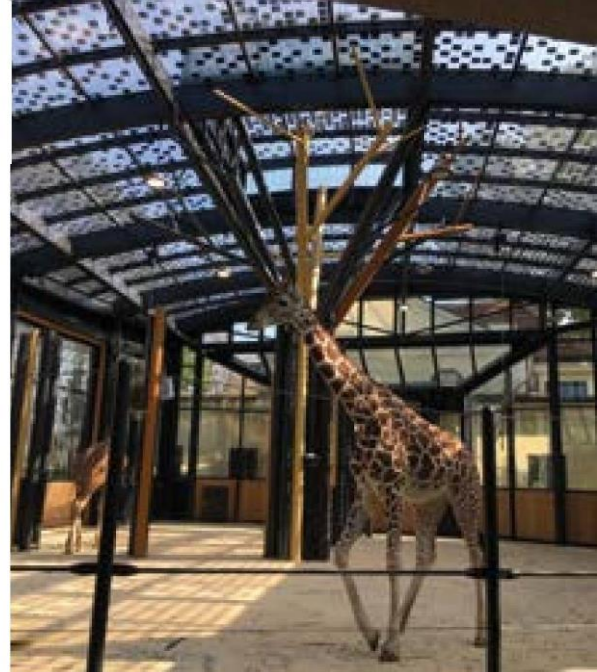
Obrázek 64: Zelená čerpací stanice s fotovoltaickým stromem pro výrobu elektřiny v Maďarsku

**4**

# **Referenční příklady**



## 4.1 Fotovoltaika



Obrázek 65: Výběh žiraf Schönbrunn

### Zoo Schönbrunn – výběh žiraf

Typ projektu	Obnova
Umístění	Park Schönbrunn, 1130 Vídeň
Zahájení projektu/plánování	leden 2015
Rok dokončení	duben 2017
Stavební náklady	7 000 000 eur netto
Použití krytu budovy	žirafy
Použité technologie	Fotovoltaické panely integrované do budov (skleněný modul s monokrystalickým tenkovrstvým vláknem). články; 16,02 kWp a zvýšené monokrystalické fotovoltaické moduly; 4,05 kWp) a solární systém pro ohřev vody v podloubí (14 m <sup>2</sup> , 10 kW).
Celkový výkon	Fotovoltaika
Celkem	20 kWp vyrobí 18 000–20 000 kWh elektřiny za rok
Plocha solárních panelů	Cca 237 m <sup>2</sup> fotovoltaických panelů integrovaných do budovy, cca 24,4 m <sup>2</sup> fotovoltaických panelů na ploché střeše
Partneři projektu/týmů	Burghauptmannschaft Österreich, Arch. Dipl.-Ing. Peter Hartmann

Integrace fotovoltaiky do technologie vrstveného bezpečnostního skla vytváří v tomto projektu jedinečnou multifunkční symbiózu úspory energie. Historický žirafí dům byl obnoven do původní podoby v úzké spolupráci se Spolkovým památkovým úřadem. Spolu s novou zimní zahradou mají nyní žirafy k dispozici velké vnitřní prostory. Střeška zimní zahrady je podepřena ocelovou rozvětvenou konstrukcí, která se zvyšuje do výšky. Jemná střešní konstrukce podpírá fotovoltaickou elektrárnu.

Zasklení střechy. Fotovoltaické moduly jsou nepravidelně zabudovány do skleněných ploch a vytvářejí tak „listovou střechu“, která připomíná hru světla a stínu. Velkoplošné prosklení fasády, z nichž některé lze otevřít, vytváří další prostor zaplavený světlem. Instalované fotovoltaické systémy a solární panely výrazně zlepšují energetickou bilanci zoo. Celou spotřebu elektřiny v objektu mohou vyrábět samotné fotovoltaické systémy.

Obrázek 66: Fotovoltaická houpačka Rauris

## PV Schwinge Rauris

Umístění	Rauris/Wörth, Rakousko
Rok dokončení	Březen 2014
Stavební náklady	155 000 EUR netto + 20 % DPH.
Vlastnictví	Země Salzburg
Využití budovy	Informační a interaktivní návštěvnické centrum Správy národního parku Salcburské Vysoké Taury
Použité technologie	Fotovoltaické moduly: Ertex Solartechnik, VSG, Střídač: SMA Tripower 7000TL, Elektrická připojení: HUBER+SUHNER Celkový výkon
Fotovoltaika	Celkem 7,1 kWp vyrobí 5,5 kWh elektřiny za rok
Typ	4stranné lineární horní zasklení (aby se zabránilo zvedání, je sklo drženo 2stranně lineárně a bodově) Řada VSG
Plocha solárního panelu	78,1 m <sup>2</sup> Plocha modulu
Architektura	Architekti vytáčení kancelářů

Návštěvnické centrum Králové nebes v Raurisu je informační a interaktivní výstavní budova Správy národního parku Salcburské Vysoké Taury uprostřed vysokohorské krajiny. Výstavní budova byla dokončena v roce 2008 jako nízkoenergetická budova. V roce 2010 bylo zahájeno plánování zastřešení přístupového a shromažďovacího místa, aby byla budova energeticky soběstačná díky integrovanému fotovoltaickému systému. Zakřivená střecha budovy Kings of the Air byla vybavena integrovanou fotovoltaikou.

vrstvené bezpečnostní sklo. Při plánování projektu fotovoltaické elektrárny Schwinge Rauris byl dodržen holistický koncept plánování, který je kombinací inovativní konstrukce a efektivní solární technologie. Fotovoltaický systém má plochu modulů přibližně 78 m<sup>2</sup> a elektrický výkon přibližně 7 kWp.



Obrázek 67: Boutiquehotel Stadthalle

## Boutiquehotel Stadthalle

Typ projektu	Rekonstrukce a nová výstavba
Adresa	1150 Vídeň
Rok dokončení	2009
Vlastnictví	Soukromé
Využití budovy	Soukromé/Hotel
Typ použité zeleně/rostlin	Víceleté vytrvalé druhy
Použité technologie	Živá stěna, čidla půdní vlhkosti/fotovoltaické moduly, solární systém Zavlážovací systém Podlahová kapková závlaha s akumulčním rounem a akumulčním horizontem.
Plocha ozelenění	120 m <sup>2</sup>
Partneři projektu (kontakt)	Dachgrün GmbH/Boutiquehotel Stadthalle

Vertikální zahrada na venkovní fasádě je přínosem jak pro hosty, kteří si mohou pochutnat na čerstvých jahodách přímo z okenního parapetu, tak pro obyvatele sousedních domů.

Mezi jednotlivými podlažními jsou zelené sekce odděleny vodorovným kovovým pásem (protipožární bariérou) z důvodu požární ochrany. Podlahové kapkové zavlažování je řízeno výhradně pomocí 10 podlahových senzorů s body měření půdní vlhkosti a samostatným měřením teploty. Použitá technologie je systém s fasádními závěsy.

Systém ozelenění (zadní větraný a izolovaný), 10 cm hliníkové rostlinné stěny v kaskádové konstrukci s výplní z minerálního substrátu, zásobníkem a akumulčním horizontem. Byla použita vícevrstvá struktura podle ÖNORM L 1131. Jako rostlinný substrát byla zvolena směs jílu z lomu s obsahem organických látek a dalších přísad. Vybrané rostliny jsou vytrvalé bylinné druhy, např. kakost jeřábovitý (*Geranium sp.*), zvonek nachový (*Heuchera sp.*), levandule (*Lavandula sp.*), jahodník obecný (*Fragaria vesca*).





Obrázek 68: Erich-Kästner-School

## Erich-Kästner-Schule

Typ projektu	<b>Renovace</b>
Adresa	<b>40764 Langenfeld, Německo</b>
Rok dokončení	<b>2010</b>
Vlastnictví	<b>Veřejnost</b>
Využití budovy	<b>Veřejnost</b>
Typ zeleně/použité rostliny	<b>Rozsáhlé/rozsáhlé</b>
Použité technologie	<b>Fotovoltaické moduly</b>
Zavlažovací systém	<b>Žádné</b>
Oblast ozelenění	<b>600 m<sup>2</sup></b>
Partneři projektu/týmy (kontaktní osoby)	<b>Optigrün international AG</b>

Na škole Erich-Kästner-Schule v německém Langenfeldu byla výhodně zkombinována zelená střecha a fotovoltaický systém instalovaný na střeše. Systém je realizován nepenetračním a nosným způsobem. Fotovoltaické moduly byly umístěny ve výšce, která zabraňuje zastínění. Pod moduly je možné pěstovat i rostliny. Údržba této zelené střechy je

Výběr rostlinných druhů usnadňuje zařazení systému do kategorie lehkých. Aby byla zaručena bezpečnost systému, bylo zařízení testováno v aerodynamickém tunelu.

Obrázek 69 + 70 + 71: Curyšská opera

## Curyšská opera

Typ projektu	<b>Přestavba</b>
Adresa	<b>Zurich-Oerlikon</b>
Zahájení projektu/plánování	<b>2016</b>
Rok dokončení	<b>2019</b>
Stavební náklady	<b>17 milionů švýcarských franků</b>
Vlastnictví	<b>Veřejnost</b>
Využití budovy	<b>Veřejnost</b>
Expozice/stínování	<b>Východ-západ</b>
Typ použité vegetace/roślin	<b>Extenzivní/původní + rozchodník</b>
Použité technologie	<b>Fotovoltaika</b>
Zavlažovací systém	<b>Žádné</b>
Oblast ozelenění	<b>7 700 m<sup>2</sup></b>
Plocha solárních panelů	<b>2 660 solárních panelů</b>
Výstup	<b>Celkem: 825 kWp (310 Wp/modul)</b>
Partneři projektu/týmy (kontaktní osoby)	<b>Solarspar</b>

Cílem tohoto projektu bylo vytvořit stanoviště pro co největší počet živočišných a rostlinných druhů. Aby bylo dosaženo co nejvyšší biologické rozmanitosti, byly vedle solárních modulů a rozsáhlé výsadby vybudovány speciální zelené ostrůvky. Stavební kameny biodiverzity, jako jsou hromady větví z mrtvého dřeva nebo neumyté pískové valy, mohou být využívány divokými včelami, vosami a dalšími cennými druhy hmyzu jako hnízdiště.

Inovativním aspektem tohoto projektu je použití speciálně vyvinutého prototypu robotické sekačky. Cílem tohoto pilotního testu je vyhodnotit dlouhodobější účinky

snížit náklady na údržbu zelených střech. Podstavec solárních panelů byl mírně upraven, aby usnadnil průjezd robotické sekačky. Moduly byly uspořádány do tvaru motýla lings/V. Společnost Solarspar tak implementovala nejnovější poznatky pro zelené solární střechy. Většina dešťové vody se shromažďuje v nejnižším bodě panelů a je tam rozváděna pomocí rouna, které podporuje růst rostlin pod panely.



Obrázek 72: Střecha výzkumu

## Výzkumné zařízení v domově pro seniory Eichgut

Typ projektu	Výzkum
Adresa	8400 Winterthur, Švýcarsko
Zahájení projektu/plánování	2012
Rok dokončení	2017
Péče a údržba	1–3 x ročně
Vlastnictví	Veřejnost
Využití budovy	Domov důchodců
Expozice/stínování	Východ/západ
Typ použité zeleně/rostlin	Extenzivní/stříbrolisté rostliny (slunečnice, tymián)/bílý štěrka
Použité technologie	Dvoufázové solární články (speciální moduly)
Výstup systému	10,8 kWp
Partneři projektu/týmy (kontaktní osoby)	Curyšská univerzita aplikovaných věd (ZHAW) a Solarspar

Cílem tohoto výzkumného projektu je najít optimální podmínky pro biodiverzitu, zadržování dešťové vody a výrobu solární energie. K tomuto účelu byly vyvinuty speciální moduly. Skládají se z dvoustranných solárních článků, které mohou prostřednictvím slunečního záření vyrábět elektřinu i na zadní straně. Proto je možné tyto moduly montovat vertikálně na nosnou konstrukci. Většina plochy střechy je tak k dispozici pro extenzivní ozelenění stříbrolistými rostlinami smíšenými s bílým okrasným štěrčkem. To pak způsobuje odraz slunečního záření, a tím dochází ke vzniku

To vede k 16% nárůstu výkonu modulu díky zvýšenému albedo efektu. Vertikální instalace s orientací východ-západ poskytuje maximální výnosy brzy ráno a v poledne, takže není nutné žádné meziskladování. Kromě toho se výrazně snižují problémy s rostlinami a ztráty výnosů způsobené zastíněním. Vyšším požadavkům na zatížení větrem se vyhoví zvýšením tloušťky vrstvy vegetační nosné vrstvy na maximum. 15 cm je splněno. Současně se zadrží 80 % ročních srážek a optimalizuje se klimatický účinek povrchu střechy.



