

edice stavitel

# Ozeleněné střechy

Barbora Čermáková, Radka Mužíková



## Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

*Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umístování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.*



edice stavitel

# Ozeleněné střechy

Barbora Čermáková, Radka Mužíková

Grada Publishing

## ■ OZELENĚNÉ STŘECHY

### **Barbora Čermáková, Radka Mužíková**

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

obchod@grada.cz, www.grada.cz

tel.: +420 220 386 401, fax: +420 220 386 400

jako svou 3725. publikaci

Odpovědní redaktoři Vladimír Mikeš, Věra Slavíková

Sazba Naďa Hutníková

Fotografie na obálce Radka Mužíková

Fotografie a grafické přílohy z archivu autorek

Počet stran 248

První vydání, Praha 2009

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.

Husova ulice 1881, Havlíčkův Brod

Copyright © Grada Publishing, a. s., 2009

Cover Design © Eva Hradiláková 2009

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

ISBN 978-80-247-1802-6 (tištěná verze)

ISBN 978-80-247-6973-8 (elektronická verze ve formátu )

© Grada Publishing, a.s. 2011

# ■ Obsah

Úvod .....	9
<b>1 Ozeleněné střechy v historii a současnosti .....</b>	<b>9</b>
1.1 Tradiční historické střechy s vegetačním pokryvem.....	10
1.2 Ozeleněné střechy v zahraničí od historie až po současnost .....	11
1.3 Ozeleněné střechy v českých zemích od historie až po současnost .....	16
<b>2 Význam ozeleněných střech.....</b>	<b>23</b>
2.1 Životní prostředí v městských aglomeracích .....	23
2.2 Výhody a nevýhody ozelenění střech .....	26
<b>3 Typy a skladby ozeleněných střech .....</b>	<b>34</b>
3.1 Typy střech a jejich vhodnost k ozelenění.....	34
3.1.1 Ploché střechy .....	35
3.1.2 Šikmé a strmé střechy.....	38
3.2 Typy ozelenění.....	39
3.2.1 Biotopní zeleň (samovolné ozelenění) .....	40
3.2.2 Extenzivní zeleň .....	42
3.2.3 Polointenzivní zeleň.....	46
3.2.4 Intenzivní zeleň.....	47
3.3 Skladba ozeleněných střešních pláštů.....	49
3.4 Vrstvy střešního pláště.....	51
3.4.1 Vegetační (pěstební souvrství) .....	52
Vegetace .....	52
Způsoby ozelenění .....	55
Extenzivní zeleň .....	58
Střešní trávníky.....	61
Kotvení rostlin .....	66
Mulčovací vrstva.....	68
Stabilizační vrstva – horní ochrana substrátu.....	68
Substráty, zemina a vegetační rohože.....	68
Stabilizační vrstva – opatření proti sesuvu substrátu = protismykové a protiskluzové zajištění .....	75
Stabilizační vrstva – opatření proti sání větru .....	78
Hydroakumulační (vododržná/vodostavná) vrstva.....	78
Filtrační (separační) vrstva .....	79
Drenážní (a hydroakumulační) vrstva.....	80
3.4.2 Střešní plášť.....	86
Horní ochranná vrstva hydroizolace (separační, dilatační) .....	86
Ochranná fólie odolné proti prorůstání kořínků.....	87
Hydroizolace .....	87
Dilatační vrstva .....	92
Separační vrstva .....	92
Expanzní vrstva.....	92
Tepelná izolace.....	93

---

Spádová vrstva.....	97
Vzduchotěsná vrstva.....	98
Pojistná hydroizolační vrstva .....	98
Parozábrana (parotěsná vrstva) .....	99
Nosná konstrukce .....	100
<b>4 Vliv ozelenění na konstrukci a funkci střechy.....</b>	<b>101</b>
4.1 Vliv ozelenění na nosnou konstrukci.....	101
4.2 Tepelná technika ozeleněných střech.....	106
4.3 Odvodňovací systémy .....	108
4.4 Konstrukce na střeše .....	112
4.5 Detaily.....	115
<b>5 Speciální způsoby ozelenění.....</b>	<b>124</b>
5.1 Zeleň v mobilních nádobách .....	124
5.2 Dodatečné ozelenění.....	126
5.3 Domy chráněné zemí.....	127
5.4 Vertikální zahrady.....	129
<b>6 Realizace ozeleněných střech .....</b>	<b>130</b>
6.1 Estetické hledisko .....	130
6.2 Realizace – projekty a vlastní práce .....	131
6.3 Časový plán .....	133
6.4 Finanční náklady.....	134
<b>7 Údržba vegetačních střech.....</b>	<b>140</b>
7.1 Závlaha.....	141
7.2 Výživa a hnojení .....	150
<b>8 Závěr .....</b>	<b>153</b>
<b>9 Vybrané realizace ozeleněných střech .....</b>	<b>154</b>
<b>Terminologie.....</b>	<b>161</b>
<b>Normy, směrnice, zákony a vyhlášky .....</b>	<b>165</b>
<b>Spolky, ústavy, komise.....</b>	<b>168</b>
<b>Doporučené zdroje.....</b>	<b>169</b>
<b>Poděkování .....</b>	<b>170</b>
<b>Přílohy .....</b>	<b>171</b>
<b>A. Seznamy rostlin pro ozelenění střech .....</b>	<b>171</b>
<b>I Nevhodné rostliny .....</b>	<b>171</b>
I.1 Dřeviny hlubokokořenící.....	171
I.2 Dřeviny s výškou přes 20 m.....	172