Obrázek 73 + 74: Hybridní struktura

## Hybridní systém

Typ projektu	Renovace
Adresa	1190 Vídeň
Zahájení projektu/plánování	2015
Rok dokončení	2015
Péče a údržba	1 x ročně
Vlastnictví	Soukromé
Využití budovy	Soukromé
Typ zeleně/použité rostliny	Rozsáhlé/rozsáhlé
Použité technologie	Hybridní kolektory (solární teplo a fotovoltaika)
Power	2,12 kWp elektrický výkon, 10 kW tepelný výkon
Plocha solárních panelů	13,6 m <sup>2</sup>
Partneři projektu/týmy (kontaktní osoby)	3F SOLAR (Alexander Friedrich)

Tento projekt představuje extenzivní zelenou střechu na ploché střeše v kombinaci se solárními kolektory. Kvůli zatížení větrem a sáním bude podkladní a výšková konstrukce zatížena betonovými bloky/betonovými pásy (dodatečné podkladní rohože chrání asfaltovou krytinu). Aby se zabránilo pozdějšímu zastínění rostlinami, je třeba při určování výšky dolního okraje solárního modulu (červená šipka) zohlednit celou výšku vegetační podpůrné vrstvy a výšku rostlin. Již izolované (tepelné) vedení se připojí k rozvodu

zakryjte výplňovým materiálem (substrátem). Poté lze provést výsadbu, která může být provedena buď výhony rozchodníků, plochými a malokulovitými trvalkami, nebo rozchodníkovými rohožemi. Na plochu pod kolektory lze vysadit stínomilné rostliny a rostliny, které snášejí sucho. Jednou ročně zákazník provede ošetření a údržbu s ohledem na růst rostlin a vyčistí sklo solárních kolektorů. Poznámka/zkušenost: Zvláště důležitá je koordinace mezi jednotlivými profesemi při instalaci systému.

## 4.2 Solární teplo



Obrázek 75: Základní škola Hallwang

### Základní školy Hallwang

Typ projektu	<b>Nová výstavba</b>
Umístění	<b>Hallwang, Salcbursko</b>
Rok dokončení	<b>2017</b>
Vlastnictví	<b>Společenství Hallwang</b>
Využití budovy	<b>Základní školy a kluby mládeže</b>
Použité technologie	<b>Termické solární kolektory, monovalentní tepelné čerpadlo (solanka/voda), adsorpční chladicí systém, Aktivace stavebních prvků, fotovoltaický systém o výkonu 20,5 kW<sub>peak</sub></b>
Celkový výkon solárního tepla	<b>200 kW</b>
Plocha solárních kolektorů	<b>280 m<sup>2</sup></b>

Veřejná základní škola v Hallwangu (Salcbursko) je první v Rakousku, která je zásobována zcela bez emisí 8.8.9. omocí solárního tepla, fotovoltaiky a tepelného čerpadla. Teplo je do učeben rozváděno prostřednictvím aktivace stavebních prvků. Kolektory jsou umístěny na fasádě, aby lépe využívaly zimní slunce. 80 % tepla

jsou pokryty solárním systémem o rozloze 280 m<sup>2</sup>. Celkově budova ročně ušetří 120 000 kWh a 30 tun CO<sub>2</sub>. v roce 2019 získala škola rakouskou státní cenu za architekturu a udržitelnost.



Obrázek 76: Manufaktura na výrobu bytů Kröll.Winkel

## Kröll.Winkel Home Výroba

Typ projektu	<b>Nová výstavba</b>
Umístění	<b>Taxenbach, Salcbursko</b>
Rok dokončení	<b>2016</b>
Vlastnictví	<b>Bytová manufaktura Kröll.Winkel</b>
Využití budovy	<b>Kancelář, dílna, showroom</b>
Použité technologie	<b>termické solární kolektory, aktivace stavebních prvků, tepelné čerpadlo, fotovoltaický systém s 50 kWpeak, zemní kolektor</b>
Celkový výkon solárního tepla	<b>74 kW</b>
Plocha solárních kolektorů	<b>105 m<sup>2</sup></b>

Truhlářská dílna v Taxenbachu (Salcbursko) vyrábí nábytek ze dřeva a interiéry ze dřeva, kamene, skla, oceli a textilií. Tovární a výrobní budovy jsou vytápěny pomocí aktivace betonového jádra.

80 % solárního ohřevu. Kromě toho je malířská komora zásobována solárním teplem prostřednictvím topné spirály. Kolektory o ploše 105 m<sup>2</sup> jsou integrovány do fasády, aby lépe využívaly zimní slunce. Zbytkovou energii dodává tepelné čerpadlo solanka/voda o výkonu 24 kW, jehož zemní kolektor

se v létě používá k pasivnímu chlazení horních a dolních pater budovy. Budova ročně ušetří 55 000 kWh a 15 tun CO<sub>2</sub>.



Obrázek 77: Bytový dům Mariahilfer Straße 182

## Bytový dům Mariahilfer Straße 182

Typ projektu	<b>Přestavba</b>
Umístění	<b>Vídeň</b>
Rok dokončení	<b>2018</b>
Využití budovy	<b>Obytný prostor</b>
Použité technologie	<b>Tepelné solární kolektory, ústřední plynové vytápění</b>
Plocha solárního kolektoru	<b>88 m<sup>2</sup></b>

Bytový dům na adrese Mariahilfer Strasse 182 ve Vídni se po výbuchu plynu v roce 2014 změnil v hromadu troskek a musel být od základů opraven. Pod vedením architektonické kanceláře Trimel Wall Architekten bylo přepracováno jádro domu a věrně obnovena fasáda. Dům byl navíc rozšířen o půdní vestavbu v pasivním standardu. Dům má užitnou plochu 2 360 m<sup>2</sup> a nachází se v něm 20 bytů ve starých budovách a 9 penthousů.

Vytápění bylo převedeno z decentralizovaných plynových topidel na centrální plynové vytápění v suterénu, které lze kdykoli převést na dálkové vytápění. Plynový kondenzační kotel o výkonu 150 kW zajišťuje vytápění podlah (70 kW) a větrání (10 kW). Vytápění a solární systém podporují dvě 922litrové vyrovnávací nádrže. Na ploché střeše se sklonem ke dvoru je instalován solární systém s plochou kolektorů 30, který dodává energii pro ohřev vody.



Obrázek 78: Betonárna HABAU

## Betonárna HABAU Hoch- und Tiefbau GmbH

Typ projektu	<b>Nová výstavba</b>
Umístění	<b>Perg, Horní Rakousko</b>
Rok dokončení	<b>2014</b>
Vlastnictví	<b>HABAU GmbH</b>
Využití budovy	<b>Výroba betonových dílů</b>
Použité technologie	<b>Tepelné solární kolektory, aktivace komponent</b>
Celkový výkon solárního tepla	<b>980 kW</b>
Plocha solárních kolektorů	<b>1 400 m<sup>2</sup></b>

Betonárna v hornorakouském Pergu vyrábí betonové prefabrikáty ve čtyřech halách. Díky solárnímu systému o rozloze 1 400 m<sup>2</sup> jsou výrobní haly o rozloze 7 700 m<sup>2</sup> celoročně vytápěny prostřednictvím aktivace betonového jádra v základech. Bývalá nádrž na plyn o objemu 80 000 litrů slouží jako vyrovnávací sklad. Od dubna do října se získaná sluneční energie využívá také k ohřevu bednění pro výrobu dutinových desek a k ohřevu dřevěných desek.

použity pro sušicí komory v novém cirkulačním systému. Tím je zajištěno optimální celoroční využití solárního systému. Společnost tak ušetří 50 000 m<sup>3</sup> zemního plynu ročně a zabrání emisím 190 tun CO<sub>2</sub>.





Abbildung 79: Fernwärme Wien

Obrázek 79: Dálkové vytápění Vídeň

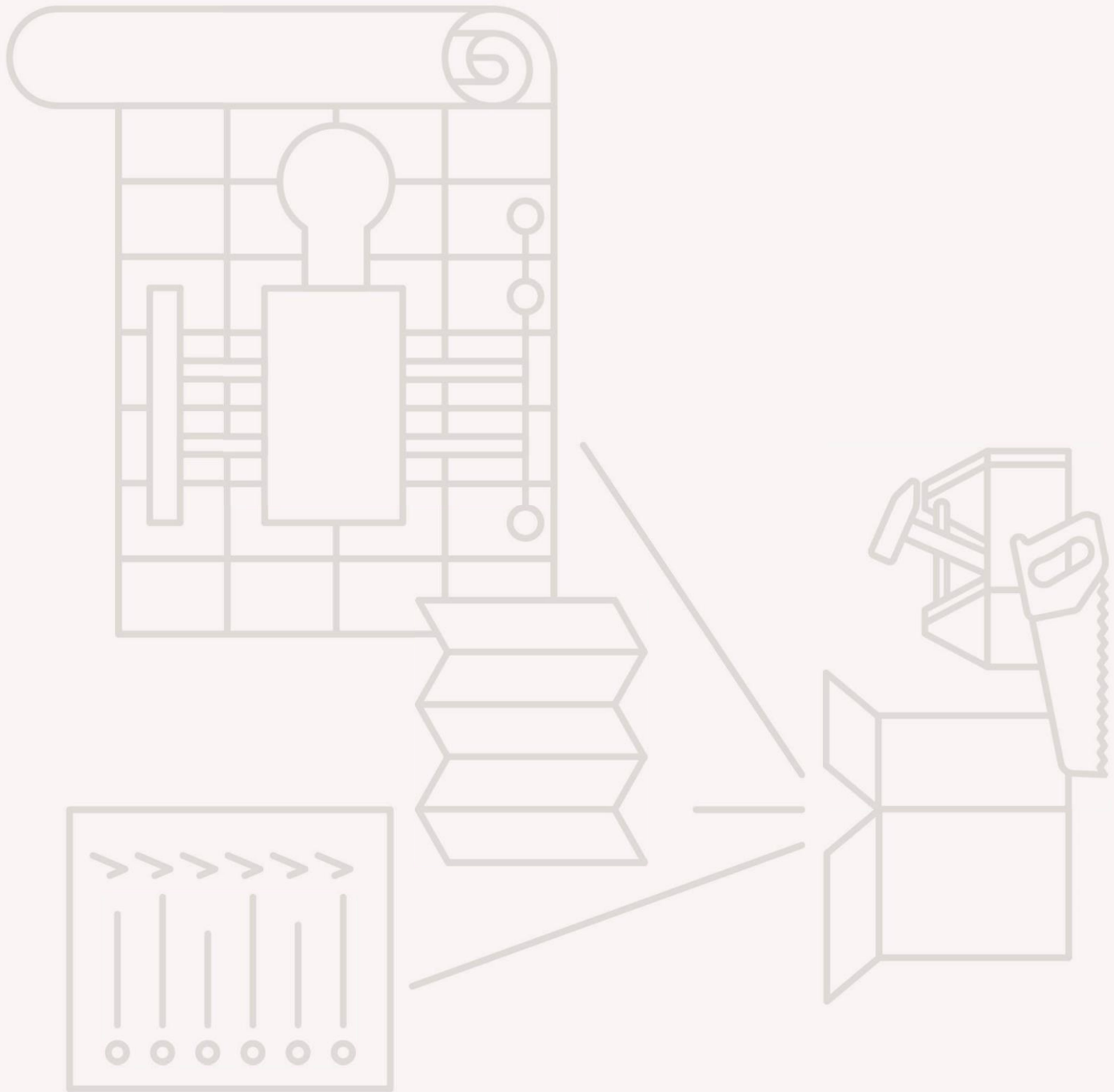
## Dálkové vytápění Vídeň

Typ projektu	<b>Nová výstavba</b>
Umístění	<b>Vídeň</b>
Rok dokončení	<b>2018</b>
Vlastnictví	<b>Wien Energie GmbH</b>
Využití budovy	<b>Přehřev plnicí stanice v síti dálkového vytápění</b>
Použité technologie	<b>Tepelné solární kolektory</b>
Celkový výkon solárního tepla	<b>459 kW</b>
Plocha solárních kolektorů	<b>656 m<sup>2</sup></b>

Společnost Wien Energie GmbH slouží k přehřevu vody pro síť dálkového vytápění ve Vídni. Systém byl postaven na 70 m vysoké střeše kotelen v areálu elektrárny Simmering. Solární systém o rozloze 656 m<sup>2</sup> dosahuje rekordního solárního zisku přes 700 kWh/m<sup>2</sup> a ročně ušetří 70 000 m<sup>3</sup> zemního plynu.

5

# **Pokyny pro plánování**



Pro zajištění dlouhodobého efektivního provozu solárních systémů nebo solárních systémů kombinovaných s ekologizací budov je nezbytné mezioborové a důkladné plánování. Následující poznámky mají umožnit snadný přístup k dané oblasti a usnadnit tak komplexní přístup k plánování nových i stávajících budov. Pro úspěch takového projektu je nezbytná koordinace mezi plánováním, realizací a údržbou obou odvětví (energetiky a ekologizace). Proto se důrazně doporučuje společný přístup.

## Požadavky na instalaci fotovoltaických a solárních systémů

V případě viditelné instalace nebo zásadní úpravy fotovoltaického a solárního zařízení mění celkový estetický ráz budovy. Přesto by měla být zachována designová jednotnost fasád a střech. Z hlediska urbanistického návrhu je proto třeba dodržovat následující cíle:

- Je třeba upřednostnit instalaci fotovoltaických a solárních systémů na fasádách a střechách orientovaných do vnitrobloku nebo do vlastní zahrady.
- Fotovoltaické a solární systémy by měly být instalovány na střeše pokud možno rovnoběžně se střechou.
- Je třeba zabránit viditelnému vedení kabelů nebo hadic.
- Je třeba se zaměřit na jedno nebo více obdélníkových polí (tj. pokud možno bez tvarů L, T, U nebo C).
- Bud' by měla být dodržena alespoň 50 cm vzdálenost okrajů nebo 50 cm vzdálenost od střešních instalací, nebo by měly být celé střešní plochy pokryty bez mezer a pravouhle bez vzdálenosti okrajů (s výjimkou žlabů a oplechování).
- Je třeba se vyvarovat převisu okrajů střechy.
- U plochých střech se šikmými moduly je výhodná vzdálenost hrany dvojnásobku výšky modulu (měřeno vertikálně).
- Sladění fotovoltaických a solárních zařízení v poměru a rozsahu se stávajícími architektonickými podmínkami budovy je v každém případě zásadní a v případě fasádních instalací obvykle dokonce nevyhnutelné.

## 5.1 Poznámky ke kombinaci solární technologie a ekologizace budov

Kombinace solárních technologií a ekologizace budov v nových stavebních projektech umožňuje dosáhnout efektivního výsledku tím, že se obě technologie od počátku plánují společně a realizují se ruku v ruce. V průběhu renovace však lze provést i adaptační opatření (např. zateplení stropu nejvyššího podlaží), která umožní budoucí solární zelenou střechu. Základním předpokladem je samozřejmě vhodná strukturální analýza. Při dodatečné montáži solárních technologií na stávající zelené střechy a fasády nebo při dodatečné montáži zelených střech na stávající solární střechy/fasády se doporučuje opatrnost.

Odborníci z obou odvětví musí úzce spolupracovat, aby zajistili koordinaci požadavků obou technologií. V případě zelených střech se obvykle jedná o rozumně odměřené vzdálenosti a vhodnou strukturu vrstev, která zajišťuje nenarušenou a rovnoměrnou vodní bilanci. V případě zelených střech lze již v průběhu výstavby zajistit vhodné podklady pro následnou instalaci solárních technologií.

### Pravidla, jak se vyhnout chybám při kombinaci solární technologie a ekologizace budov<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Zdroj: Pfoser N. (2018): Vertikale Begrünung. Zelená odborná knihovna. Eugen Ulmer KG. Stuttgart.

- Vzdálenost mezi vegetací a citlivými součástmi, kabelovými kanály, rozvody a sběrným vedením musí být dostatečně velká; je třeba dodržovat pokyny pro pásy bez vegetace. ÖNORM L 1131 musí být dodržena.
- Je třeba se striktně vyhnout zastínění (snížení výkonu), nižší požadavky na solární systémy.
- Zabraňte trvalému znečištění solárních modulů, např. opadem listů
- Zajistěte odbornou péči a údržbu zeleně.
- Volba správného typu ozelenění (redukovaně extenzivní, extenzivní, polointenzivní, intenzivní).

Struktura substrátu extenzivní zeleně nesmí být příliš vysoká, protože rostliny mohou moduly přerůst a zastínit je. Více substrátu znamená větší růstovou kapacitu rostlin a změněnou druhovou skladbu. Proto se pro kombinaci se solární technikou v malých vzdálenostech doporučují extenzivní formy ozelenění. Konstrukce ozelenění musí být přizpůsobena požadované vegetaci (viz ÖNORM L 1131 pro zelené střechy).

Po ukončení péče o zeleň se průběžná péče o rostliny omezuje v rámci modulů na

jednou až dvakrát ročně. Doporučuje se vybírat rostliny, které produkují málo biomasy a nemají vysokou potřebu hnojení a řezu. Výjimkou je kombinace intenzivních zelených střech s většími rozestupy, např. v podobě pergol, protože zde je dostatek prostoru pro mnoho druhů rostlin, např. i zeleninové druhy nebo dřeviny. Náročnost údržby intenzivních zelených střech je srovnatelná s údržbou zahrady.

Profesionální plánování a realizace jsou důležité u nových budov i při rekonstrukci stávajících budov pro kombinaci uspořádání využití prostoru pro solární techniku a ekologizaci. Často se stává, že oba systémy jsou zvažovány a žádoucí již v počátečním plánování, ale z důvodů souvisejících s náklady se realizují až později. To je možné bez problémů, pokud je zelená střecha instalována předem, ale vyžaduje to odpovídající přípravu konstrukce zelené střechy pro solární technologii. Synergické efekty, odpovídající možnosti kombinací a typy instalací solárních technologií a zelených střech jsou vysvětleny v kapitole 3.

Stávající solární systémy nebo zelené střechy lze v zásadě vybavit jinou technologií. Při postupné instalaci je třeba dodržovat nezbytná opatření, která jsou popsána níže.

### **Body, které je třeba vzít na vědomí při modernizaci solárních technologií na zelených střechách**

Podle hesla „prevence je lepší než léčba“ lze podklad pro solární technologii instalovat již při výstavbě zeleně. To znamená, že fotovoltaické moduly lze instalovat i později. K tomuto účelu jsou vhodné nosné spodní konstrukce s integrovanými montážními zařízeními pro fotovoltaiku. Použijí se již použitelné nosné spodní konstrukce s integrovaným montážním zařízením pro solární systém, napojené na odvodňovací a akumulační úroveň výrobců zelených střech (viz kapitola 3). Tímto způsobem lze zabránit následnému poškození stávající vegetace a dalších vrstev.

Při výběru vegetace je třeba zohlednit pozdější solární tepelný nebo fotovoltaický systém. Správná volba a dimenzování struktury substrátu může ovlivnit vegetační společenstvo, a tím i výšku růstu rostlin. Někdy se problém se zastíněním rostlin objevuje proto, že struktura substrátu byla původně (příliš vysoká) a navržena pro jiné rostlinné společenstvo. Další zdroj chyb souvisí se zničením rovnoměrného vodního hospodářství zelené střechy.



Obrázek 80: Negativní vliv výsadby na následně instalovanou solární technologii

prostřednictvím zabudovaného solárního systému bez rozestupů a souvisejících úprav spodní konstrukce zelené střechy. To vede k tomu, že v okapové oblasti modulů dochází k zamokření, které způsobuje změnu složení vegetace. Vegetace pod solárním systémem je odříznuta od přívodu vody a vysychá. V každém případě je třeba zkontrolovat vhodnost stávající zelené střechy pro integraci solární technologie a v případě potřeby ji konstrukčně upravit; v tomto případě je třeba upravit spodní konstrukci zelené střechy tak, aby vyhovovala solárnímu systému a zajistila rovnoměrnou distribuci vody. Toho lze dosáhnout například instalací rozvodných roun a akumulčních prvků.

Pokud již nadměrný růst rostlin způsobuje problémy ve výnosu a péči, protože nejsou dodržovány rozestupy a je narušena rovnováha dešťové vody, lze v případě potřeby použít perforovaný plech a jiné propustné kovové profily s jemnou kartáčovou konstrukcí. I když je výška růstu omezena, rostliny jsou stále zásobovány vodou a světlem. Jedná se však o nouzové řešení pro stávající zařízení, jejichž řádná přestavba se ukáže jako neekonomická.

V případě stávající zelené střechy s nepřípraveným, a tudíž nevhodným podkladem je třeba instalaci solární technologie vždy plánovat s rozvahou a za účasti odborníků z obou oblastí.

Pokud je třeba solární zařízení přemístit pouze do vzdálenosti < 20 cm od horního okraje substrátu nebo dokonce do jedné roviny, je nutné částečné nebo úplné odstranění zelené střechy. To však často neodpovídá požadavkům města, protože zelená střecha byla většinou předepsána a musí se podle toho udržovat. Částečná nebo úplná přeměna zelené střechy s vhodným substrátem a instalací > 20 cm vzdálenosti mezi panelem a substrátem zelené střechy je rozumnou a také vhodnější alternativou, protože je zaručena plná funkce zelené střechy. Je třeba použít nosné spodní konstrukce spojené s odvodněním a úložnou úrovní výrobců zelených střech.

### Solární technologie s následnou ekologizací

Pokud je prozatím realizován pouze jeden systém solární technologie, je třeba dbát na to, aby vzdálenost mezi moduly a zemí byla dostatečně velká. V opačném případě může dojít k zastínění následně instalovanou vegetací. Vegetace musí mít určitý prostor, aby mohla prospívat. Při kombinaci solární technologie a zeleně by proto minimální vzdálenost mezi povrchem podkladu a panely měla být alespoň 20 cm. Výhodnější je instalace solární technologie ve směru východ–západ, která umožňuje snadný přístup k údržbě pod panely.



Obrázek 81: Negativní příklad  
břečťanu bez oddělovacího pásu  
vedle fotovoltaického systému



## Správný výběr rostlinných druhů je zásadní

Při každém projektu ozelenění je třeba zohlednit výběr cílových rostlinných společenstev (druhové složení rostlin), protože rostlinné druhy potřebují ke svému růstu různé podmínky. Například samopnoucí rostliny nebudou s podpurnými systémy úspěšné, zatímco ovíječi, úponivky, přichytávači a lezci potřebují vhodné pomůcky (viz kapitola 2). Půda nebo květináč musí být vybaveny správným substrátem a dostatečným objemem, aby rostliny byly dostatečně zásobeny. Půda není považována za substrát a z dlouhodobého hlediska nabízí příliš málo živin.

Při kombinování solárních technologií je třeba zohlednit komplexní podmínky: Například světlomilné popínavé rostliny by se měly se solární technikou na fasádě kombinovat jen opatrně. Tyto rostliny vytvářejí výhony, které prorůstají do zastíněných míst a následně je mohou díky svému hustému růstu protrhnout. V takových případech lze očekávat značné škody.

Pokud byla zvolena kombinace světlomilných rostlin a solární technologie, je nezbytné instalovat oddělovací pásy, aby se zabránilo nekontrolovatelnému šíření rostlin.

## Podpora plánování pro zavádění ekologických a solárních technologií

Abyste optimalizovali chlazení modulů a růst rostlin, musí být dodržena určitá vzdálenost mezi vegetační vrstvou a modulem. Minimální vzdálenost je 20 až 60 cm v závislosti na systému, sklonu a zatížení větrem. Zde je třeba věnovat zvláštní pozornost zatížení větrem, pokud to znamená, že moduly jsou umístěny ve větší vzdálenosti nebo strměji.

Pokud jsou moduly orientovány ve směru východ-západ, může být mezera mezi moduly jen 0,5 mm, aby se zabránilo růstu rostlin mezi moduly. Voda však může odtékat i malou mezerou.

## Dostatečné dimenzování a výpočet zatížení

U šikmých střech obvykle nepředstavuje dodatečná hmotnost solární technologie žádný problém. Na plochých střeších však často není dostatečná statická rezerva. V případě pochybností by proto měl být vždy pověřen statik, aby situaci prověřil. Pomocí klimatických, větrných a sněhových zón (informace poskytují příslušné mapy) je možné určit, jak silné je zatížení sněhem, silou a tlakem větru, které

ovlivňují solární technologii. Úkolem montážní firmy je prokázat a písemně potvrdit, že moduly, montážní systém a upevňovací prvky odpovídají místním podmínkám a jsou dostatečně dimenzovány.

Vzhledem k tomu, že jak solární technologie, tak zeleň zvyšují hmotnost střechy, měly by být solární zelené střechy navrhovány v přímé kombinaci s lehkou extenzivní zelení (výjimkou jsou střešní zahrady). Rozsáhlé ozelenění zároveň zajišťuje, že panely nejsou zastíněny vyšší vegetací. Čím vyšší je totiž struktura substrátu, tím rozmanitějším a také lépe rostoucím rostlinám se může dařit. Použité substráty lze předem vypočítat pro potřebnou podporu zatížení a v případě potřeby je přizpůsobit (nízká nástavbová výška s vyšší hmotností v důsledku vyšší měrné hmotnosti použitého rámcového zrna, vyšší nástavba s nižší hmotností v důsledku přizpůsobení lehkého kameniva). Předpokládané zatížení solární zelené střechy začíná na 120 kg/m<sup>2</sup> (viz kapitola 2).

## Bezpečnostní opatření na střeše

Již před zahájením stavby, ale i pro pozdější údržbu budovy je třeba zajistit požadovanou bezpečnost střechy. Možnosti zabezpečení při práci na střeše jsou rozmanité: od ochranných zábradlí až po jednotlivé kotvící body nebo dokonce vodící lana. Ty musí být přizpůsobeny prováděné práci a zohledňovat ochranu proti pádu a bezpečný výstup a sestup. Systémy ochrany proti pádu musí být navrženy v souladu s normou ÖNORM L 1131 a musí splňovat požadavky normy ÖNORM B 3417 a pokynu OIB č. 4. Pro připevnění a sejmутí ochranných prostředků je nutné používat osobní ochranné prostředky (např. lanové bezpečnostní zařízení s bezpečnostním postrojem). V bezpečnostních informacích „Práce na střeších“ uvádí AUVA příslušná bezpečnostní opatření a kvalifikaci, která mohou být při údržbě systému na střeše nezbytná. Poškozené části solární technologie mohou způsobit nebezpečné elektrické napětí. Proto by v ideálním případě měl být opravou pověřen odborný elektrikář a pokrývač by měl být včas informován (varování před nebezpečím).

Extenzivní zelené střechy je třeba udržovat a ošetřovat jednou ročně po ukončení výsadby a rozvojové péče. Odstraní se nežádoucí porosty (dřeviny), zkontrolují se odvodňovací zařízení a doplní se živiny.

## Nepřímé oslnění

V jednotlivých případech může modul za nepříznivých podmínek způsobovat nepřímé oslnění (odraz slunce). Důležité je určit oslnění již ve fázi plánování. Pokyn ÖVE R 11-3 stanoví minimální požadavky na posouzení oslnění a možných vlivů na okolí nebo dopravce. Nabízí tak pomůcku pro rozhodování o tom, jak je třeba solární systémy plánovat nebo posuzovat.

Pro snížení/vyhnutí se oslnění lze provést následující opatření:

- Zastínění pohledové osy mezi příslušnými moduly a místem imisí v příslušných časech oslnění.
- Optimalizace stolů/montáží modulů (např. výška, příčný sklon, vyrovnání)

Podle leteckého zákona (§ 94) mohou být zařízení, která mohou způsobovat vizuální rušení, postavena pouze na základě povolení příslušného úřadu. Zda je ohrožena bezpečnost letectví, je třeba posuzovat v každém případě zvlášť.

## Uvedení do provozu a údržba

Zejména při kombinaci fotovoltaických systémů se zelení je třeba věnovat pozornost pravidelné kontrole. Prvním krokem je vizuální kontrola. V případě poklesu výkonu a dalších problémů může existující problémy odhalit kontrola modulu pomocí infračervené termografie nebo elektroluminiscence.

Pravidelný úklid, odklizení sněhu a za určitých okolností i prořezávání zeleně mohou udržet energetickou výtěžnost na maximální úrovni.

## Případy poškození

Škody způsobené krupobitím, sněhem apod. je třeba vyjasnit s příslušnou pojišťovnou. Je důležité si předem ujasnit, které pojistné události pojišťovna hradí.

## 5.2 Vliv typologie, užívání a vlastnictví budov na ekologizaci budov

Typologie budovy hraje významnou roli v možnostech využití dostupných prostor. Důležité je položit si otázku, co je cílem ekologizace: Jaký rozsah služeb se od ekologizace očekává a kdo jsou její uživatelé? Je možné vícenásobné využití stejného prostoru, a jakou přidanou hodnotu to přinese?

Například to, zda je konstrukce otevřená, uzavřená nebo spojená, má vliv na dostupný prostor a základní energetické poměry. V tomto případě je důležité definovat podrobné cíle využití a výnosů pro dostupný prostor, aby bylo možné vytvořit efektivní návrh, který umožní harmonické víceúčelové využití s přidanou hodnotou. Různé konstrukční možnosti a přístupy v oblasti obálky budovy jsou uvedeny v předchozí kapitole 5.1.

Využití budovy je velmi důležité, zejména v přízemní zóně. V budovách s vysokou frekvencí návštěvníků, jako je tomu například v maloobchodě, je třeba přijmout opatření, aby nedošlo k poškození vandalismem nebo přímým mechanickým kontaktem.

Například v případě zeleně v blízkosti země je možné pracovat s ochranou stonku rostliny. Je důležité si uvědomit, že zeleň není určena jako pomůcka pro lezení. Doporučujeme instalovat zeleň pouze z bezpečné výšky.

Důležitou roli hraje také vlastnická struktura. Z hlediska přístupu se značně liší například mezi rodinnými domy a vícepodlažními obytnými budovami. Ve fázi plánování je třeba vyjasnit vlastnické poměry. Dále je třeba stanovit jasné rozdělení úkolů a odpovědnosti za péči a údržbu zeleně i solární technologie.

Před zavedením je vhodné stanovit fakturační klíč a způsoby péče a údržby. Bude například zavázán pouze přímý příjemce nebo společenství domu?

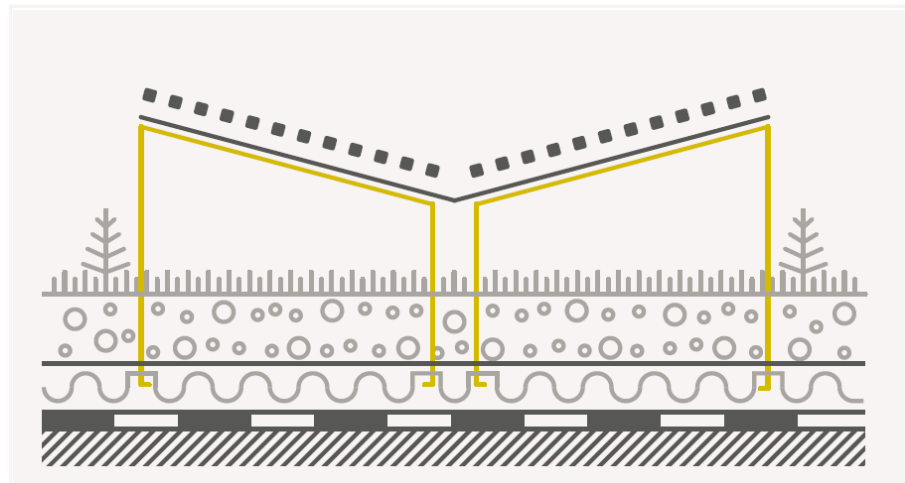
Vzhledem k tomu, že ekologizace budov a solární technologie jsou spojeny se zvýšenými náklady, jedná se o opatření mimořádné správy. Je třeba získat souhlasy ostatních vlastníků. V případě vlastnictví kondominia musí souhlasit alespoň 51 % podílů v kondominiu. V případě prostého spoluvlastnictví to musí být 100 %, soud však může souhlas nahradit. V každém případě musí být vydáno písemné usnesení. V každém jednotlivém případě může situaci objasnit právní odborník.

## 5.3 Příklad systému pro kombinaci solární technologie a ekologizace

Na trhu jsou již asi deset let k dispozici kombinovaná řešení ekologických a solárních technologií, která nabízejí mezinárodní společnosti vyrábějící systémy a která jsou dobře prověřena v provozu. Rozdíly ve výškách, nosných profilech modulů, úhlech sklonu a roztečích jsou v detailech.

Lze očekávat, že v budoucnu bude existovat větší rozsah testovaných systémových struktur a kombinovaných variant. Poznámky, příklady a trendy začleněné do příručky poskytují nadhled a mají také podpořit radostné a kreativní plánování.

Následující schéma poskytuje přehled o společných funkcích a základním způsobu provozu:



Obrázek 82: Struktura systému východ-západ

Systém v podstatě drží na místě zátěž extenzivní zelené střechy. K tomu není nutný průnik střechou. Podpěry modulů jsou vybaveny odvodňovacím a akumulacním prvkem klasické konstrukce zelené střechy.

připojené. Zbývá pouze připevnit příslušné moduly solární technologie na fasádu. Sání větru musí být předem vypočteno a v případě potřeby může být kompenzováno vyšší vrstvou podkladu.

## 5.4 Požární ochrana

Při instalaci solárních technologií i ekologizaci budov je třeba zohlednit téma preventivní požární ochrany. Níže jsou uvedeny příslušné předpisy požární ochrany pro fotovoltaické systémy, solární tepelné systémy a ekologické budovy.

### Protipožární ochrana fotovoltaických systémů

Fotovoltaické systémy, které nejsou dostatečně naplánovány, nejsou přesně položeny, připojeny, zapojeny a zabezpečeny, mohou podporovat vznik požárů. Naopak to však znamená, že při správné instalaci a pravidelné údržbě systému se obvykle nemusíte obávat požárů. Například nechráněným kabelovým trasám je třeba se v každém případě vyhnout, protože představují bezpečnostní riziko.

Při instalaci fotovoltaických systémů je třeba pečlivě zkontrolovat předpisy o požární ochraně. Je třeba dodržovat celostátní směrnici ÖVE R 11-1: 2013-03-01 (Fotovoltaické systémy – Další bezpečnostní požadavky; Část 1: Požadavky na ochranu osob při mimořádných událostech), která definuje bezpečnostní požadavky pro plánování a instalaci fotovoltaických systémů. Pro pozemní fotovoltaické systémy lze požadavky tohoto pokynu použít obdobně. Standardně jsou předepsány následující požadavky:

- U fotovoltaického systému musí být připraveny přehledové plány se zaznamenanými kabelovými trasami a s případnými ručními ovládacími zařízeními v případě spínacích míst, které musí být vždy přístupné hasičům.
- Přesné umístění fotovoltaických modulů a jejich vzdálenosti od komínů, střešních výlezců, střešních oken a jiných nosných konstrukcí musí být zdokumentovány a přístupné. Poloha fotovoltaického měniče musí být jasně vyznačena.
- Pokud hoří budova s fotovoltaickým systémem, musí hasiči před zahájením hasebních prací odpojit budovu od elektrického proudu.
- Při použití fotovoltaiky integrované do budovy je třeba zajistit, aby splňovala klasifikaci požární ochrany podle normy EN 13501-1.
- Cíl ochrany lze splnit technickými nebo strukturálními opatřeními doplněnými vhodnými organizačními opatřeními:

#### Technická opatření:

- Vypínací a zkratovací zařízení v blízkosti fotovoltaických modulů

### **Strukturální opatření:**

- Volně přístupné a viditelné vedení stejnosměrného kabelu
- Doba požární odolnosti 30 minut (střecha)
- Pokládání kabelů mimo nebezpečné oblasti
- Bezpečný přístup k modulům pro záchranné složky (např. volné pásy atd.)

Která opatření mají být skutečně provedena, závisí na příslušném posuzovateli (v případě zařízení podléhajících ohlášení nebo povolení).

Stavební požární ochrana je obvykle upravena stavebními předpisy jednotlivých států. Kompletní požadavky na požární ochranu pro instalaci fotovoltaických systémů na budovách ve Vídni jsou k dispozici v podobě informačního listu na adrese <https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/>.

Požadavky na požární ochranu při instalaci zeleně ve Vídni naleznete ve směrnicích města Vídně pro ozelenění fasád na adrese <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/fassadenbegruenung-leitfaden.pdf>.

### **Protipožární ochrana solárních systémů**

Požáry způsobené solárními kolektory jsou v podstatě možné pouze u kolektorů s dřevěnými rámy. Všechny dosud známé požáry byly způsobeny špatně postavenými střešními kolektory, kde je povrch kolektoru integrován do povrchu střechy. Solární kolektory se nemontují na střešní krytinu, ale nahrazují ji. Do roku 2017 byly v Německu známy pouze asi dvě desítky požárů, z nichž polovinu způsobily vadné kolektory jedné výrobní společnosti (nyní v insolvenční).

Samovznícení dřeva solárním systémem není normálně možné, protože klidová teplota plochých kolektorů v nejteplejším bodě (střed absorpční desky) je přibližně 200 stupňů Celsia, ale dřevo se samovznítí až při teplotě přibližně 280 stupňů Celsia. Pokud je však dřevo opakovaně a trvale zahříváno na teploty mezi 120 a 280 °C, teplota vznícení se postupně snižuje a může klesnout i pod 120 °C („tepelné zpracování“ způsobuje snížení hmotnosti dřeva). Příčinou předchozích případů poškození nebyla dočasná letní odstávka zařízení, ale neobvykle dlouhá doba odstávky v důsledku funkční závady (netěsnost, ztráta tlaku atd.) nebo silného předdimenzování zařízení a přímého kontaktu dřeva s horkými součástmi zařízení. Pokud jsou v důsledku konstrukčních a projektových nedostatků vadných nebo předdimenzovaných, trvale přehřátých systémů tyto systémy

v přímém kontaktu, může dojít k tepelné reakci dřeva a v krajním případě i k samovznícení.

Rakouský solární svaz zahrnul téma minimalizace rizika požáru v kolektorech do pokynů pro Rakouskou pečeť kvality solárních zařízení. V budoucnu musí návod k instalaci kolektorů obsahovat informace o tom, jak zabránit poškození v důsledku přehřátí. V oblasti střechy je třeba při vedení potrubí dbát na to, aby neizolované části solárního potrubí nepřišly do styku s dřevěnými materiály. U střešních kolektorů musí být zajištěno zadní větrání podle normy ÖNORM B 4119.

## Protipožární ochrana pro ozelenění fasád

Současný vývoj stavební fyziky ozeleněných fasád byl testován zkušebními, kontrolním a certifikačním orgánem města Vídně pomocí praktických zkoušek popínavé zeleně s pomůckami a bez nich. Výsledky ukázaly, že se požár prakticky nešíří do stran, a to ani v blízkosti plamene bezprostředně sousedícího s požární komorou. Nehrozí sekundární riziko požáru v důsledku odpadnutí hořících částí. Vertikální šíření požáru dřevěnými kořeny rovněž není pozorovatelné. Vertikální šíření požáru je však možné v důsledku krátkodobého „prohoření“ (několik sekund).

To znamená, že u budov do třídy 3 nejsou vyžadována žádná zvláštní protipožární opatření. Zeleň do maximálně tří podlaží proto nepodléhá ověření. Od třídy budov 4 musí být přijata další opatření k zabránění šíření požáru a pádu hořících částí. Testuje se podle normy ÖNORM B 3800-5.

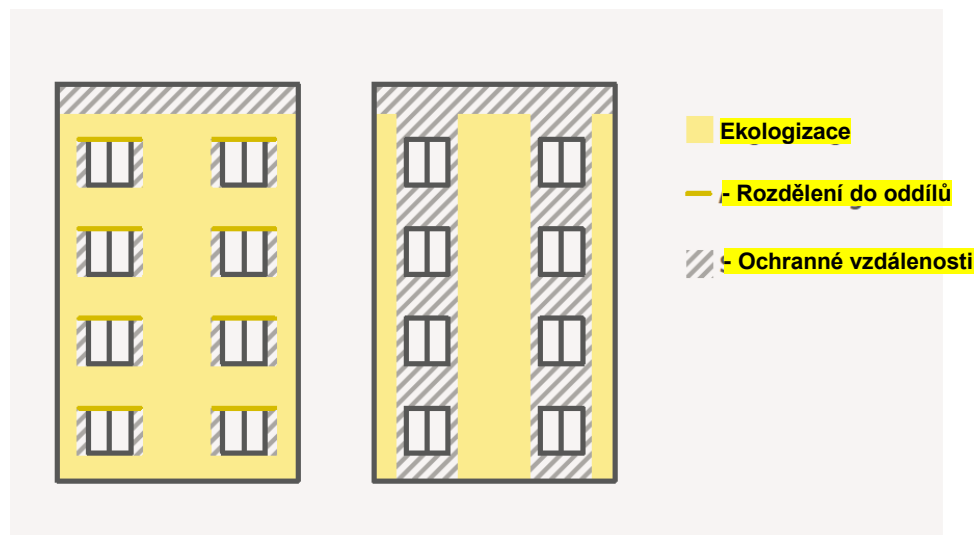
### **Proto platí následující základní zásady plánování:**

- Od hořlavé střešní konstrukce musí být dodržena minimální svislá vzdálenost 1 m.
- Ochranné vzdálenosti od otvorů (oken) musí být 1 m ve svislém směru a 0,2 m ve vodorovném směru.
- Musí být zajištěna dostupnost pro záchranné vybavení hasičů.

Jako další opatření je možné použít přepážky po jednotlivých podlažích z ocelového plechu, viz následující obrázek:



Obrázek 83: Předpisy požární ochrany pro zelené fasády



Takové příčky mohou být například integrovány do obytných stěn nebo navrženy jako požární bariéry na horní straně oken.

## Protipožární ochrana zelených střech

Podle směrnice FLL 2018, normy ÖNORM L 1131 a mezinárodní praxe jsou všechny typy intenzivních a extenzivních zelených střech s rozchodnikovo-mechovcovo-zeleninovou vegetací, pokud jsou správně naplánovány, provedeny a udržovány, klasifikovány jako tvrdé střechy. Jsou považovány za odolné proti odletujícím jiskrám a sálavému teplu a v běžných zkušebních metodách jsou klasifikovány jako BROOF(t1). Podle normy ÖNORM L1131 musí být v zásadě již ve fázi plánování zohledněny požadavky norem ÖNORM EN 13501-1 a ÖNORM EN 13501-5 nebo příslušných místních předpisů pro zelené střechy.

### Pro extenzivní zelené střechy platí následující:

- Minerálně podmíněná vegetační vrstva s max. 20 % (hmotnostní frakce) organických složek
- Tloušťka podpůrné vrstvy vegetace > 3 cm

Pro přípojky a ukončení je třeba vytvořit přibližně 30 cm až 50 cm široký pás bez vegetace jako odstup od vegetační plochy (závisí na uspořádání a velikosti ozelenění). V případě intenzivního ozelenění dřevinami může tento pás plnit navíc funkci preventivní protipožární ochrany. Pro tento pás

Ize použít štěrk, ale i jiné vhodné stavební materiály (např. desky, rošty atd.).

Kromě toho je třeba ve fázi výstavby a během užívání dodržovat obecná pravidla preventivní požární ochrany, jako jsou:

- Opatrné zacházení s otevřeným ohněm a jinými zdroji tepla ve fázi výstavby a provozu.
- Změny využití, které by způsobily, že klasifikace jako „tvrdé zastřešení“ by již nebyla použitelná, je třeba kompenzovat vhodnými opatřeními.
- Udržování definovaného stavu „tvrdé střešní krytiny“ prostřednictvím vhodné péče a údržby.
- Žádná regulace nežádoucí vegetace pomocí tepelných zařízení

Z hlediska požární ochrany tedy kombinaci se solárními systémy nic nebrání, protože zelenou střechu je třeba klasifikovat jako „tvrdou střešní krytinu“.

## 5.5 Pomůcky a nástroje pro plánování z různých specializovaných oblastí

Následující pomůcky, jako jsou pokyny a příručky, slouží k zajištění profesionálního provedení a pomáhají vyhnout se chybám.

### Kodexy praxe a pokyny pro ekologizaci budov

ÖNORM L 1131, „Ekologizace střech a stropů na stavbách: Požadavky na plánování, realizaci a údržbu“ vysvětluje přípustné a uznávané způsoby výstavby zelených střech, použití stavebních materiálů a vegetačních skupin a jejich odbornou údržbu.

#### Další předpisy a pokyny:

- ÖNORM B 2241 – Navrhování zahrad a terénní úpravy
- ÖNORM L1040 – Rostliny – Vegetační práce
- ÖNORM L 1041 – Udržovací práce
- ÖNORM L 1110 – Rostliny – Požadavky na jakost, pěstitelské formy a pravidla třídění
- ÖNORM L1131 Supplement Solar Green Roof, Asociace pro zelené střechy FA 2 (2019) O LBH LG58 (vzorové texty pro zelené střechy)
- Směrnice pro zelené střechy města Vídně (očekává se v roce 2021)

- ÖNORM B 3417 – Plánování a provádění bezpečnostních zařízení na střeších – Směrnice města Vídně pro ozelenění fasád (2020)
- OIB Pokyn 2: Požární ochrana (2019)
- ÖNORM B 3806 – Požadavky na reakci stavebních výrobků a stavebních materiálů na oheň
- FLL Green Roof Guideline (2018) CS
- FLL Green Roof Guideline (2018) CS
- Sia SN 564 312 Zelené střechy (2013) CH
- ÖNORM L 1136 – Vertikální zeleň ve venkovním prostředí (popisuje plánování, provádění a údržbu a požadavky na různé oblasti vertikální zeleně).

Ozelenění fasád má různé formy provedení, jejichž požadavky jsou upraveny ve směrnicích města Vídně pro ozelenění fasád (2020) a v normě ÖNORM L1136 (2021), včetně certifikace.

#### **Pravidla, předpisy a pokyny týkající se konkrétně fotovoltaického systému:**

- ÖNORM EN 62446 – Minimální požadavky na dokumentaci systému, zkoušku uvedení do provozu a zkušební kritéria
- ÖNORM E 8101, zejména část 7-712 (Fotovoltaické systémy: Instalační předpisy pro elektrické systémy/místnosti a systémy zvláštního druhu)
- ÖNORM M 7778 Plánování instalace a instalace term. Solární kolektory a fotovoltaické moduly
- ÖNORM EN 1991-1-3 Zatížení sněhem s národní přílohou O
- ÖNORM EN 1991-1-4 Zatížení větrem s národní přílohou
- ÖNORM EN 62305 Ochrana před bleskem
- ÖVE pokyn R 6-2-1 Ochrana před bleskem a přepětím
- Pokyn ÖVE R 6-2-2 Zásady použití přepětových ochran
- Pokyn ÖVE R 11-1 Fotovoltaické systémy – dodatečné bezpečnostní požadavky Část 1: Požadavky na ochranu osob při mimořádných událostech
- ÖVE Pokyn R 11-3 Posuzování světelných emisí
- ÖVE Pokyn R 20 Bezpečnostní požadavky na stacionární systémy skladování elektrické energie
- Výrobce TOR
- TAEV

#### **Doporučené nástroje a kontaktní místa:**

- Kontrola ekologizace, kterou zdarma nabízí inovační laboratoř pro zelené město GRÜNSTATTGRAU, poskytuje úvodní analýzu proveditelnosti pro stávající i nové budovy.

- Příklady projektů, odborníků a certifikovaných výrobků jsou volně přístupné v databázi GRÜNSTATTGRAU.
- V případě konkrétních dotazů ohledně technologie, kvalitních a dotovaných úvodních konzultací až po kolaudaci a odborné posudky jsou k dispozici kontaktní místa Rakouského svazu zelených střech a inovační laboratoře GRÜNSTATTGRAU.

## Katastr potenciálních ploch pro solární technologie a zelené plochy

Vídeň se rozkládá na celkové ploše 415 km<sup>2</sup>. Plocha střech v současné době činí 53 km<sup>2</sup> a z toho 34 km<sup>2</sup> je velmi vhodných pro využití solárních technologií. Prvotní posouzení možnosti využití solární energie poskytuje katastr solárního potenciálu města Vídně. Zde lze pomocí mapy ověřit, zda je střecha budovy vhodná pro využití solární energie. Katastr potenciálu zelených střech poskytuje odhad vhodnosti střešních ploch pro zelené střechy.

Odkaz na registr solárního potenciálu:

<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/stadtvermessung/geodaten/solar/>

## Naplánujte si fotovoltaický systém sami – Sonnenklar kalkulačka

Kalkulačka Sonnenklar je bezplatný online program, s jehož pomocí mohou zájemci zadáním několika parametrů určit optimální návrh systému pro svůj fotovoltaický systém. Stupeň optimalizace systému se měří podle míry vlastní spotřeby, tj. procenta vyrobené fotovoltaické elektřiny, která se spotřebuje přímo v domě. Kalkulátor Sonnenklar v žádném případě nenahrazuje odborné plánování instalační firmou.

Kliknutím sem přejdete na kalkulačku Sonnenklar:

[www.pvaustria.at/sonnenklar\\_rechner](http://www.pvaustria.at/sonnenklar_rechner) Příslušné normy v oblasti fotovoltaiky najdete v souhrnné podobě na adrese [www.pvaustria.at/normen](http://www.pvaustria.at/normen).

## Simulace fotovoltaických programů

Na trhu existuje několik programů pro profesionální design. Programy, které se často používají v praxi, jsou např.:

- PV\*SOL
- PVSites
- PVsyst

Tyto programy jsou zpoplatněny, ale žáci a studenti si je často mohou instalovat zdarma.

## SHW – Simulační program pro solární vytápění

Univerzita v Innsbrucku vyvinula simulační nástroj pro solární otopné soustavy, který je k dispozici nejen studentům ve výuce a výzkumu, ale také odborníkům a zájemcům z řad laiků pro navrhování solárních otopných soustav. Program je zdarma a lze jej stáhnout z domovské stránky univerzity. Po vyplnění jednoduchého formuláře obdržíte odkaz ke stažení softwaru. Nenahrazuje odborné plánování solárního systému. Program simulace naleznete zde:

<https://www.uibk.ac.at/bauphysik/forschung/shw.html.de>.

## Prodej solární energie

Solární elektřinu, která se přímo nespotřebuje, lze prodat společnosti dodávající energii. E-Control jako státní regulační orgán nabízí nezávislý přehled o nejvhodnějším dodavateli energie. Tento produkt je k dispozici na [adrese www.e-control.at/konsumenten/service-und-beratung/toolbox/tarifkalkulator](http://www.e-control.at/konsumenten/service-und-beratung/toolbox/tarifkalkulator).

## 5.6 Pokyny pro péči o solární technologie a ekologizaci budov

Pro zajištění správné funkce ozelenění a solární technologie po celou dobu životnosti i po ní je nutná péče a údržba. Z ekonomického hlediska se vyplatí udržovat oba systémy (solární technologie i ekologizaci) současně. Tento přístup šetří čas, peníze, emise a snižuje míru narušení flóry a fauny.

## Pokyny pro péči o zeleň

Součástí výběrového řízení je i údržba porostu a rozvoje a je třeba zajistit, aby i průběžná údržba byla zadána odborníkovi. Důvodem je, že: Pokud je zeleň v prvních dvou vegetačních obdobích udržována tak, aby byla plně funkční, výrazně se snižují následné náklady na průběžnou údržbu.

### **V oblasti strukturální ekologizace se rozlišují tři dílčí oblasti údržby, které jsou podrobně definovány v normě ÖNORM L1131:**

- O Údržba po dokončení (do převzetí)
- O Vývojová péče (do konečného rozhodnutí)
- O Udržovací péče

Cílem údržby v období **dostavby a údržby zástavby** je dosažení ekologické rovnováhy a přijatelného stupně vegetačního krytu. Zpravidla se provádí ve dvou vegetačních obdobích a může zahrnovat různé podrobné kroky v závislosti na objektu a typu ozelenění, které jsou uvedeny níže jako příklady:

- O Hnojení
- O Odstranění nežádoucích cizích porostů
- O Přepracování holých míst
- O řez
- O Přesazování/osetí
- O Zkontrolujte střešní svody a udržujte místa bez vegetace čistá.

Údržba extenzivních zelených střech je po dokončení a provedení rozvojové údržby omezena na jedno kolo údržby.

za rok. V případě intenzivních zelených střech určuje interval údržby způsob využití střechy a vysazená rostlinná společenstva. Většinou mají také zavlažovací systém, který je třeba udržovat.

### **Pro solární zelené střechy platí také následující pravidla**

- O Nezbytné zapojení musí být provedeno tak, aby bylo možné co nejnadhěji používat zařízení pro údržbu (křovinořez, nůžky na živý plot, robotickou sekačku atd.) při údržbě a ošetřování.
- O V průběhu dostavby a údržby porostu musí být zpravidla dosaženo stupně ozelenění cílového porostu vyššího než 80 %, přičemž je třeba usilovat o stupeň ozelenění 100 %.
- O Z hlediska požární ochrany je třeba zachovat cílovou vegetaci a zamezit nežádoucím cizorodým porostům.

Používání chemických prostředků při údržbě (biocidů, herbicidů, fungicidů atd.) není v souladu s normami, stejně jako používání rašeliny v oblasti strukturální zeleně. Invazní druhy rostlin musí být neprodleně odstraněny v souladu s platnými předpisy.

### **Pro ozelenění fasád platí následující**

Údržba zelených fasád je rovněž rozdělena do výše uvedených fází: Péče o dokončení, péče o vývoj a péče o údržbu. Intervaly údržby pro ozelenění popínavými rostlinami a živé stěny se mohou lišit v závislosti na systému, umístění a dostupnosti. V případě ozelenění popínavými rostlinami s pomůckami je třeba tyto pravidelně kontrolovat. Údržba zelených fasád vyžaduje také vysokou úroveň technických a odborných znalostí. Do této péče jsou zahrnuta tato opatření:

- O kontrola vitality
- O prořezávání
- O vedení rostlin, pokud je to nutné
- O odstranění cizích porostů
- O Hnojení v depu
- O Přesazování nebo nahrazování uhynulých rostlin
- O Kontrola zavlažovacího systému (případně systému automatického hnojení nebo sensorového systému).
- O Vizuální prohlídka struktury budovy

### **Pro kombinaci se solární technikou na fasádě platí toto**

Výška/šířka porostu musí být přizpůsobena modulům tak, aby nebyly zastíněny. Pokud některé rostliny rostou příliš blízko modulu, je třeba je buď seříznout, nebo přesunout na jiné místo. V případě samovýstupů pomáhá bariéra z porostu zajistit jasné oddělení oblastí.

### **Údržba, monitorování a čištění solárních topných a fotovoltaických systémů**

Solární topné a fotovoltaické systémy vyžadují jen velmi malou údržbu. Na jaře na začátku slunečné sezóny je však nutné systém podrobit odborné kontrole. Tímto způsobem lze rychle odhalit a odstranit drobné poruchy. Silný vítr, sněhové masy nebo led mohou v zimě systém poškodit nebo znečistit; to lze snadno zjistit při kontrole. Pravidelná údržba může také zajistit, že systém dosáhne nejvyšší možné výtěžnosti. Údržbu musí provádět specializovaná firma, protože pouze ona má potřebné odborné znalosti a vhodné vybavení. Tímto způsobem je zaručena vaše vlastní bezpečnost.

Doporučuje se také dobré a průběžné monitorování systému. Mnoho výrobců solárních systémů dnes nabízí solární regulátory nebo systémy vybavené integrovaným měřičem tepla. To umožňuje přesné sledování výnosů. Pro fotovoltaické systémy jsou k dispozici také automatické monitorovací systémy. Vzhledem k namáhání způsobenému vnějšími vlivy se doporučuje interval kontrol maximálně tři roky. Další informace týkající se intervalů údržby a kontrol lze získat ze specifikací výrobce a ze sdělení o schválení systému. Podle normy ÖNORM B 1300 (2012) Objektové bezpečnostní kontroly obytných budov jsou vlastníci obytných budov odpovědní za bezpečnost a ochranu zdraví ve svých budovách. Z tohoto důvodu musí zajistit, aby jejich majetek nepředstavoval riziko pro bezpečnost osob nebo jejich majetku.

Pravidelné čištění je nutné zejména u fotovoltaických systémů, protože se na nich mohou hromadit nečistoty, jako je pyl, listí, ptačí trus, usazeniny sazí, písečný prach, mech a lišejníky, a zakalení povrchu může vést ke ztrátě výnosů. Frekvence čištění se značně liší a pohybuje se od čištění několikrát ročně až po čištění jednou za několik let. Zejména u fotovoltaických systémů vede znečištění velmi rychle ke ztrátám výnosů. V každém případě by měli být k čištění fotovoltaického systému přizváni odborníci, kteří jsou obeznámeni s bezpečnostními předpisy. Nesprávné čištění systému totiž může způsobit poškození a zvýšit riziko zranění.

U fotovoltaických systémů je třeba dbát na to, aby moduly byly zcela a trvale bez stínu. Vysoko rostoucí rostliny je proto třeba pravidelně zkracovat (viz kapitola 5.1).

## 5.7 10 kroků k zavedení solární energie a ekologizace budov

### 10 kroků k ekologizaci budovy

0. Pokud se uvažuje o kombinaci se solární technologií, je třeba ji naplánovat jako první krok, i když se realizace opozdí.
1. Analýza proveditelnosti zamýšlené ekologizace nové nebo stávající budovy na základě parametrů projektu, jako je konstrukce fasády nebo střechy, cíl ekologizace, rozpočet, situace vlastníka atd. Viz pokyny pro zelené fasády města Vídně:

<https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/fassadenbegruenung-leitfaden.pdf>



2. Nechte si na místě provést úvodní konzultaci od kvalifikovaného poradce pro ekologizaci budov. Součástí konzultace na místě je také základní prověření omezujících parametrů, jako je šířka zbývajících chodníků, ochrana památek, organizační záležitosti, normové ceny, prohlášení o souhlasu v případě více vlastníků nebo statika (Poznámka: Tato služba je ve Vídni dotována a kvalifikovaní první konzultanti nejsou vyžadováni).  
-poradce uděluje a zprostředkovává inovační laboratoř GRÜNSTATTGRAU)
3. Vyjasněte si předem povolení (např. soulad s městskou krajinou MA 19, Spolkový úřad pro ochranu památek, požární ochrana MA 37, svítidla MA 28), finanční situaci a případné dotace.
4. Zadejte plánování kvalifikovanému projektantovi, vypracujte odhad nákladů, koncepci údržby a časový plán (poznámka: projektanti a jejich projekty jsou k dispozici v databázi GRÜNSTATTGRAU).
5. Získejte potřebné nabídky na instalaci a údržbu od specializovaných firem (Poznámka: Realizační firmy, firmy vyrábějící systémy a certifikované výrobky najdete v databázi GRÜNSTATTGRAU).
6. Vyjasněte si všechna rozhraní pro integraci solárních systémů (viz následující návody krok za krokem).
7. Získejte potřebná povolení, zajistěte případné odborné posudky (statika, stavební fond).
8. Uvedení do provozu montážních firem a fáze výstavby
9. Převzetí zařízení a předání do vývojové a dokončovací péče, inkaso předložených dotací po vyúčtování.
10. Přijetí a zadání trvalé péče prostřednictvím koncepce péče

## 10 kroků k solárnímu vytápění

0. Pokud se uvažuje o kombinaci se strukturální ekologizací, je třeba ji naplánovat jako první krok, i když se realizace opozdí.
1. Základní kontrola: Je k dispozici dostatek místa na střeše nebo na fasádě? Je orientace a sklon střechy správný? Je zde dostatek místa pro skladovací nádrž? Lze solární potrubí správně položit?
2. Informujte se: Vyhledejte v okolí instalatéry a projektanty solárních systémů (více informací naleznete na [www.solarwaerme.at](http://www.solarwaerme.at)), kontaktujte je, nechte si vypracovat cenové nabídky a poradenství, případně se poradte s energetickým poradcem. Objasněte si otázky týkající se velikosti a funkce (pouze ohřev teplé vody nebo i vytápění?)
3. Objasněte financování a informujte o možnostech financování (viz také kapitola 6 – Financování).

4. Případně provést ohlášení stavby nebo získat stavební povolení
5. Příprava plánu instalace společně s vybranou montážní firmou.
6. Instalace celého solárního systému (kolektory, zásobník, potrubí, regulátor atd.)
7. Přijetí systému: Systém je třeba dobře vysvětlit, aby mohl být bezproblémově používán po celá desetiletí.
8. Přizpůsobení regulace: Přizpůsobte regulaci systému individuálním zvyklostem při používání.
9. Sledování solárního systému v každodenním životě: Doporučuje se použít měřič tepla, aby bylo možné systém pravidelně kontrolovat a na základě toho jej optimalizovat.
10. Pravidelná údržba: Každé tři roky nechte systém zkontrolovat a servisovat odborníkem.

## 10 kroků k fotovoltaickému systému

0. Pokud se uvažuje o kombinaci se strukturální ekologizací, je třeba ji naplánovat jako první krok, i když se realizace opozdí.
1. Objasnění základních otázek, jako je dostupná plocha, rozměry systému, sklon, orientace ke slunci, integrace do střechy nebo fasády, umístění střídače, vedení kabelů.
2. Kontaktujte možné konstruktéry a projektanty zařízení a získejte několik nabídek, které porovnejte.  
S tím vám pomůže vyhledávač PV Professional Search na **adrese <https://www.pvaustria.at/pv-profi>**.
3. Objasněte financování; ověřte nutnost ohlášení stavby nebo oznámení/schválení podle zákona o elektřině.
4. Objasnění možného financování: Při žádosti o grant dbejte na dodržování stanovených lhůt a podmínek pro získání grantu (podrobné informace o grantech naleznete v kapitole 6).
5. Podat žádost o přidělení měřicího bodu provozovateli sítě (s podporou instalační společnosti).
6. Vyjasnění časového harmonogramu s montážní firmou (počítejte s přiměřenou časovou rezervou!) a zadání zakázky na montáž fotovoltaického systému.
7. Instalace systému a následné vypracování zkušebního protokolu licencovanou elektrotechnickou společností, která ohlásí dokončení systému provozovateli sítě.
8. Výběr dodavatele energie pro nákup energie a podpis smlouvy o dodávkách. Provozovatel sítě vymění stávající měřidlo za nové.
9. Vyúčtování projektu a konečné předložení financující agentuře.
10. Pravidelná údržba a čištění systému



6

**Dotace**



Na instalaci solárních technologií a ekologizaci budov je k dispozici finanční podpora. Přehled dotací je uveden v následující kapitole. Kromě provinční dotace od města Vídeň jsou alternativně k dispozici také federální dotace. Následná instalace fotovoltaických a solárních systémů je rovněž odečitatelná jako zvláštní výdaj (výdaje na renovaci bydlení) při vyúčtování daně ze mzdy.

## 6.1 Zemské financování ve Vídni

### Dotace na ekologizaci budov

Ve Vídni je ekologizace budov zakotvena jako součást plánu rozvoje města STEP 2025, specializované koncepce zeleně a volných ploch a plánu strategie města Vídeň pro městské tepelné ostrovy UHI-STRAT. MA 22 (vídeňský odbor ochrany životního prostředí) také podporuje ekologizaci budov v kombinaci se solárními technologickými systémy pro soukromé osoby s cílem zvýšit kvalitu života, biologickou rozmanitost a zdravé městské klima.

O K žádosti o financování musí být k dispozici stavební povolení nebo stavební zpráva. Projekt nesmí být podpořen z jiných zdrojů. Může se jednat o novostavbu i rekonstrukci. V případě renovace se musí jednat o přeměnu nezelené střechy na ozeleněnou. Pokud je v územním plánu předepsáno ozelenění, lze podpořit pouze výšku substrátu přesahující specifikaci. Způsobitelné k financování jsou pouze stavební metody se zajištěnou kvalitou podle ÖNORM L1131 a do maximální výše financování 20 000 EUR, přičemž způsobilé k financování jsou i poradenské služby. Těsnění střechy nesmí obsahovat azbest a PVC.

O Uliční fasády jsou dotovány částkou maximálně 5 000 eur, ozelenění vnitrobloku částkou maximálně 3 000 eur. K tomu musí být k dispozici souhlasná prohlášení vlastníků nemovitostí. Budova musí mít uzavřenou konstrukci. V posledních pěti letech nebylo možné žádat o dotace na ozelenění fasád. Ozeleněná fasáda musí být udržována po dobu nejméně 15 let. Použití rašeliny a PVC je zakázáno.

V rámci ekologického podnikatelského plánu jsou v modulu Firemní zeleň podporována kvalitně zajištěná a nezávislá poradenská opatření v oblasti projektů ekologizace budov pro firmy (včetně firem spravujících nemovitosti).

Aktuální dotace na ekologizaci budov v Rakousku jsou k dispozici zde:  
<https://gruenstattgrau.at/foerderungen-fuer-gebaeudebegruenung-im-ueberblick/>

## Dotace na fotovoltaické systémy ve Vídni

Podpora inovativních technologií je zásadním příspěvkem k boji proti změně klimatu. V rámci vídeňské podpory fotovoltaických systémů se rozdělují dotace také na systémy pro skladování elektřiny a podporuje se instalace fotovoltaických systémů na zelených střechách. Cílem dotací je zvýšit výnosy a vlastní spotřebu solární elektřiny.

Ve Vídni jsou dotovány firemní a soukromé fotovoltaické systémy instalované na budovách, stavebních objektech nebo provozních plochách (s výjimkou zelených ploch). K žádosti musí být přiložen odpovídající doklad o typu instalace. V současné době jsou dotovány pouze systémy s výkonem nad 50 kWp. Pro prvních 50 kWp lze žádat o federální financování v rámci kampaně Fondu pro klima a energii.

### 1. Dotace na fotovoltaické systémy

Systémy do 100 kWp jsou dotovány částkou 250 eur na kWp. Výkon nad tuto hodnotu (tj. od 101 kWp) je dotován až do maximální hodnoty 500 kWp částkou 200 eur na kWp. Dotace činí maximálně 30 % způsobilých nákladů.

### 2. Podpora fotovoltaických systémů na zelených střechách

Toto financování konkrétně podporuje instalaci fotovoltaického systému na zelených střechách nebo fotovoltaických systémů jako stínících zařízení pro střešní krajiny obytného charakteru a zelené střechy. Tato atraktivní dotace podporuje rozšíření obnovitelných zdrojů energie ve městech a nabízí synergické efekty díky kombinovanému využití zelených střech a fotovoltaiky. Fotovoltaické systémy na zelených střechách jsou dotovány částkou až 400 eur na kWp.

### 3. Podpora systémů skladování elektrické energie

K dispozici jsou finanční prostředky na výstavbu nových stacionárních systémů skladování elektrické energie založených na lithiové technologii a také na systémy skladování solné vody v kombinaci s fotovoltaickým systémem. Řízení zátěže je dotováno částkou až 300 eur.

Elektrické akumulární systémy mají mnoho výhod. Ukládají elektřinu vyrobenou vaším vlastním fotovoltaickým systémem a mohou ji opět uvolnit v době, kdy slunce nesvítí. Tím se zvyšuje vlastní spotřeba. To se vyplatí, protože je třeba odebírat méně energie ze sítě. Slunečné dny, kdy proudí velké množství solární energie, jsou pro provozovatele rozvodných sítí také velkou výzvou. Systémy skladování elektřiny mohou odlehčit elektrické síti v době špičky.

Aktuální a podrobné informace o financování jsou k dispozici na adrese <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/foerderungen/strom.html>

## Dotace na solární vytápění ve Vídni

Dotace na solární systémy ve Vídni se vztahují na systémy instalované při výstavbě obytných budov financovaných ze soukromých zdrojů. Existují dva režimy financování solárních systémů (současný pokyn pro financování je omezen do 31. prosince 2021). Obecným požadavkem na financování je, aby solární kolektory splňovaly požadavky normy EN 12975 (kvalita a výkon).

### **DODATEČNĚ INSTALOVANÉ SOLÁRNÍ SYSTÉMY VYTÁPĚNÍ**

Město Vídeň dotuje soukromou modernizaci solárních systémů pro ohřev vody maximálně 25 % způsobilých investičních nákladů. K základní částce 1 000 eur se připočítává maximální paušální částka 70 eur za m<sup>2</sup> absorpční plochy. Aby byl takový systém způsobilý pro financování, musí mít absorpční plochu alespoň 5 m<sup>2</sup> a objem zásobníku alespoň 300 litrů.

Pokud je solární systém využíván také pro podporu vytápění a/nebo chlazení, zvyšuje se maximální dotace na 35 % způsobilých investičních nákladů. K základní částce 1 000 eur se připočítává maximální paušální částka 100 eur/m<sup>2</sup> absorpční plochy. Tyto systémy musí mít absorpční plochu nejméně 10 m<sup>2</sup> a objem zásobníku nejméně 800 litrů. Na chladicí části solárního chladicího systému činí dotace 35 % způsobilých investičních nákladů.

Pro budovy s více než dvěma bytovými jednotkami platí samostatný výpočet:

- O 3–5 bytových jednotek 750 eur/bytová jednotka
- O 6–10 bytových jednotek 600 eur/bytová jednotka
- O 11–15 bytových jednotek 550 eur/bytová jednotka
- O 16–20 bytových jednotek 500 eur/bytová jednotka
- O od 21 bytových jednotek 450 eur/bytová jednotka

### **SOLÁRNÍ SYSTÉM VYTÁPĚNÍ S VYSOKÝM SOLÁRNÍM POKRYTÍM**

U solárních systémů, které spadají do této kategorie, se dotace výrazně zvyšují. Kromě toho je zde možné financovat i solární systémy v nově postavených budovách. Dotace činí maximálně 25 % způsobilých investičních nákladů, maximálně však 2 200 eur u rodinných domů a 3 100 eur u dvou rodinných domů. V případě tří a více bytových jednotek je maximální výše dotace 650 eur na bytovou jednotku. Pokud je však alespoň jedna třetina roční potřeby energie na vytápění pokryta pomocí



sluneční soustavy, je zde bonus: Maximální dotace se zvyšuje na 3 100 eur pro rodinné domy, 4 400 eur pro dvougenerační domy nebo 800 eur/bytovou jednotku.

- Solární systémy v této kategorii financování musí splňovat následující požadavky: O Integrace do systému vytápění je povinná.
- Pokrytí roční potřeby energie na vytápění (vytápění a ohřev vody) musí být alespoň 20 %.
- Teplo musí být dodáváno prostřednictvím nízkoteplotního topného systému a musí být instalován měřič tepla.

Aktuální oznámení o financování najdete vždy na <https://www.solarwaerme.at/foerderuebersicht-privat/> nebo na <https://www.solarwaerme.at/foerderuebersicht-betrieblich/>.

## 6.2 Federální financování

### PROPAGACE TARIFŮ OEMAG 2021

- Podporují se fotovoltaické systémy na budovách (bez ohledu na právní subjekt).
- Fotovoltaické systémy od 5 kWp do maximálně 200 kWp jsou dotovány.
- Elektřina dodávaná do sítě je dotována prostřednictvím dotačního tarifu
- Kromě toho je poskytována jednorázová investiční dotace.
- Financující agenturou je OeMAG.
- Ročně je k dispozici 8 milionů eur

Výše výkupních cen a jednorázových investičních dotací je každoročně upravena vyhláškou o zelené elektřině. Po uzavření smlouvy jsou výkupní ceny platné 13 let.

Sazba dotace pro rok 2020 činí 7,06 centů/kWh; výše investiční dotace činí 250 eur/kWp nebo maximálně 30 % investičních nákladů.

Informace o financování a žádosti na adrese

<https://www.oem-ag.at/de/foerderung/photovoltaik/tarifforderung/>

### **INVESTIČNÍ DOTACE NA FOTOVOLTAICKÉ SYSTÉMY (DO 500 KWP) A AKUMULACI ELEKTŘINY (DO 50 KWH) - OD ROKU 2021**

- Jednorázová investiční dotace na výstavbu fotovoltaického systému
- Vyrobená elektřina z fotovoltaiky, která je dodávána do sítě, není dotována (na rozdíl od dotace na zelenou elektřinu).
- Financující agenturou je OeMAG.
- Ročně je k dispozici 36 milionů eur (24 milionů na fotovoltaické systémy a 12 milionů na systémy skladování elektřiny).

#### **sazba dotace na fotovoltaický systém:**

- Do 100 kVA/p: 250 eur za kWp
- Více než 100 kWp až 500 kWp: 200 eur za kVA/p (maximálně však 30 % investičních nákladů).

#### **Sazba dotace pro systém skladování elektřiny:**

- Projekty skladování (nové a rozšiřující) do 50 kWh; skladování elektřiny může být větší, ale financováno je maximálně 50 kWh.
- Minimální velikost systému skladování elektřiny: 0,5 kWh na kWp instalovaného výkonu v úzkém hrdle
- 200 eur/kWh nebo max. 30 % objemu investic přímo potřebných pro instalaci systému.

Další informace a přihláška na adrese

<https://www.oem-ag.at/de/foerderung/photovoltaik/investitionsfoerderung/>

### **INVESTIČNÍ PODPORA Z KLIMATICKÉHO FONDU PRO FOTOVOLTAICKÉ SYSTÉMY (DO 50 KWP) 2020–2022**

Především: současná výzva k předkládání návrhů platí do 31. prosince 2022 (nebo dokud budou k dispozici rozpočtové prostředky).

Toto financování bylo v prosinci 2020 navýšeno a rozšířeno. Předchozí rozpočet na financování byl navýšen o dalších 20 milionů. Podpora je poskytována pro volně stojící systémy a systémy montované na střeche. Bonusem jsou systémy integrované do budov. Investiční dotace je k dispozici na prvních 50 kWp systému. Samotnou fotovoltaickou elektrárnu lze postavit větší.

#### **Podpora fotovoltaiky:**

- 250 eur/kWp pro 0 až 10 kWp
- 200 eur/kWp za každý další kWp mezi > 10–20 kWp
- 150 eur/kWp za každý další kWp > 20 kWp až 50 kWp
- 100 eur/kWp bonus pro fotovoltaické systémy integrované do budovy

Informace o financování a žádosti na [www.klimafonds.gv.at](http://www.klimafonds.gv.at)

## **OFF-GRID OSTROVNÍ SYSTÉMY**

K dispozici je financování systémů vlastního zásobování v odlehlých lokalitách bez přístupu k síti (např. fotovoltaické systémy, malé vodní elektrárny, větrné elektrárny nebo systémy skladování elektrické energie pro zásobování horských chat). Žádosti mohou podávat všechny podniky, jiné podnikatelsky aktivní organizace, sdružení a církevní instituce.

Informace o financování a žádosti na

<https://www.umweltfoerderung.at/betriebe/stromerzeugung-m-ihsellage-auf-basis-erneuerbarer-energietraeger.html>

Veškeré informace o financování jsou shrnuty a vždy aktualizovány na adrese <https://www.pvaustria.at/forderungen/>.

## **Dotace na ekologizaci budov**

Realizace zelených budov je integrována do následujících technických koncepcí: Strategie biohospodářství 2020+, klimaaktiv, Strategie přizpůsobení se změně klimatu, #mission2030, Obnovitelná energie 2018 a Environmentální prohlášení. Strategie Spolkové agentury pro životní prostředí pro biologickou rozmanitost 2020+ zahrnuje také ekologizaci budov. Kromě toho existují v Rakousku dotace na poradenské a realizační projekty specifické pro danou lokalitu, většinou na úrovni obcí.

Aktuální informace o financování ekologizace budov naleznete na:

<https://gruenstattgrau.at/urban-greening/foerderungen/>

## **Podpora ozelenění střech a fasád jako opatření pro energetickou renovaci (KPC):**

### **EKOLOGIZACE BUDOV**

V rámci celorakouských ekologických dotací Spolkového ministerstva pro ochranu klimatu, životní prostředí, energetiku, mobilitu, inovace a technologie (BMK) existují dotace na výstavbu zelených střech a fasád pro podniky a obce. Společnost Kommunalkredit Public Consulting GmbH (KPC) se zabývá těmito dotacemi a uděluje různé granty na ekologizaci budov při nové výstavbě a rekonstrukcích. To platí v kombinaci s energeticky účinnou výstavbou nebo tepelnou renovací budov.

- Podpora nových budov využívaných pro podnikatelské účely v energeticky úsporné výstavbě pro podniky a obce (BMNT) – (např. extenzivní ozelenění střech, ozelenění fasád až do výše 150 eur/m<sup>2</sup>).
- Podpora tepelné renovace budov pro podniky a obce (BMNT) – (včetně rozsáhlého ozelenění střech, ozelenění fasád až do výše 150 eur/m<sup>2</sup>).

## Dotace na solární systémy vytápění

### PRIVÁTNÍ

Celostátní dotace na soukromé instalace solárních systémů pro vytápění poskytuje Fond pro klima a energetiku a dotace se každoročně obnovují. Současná dotace činí 700 eur na systém a je vyplácena jednorázově jako dotace na investiční náklady. Je k dispozici na internetových stránkách Fondu pro klima a energii. Pro solární systémy, které pokrývají alespoň 70 % celkové potřeby tepla v rodinném domě, existuje program Fondu pro klima a energii pro solární domy. Platí pro nové budovy, stávající budovy a rekonstrukce a je také každoročně obnovována. Podmínky financování jsou k dispozici na domovské stránce Fondu pro klima a energii.

Aktuální výzvy k předkládání žádostí o finanční podporu jsou vždy k dispozici na adrese <https://www.solarwaerme.at/foerderuebersicht-privat/> najít.

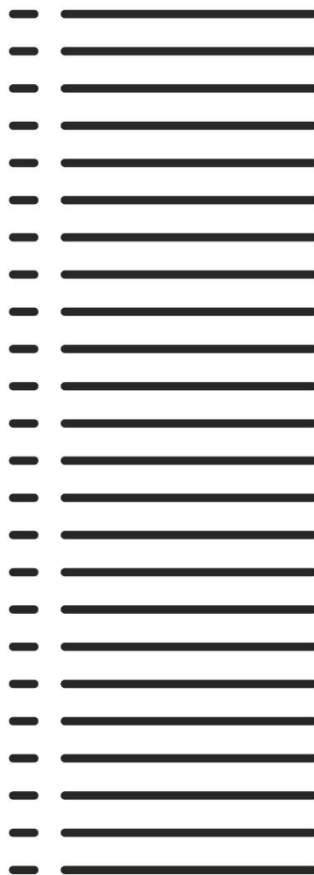
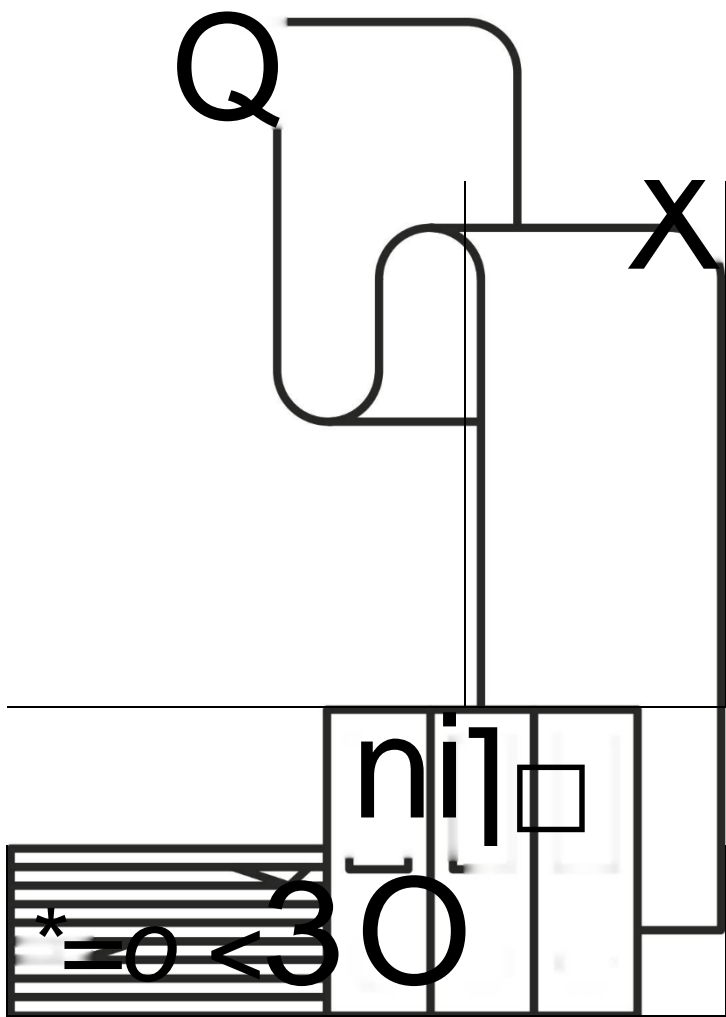
### OPERATING

V rámci dotací na ochranu životního prostředí v domácnostech (UFI) jsou solární systémy pro ohřev teplé vody, vytápění prostor a procesní teplo do 100 m<sup>2</sup> plochy kolektorů dotovány částkou 150 eur na m<sup>2</sup> u standardních kolektorů a částkou 195 eur na m<sup>2</sup> plochy kolektorů u vakuových kolektorů. Dotace činí maximálně 30 % způsobilých nákladů. Systémy s kolektorovou plochou větší než 100 m<sup>2</sup> jsou dotovány podle úspory CO<sub>2</sub> v systému. Dotace činí maximálně 25 % způsobilých nákladů, minimální investice pro způsobilé systémy je 10 000 eur. V rámci programu Fondu pro klima a energii pro velké elektrárny jsou velké solární elektrárny s plochou kolektorů 100 m<sup>2</sup> a více (ve zvláštních případech 50 m<sup>2</sup> a více) dotovány 30–50 % investičních nákladů. V šesti tematických oblastech jsou podporovány integrativní energetické systémy, nové technologie a zvláště velké systémy (> 5 000 m<sup>2</sup>). Kromě toho jsou studie proveditelnosti pro projekty nad 5 000 m<sup>2</sup> financovány až do výše 100 %.

Aktuální oznámení o financování najdete vždy na adrese <https://www.solarwaerme.at/foerderuebersicht-betrieblich/>.



# **Seznam ilustrací a impresum**



# Seznam obrázků

Předmluva	1	Ingo Pertramer
Úvod	1	Rudolf Schmied Město
	2	Videň/Fürthner
Obrázek	1	Pfoser et al., 2013; Ilustrace: buero bauer
	2	Fotovoltaika Rakousko; Ilustrace: buero bauer
	3	ertex solar
	4	KIOTO SOLAR
	5	KIOTO SOLAR
	6	DAS Energy/alwitra
	7	Fotovoltaika Rakousko; Ilustrace: buero bauer
	8	Fotovoltaika Rakousko
	9	Fotovoltaika Rakousko
	10	Pflügl
	11	Wien Energie/Christian Hofer
	12	Fotovoltaika Rakousko
	13	Vídeňská energetika
	14	Vídeňská energetika
	15	Fotovoltaika Rakousko
	16	Fotovoltaika Rakousko
	17	ATB Becker
	18	Fotovoltaika Rakousko
	19	Velka-Boticka
	20	Architekti huggenbergerfries, © Beat Bühler
	21	BE Netz AG, CH-Lucerne
	22	RENE SCHMID ARCHITECTS AG
	23	Rainer Sohlbank
	24	Valentina Damian
	25	Fotovoltaika Rakousko
	26	Fotovoltaika Rakousko
	27	Fotovoltaika Rakousko
	28	Fotovoltaika Rakousko
	29	Wien Energie/Johannes Zinner
	30	Fotovoltaika Rakousko
	31	Wien Energie/Johannes Zinner
	32	Elektrotechnika Leitinger
	33	Fotovoltaika Rakousko; Ilustrace: buero bauer
	34	Statistiky trhu; Ilustrace: buero Bauer
	35	Fotovoltaika Rakousko; Ilustrace: buero bauer
	36	Solární průvodce města Vídně, 2014; Ilustrace: buero bauer
	37	Gasokol GmbH
	38	Gasokol GmbH
	39	Gasokol GmbH; Ilustrace: Buero Bauer



Obrázek	40	Pfoser/Jakobs 2015; Změny Kraus/Enzi 2016; Ilustrace: buero bauer Ilustrace: buero bauer
	41	Ilustrace: buero bauer
	42	GRÜNSTATTTGRAU (ZELENÝ ODSTÍN ŠEDÉ); ilustrace: buero bauer
	43	GRÜNSTATTTGRAU (ZELENÝ ODSTÍN ŠEDÉ); ilustrace: buero bauer
	44	GRÜNSTATTTGRAU (ZELENÝ ODSTÍN ŠEDÉ)
	45	GRÜNSTATTTGRAU (ZELENÝ ODSTÍN ŠEDÉ)
	46	GRÜNSTATTTGRAU (ZELENÝ ODSTÍN ŠEDÉ); ilustrace: buero bauer
	47	GRÜNSTATTTGRAU (ZELENÝ ODSTÍN ŠEDÉ)
	48	GRÜNSTATTTGRAU (ZELENÝ ODSTÍN ŠEDÉ); ilustrace: buero bauer
	49	GRÜNSTATTTGRAU (ZELENÝ ODSTÍN ŠEDÉ)
	50	GRÜNSTATTTGRAU (ZELENÝ ODSTÍN ŠEDÉ); ilustrace: buero bauer
	51	GRÜNSTATTTGRAU (ZELENÝ ODSTÍN ŠEDÉ)
	52	GRÜNSTATTTGRAU (ZELENÝ ODSTÍN ŠEDÉ)
	53	GRÜNSTATTTGRAU (ZELENÝ ODSTÍN ŠEDÉ)
	54	GRÜNSTATTTGRAU (ZELENÝ ODSTÍN ŠEDÉ); ilustrace: buero bauer
	55	Ulrike Pitha
	56	Marco Schmidt, TU Berlin
	57	Sdružení pro ekologizaci budov, BOKU WIEN, IBLB
	58	Město Wien/C. Fürthner
	59	Město Vídeň/C. Fürthner
	60	ZHAW, Solarspar
	61	BUGG, Gunter Mann
	62	nachhaltigwirtschaften.at
	63	green4cities
	64	GSG
	65	Dieter Moor, ertex solar
	66	Fotovoltaika Rakousko
	67	Goetzenbrucker
	68	Optigrün
	69	Solární úspory
	70	Solární úspory
	71	Solární úspory
	72	Solarspar & ZHAW Zurich
	73	3F SOLAR
	74	3F SOLAR
	75	LP architektur ZT GmbH
	76	AEEINTEC
	77	Trimmel Wall Architekten ZTGmbH
	78	HABAU GmbH
	79	GREENoneTEC GmbH
	80	GSG
	81	GSG
	82	Marco Schmidt, TU Berlin; ilustrace: buero bauer
	83	Město Vídeň; ilustrace: buero bauer

# Impressum

## Vlastník a vydavatel médií

Magistrát města Vídně, odbor 20

Odbor magistrátu 20 – Energetické plánování

## Celková strategická koordinace a editace

Městský odbor 20 – Energetické plánování

[www.energieplanung.wien.gv.at](http://www.energieplanung.wien.gv.at)

Mag. Bernd Vogl

DI Dr. Stefan Sattler

Mag.<sup>a</sup> Kristina Grgic

## GRÜNSTATTGRAU GMBH

[www.gruenstattgrau.at](http://www.gruenstattgrau.at)

DJ<sup>in</sup> Vera Enzi

DJ<sup>in</sup> Susanne Formanek

Tijana Matic, BSc.

Rafael Werluschnig, BSc.

## PV RAKOUSKO

[www.gruenstattgrau.at](http://www.gruenstattgrau.at)

DJ<sup>in</sup> Vera Immizer

DJ<sup>in</sup> Julia Stockklausner

Judith Pospischil

Nikolas Fussenegger

## AUSTRIA SOLAR

[www.solarwaerme.at](http://www.solarwaerme.at)

DI Roger Hackstock

Jakob Ploteny, BA

## Konzept designu, ilustrace, rozvržení

buerobauer, [www.buerobauer.com](http://www.buerobauer.com)

## Tisk



Vytištěno na ekologickém papíře podle kritérií „Ökokauf Wien“ Vyrobeno s kompenzací CO<sub>2</sub>.

## Místo vydání a výroby

Vídeň, 2021