---

I.3 Dřeviny s výškou 10–20 m .....	176
<b>II Vhodné rostliny.....</b>	<b>183</b>
II.1 Jehličnaté rostliny.....	183
II.2 Listnaté dřeviny.....	188
II.3 Trvalky.....	237
<b>III Rostliny vhodné do městských aglomerací (do znečištěného prostředí) .....</b>	<b>237</b>
<b>IV Rostliny vhodné pro vytvoření střešního travního porostu .....</b>	<b>239</b>
<b>V Alergení rostliny .....</b>	<b>240</b>
<b>B. Zkratky materiálů a jejich chemické názvy .....</b>	<b>241</b>
<b>Rejstřík .....</b>	<b>242</b>





## ■ Úvod

Ozeleňování střeš je trendem posledních let, zvláště v městském prostředí. Na střešách se zakládají nejjednodušší formy zeleně, stejně jako náročné zahrady. Kromě funkce reprezentativní bývá čím dál více zeleň na střešách uplatňována z důvodů ekologických.

Tato kniha vznikla původně jako souhrn poznámek k tematice ozeleněných střeš. Časem byly poznámky doplňovány informacemi z externích zdrojů. Informace byly často protichůdné, což podnítilo autorky k hlubšímu studiu problematiky. Vzhledem k provázanosti na stavební profese došlo logicky i k rozšiřování o informace týkající se střešního pláště, následně ke konzultacím, opravám a doplňování o stavební postupy a technologie. Nakonec se z jednotlivých poznámek stal tento celistvý text.

Cílem publikace, kterou držíte v rukou, je seznámit čtenáře s problematikou ozeleňování střeš. Téma spojuje dva rozdílné obory, proto se na vzniku knihy spolupodílely zahradní inženýrka a stavební inženýrka. V publikaci najdou užitečné informace jak stavebníci a pracovníci stavebních firem, tak zahradníci, projektanti a architekti. Kniha je určena nejen odborníkům, ale i laické veřejnosti. Poskytuje vysvětlení i těch nejzákladnějších termínů a postupů.

Střešy s vegetačním pokryvem jsou v knize označovány jako „ozeleněné střešy“. Slovní spojení „zelená střeša“ lze totiž chápat pouze jako překladovou mýlku vzniklou z anglického termínu „green roof“ či německého „Gründach“, kde pojmy „green“ či „Grün“ neoznačují zelenou barvu, ale vystihují zeleň ve smyslu vegetace.

*Poznámka:*

*Veškeré postupy uvedené v této knize mají pouze informativní charakter. Pro řešení konkrétních případů doporučujeme vyhledat příslušné stavební a zahradní odborníky.*

## ■ 1 Ozeleněné střešy v historii a současnosti

Vegetace na střešách není z historického hlediska žádnou novinkou. Byla dokázána existence střeš s vegetací již před 3000 lety. První ozeleněné střešy vznikaly z čistě praktických důvodů, tedy nikoli kvůli výslednému estetickému dojmu či ekologickému přínosu, ale jako ochrana před klimatickými podmínkami.



**Obr. 1.1** Samovolné ozelenění garáže, Jizerské hory, rok 2007

## 1.1 Tradiční historické střechy s vegetačním pokryvem

Ozeleněné střechy v minulosti vznikaly na Islandu, na Faerských ostrovech, ve Skandinávii, USA, Kanadě stejně jako třeba v Tanzánii či v Guatemale, tedy v oblastech s naprosto rozdílným klimatem. V teplých podmínkách tyto střechy ochlazovaly interiér, v chladných naopak přispívaly k akumulaci tepla. Na Islandu byly střechy s vegetací dokonce jedinou ochranou proti chladu, neboť obydlí nebyla vůbec vytápěna. Zdrojem tepla bylo pouze teplo uvolňované osobami a zvířaty v nich žijícími.

Hmotnost střešního souvrství tradičních historických střech s vegetací překračovala 100 kg/m<sup>2</sup>. Konstrukci tvořil dřevěný krov s bedněním. Do dřevěného bednění byly ukotveny latě zamezující sesuvu horních vrstev. Na bednění se v pěti až osmi vrstvách navršila březová kůra bílou stranou dolů. Nad okapem, který byl vlhkostí více zatížen, byla tato vrstva zesílena. Březová kůra chránila prkna před huminovými kyselinami vylučovanými travními drny. Pouze na viditelných okrajových částech byla z estetických důvodů otočena vrchní vrstva březové kůry bílou barvou nahoru. Tvořila tak kontrast s červenohnědou barvou dřeva. Na březovou kůru se ukládalo několik vrstev travních drnů, a to travní stranou směrem dolů. Výjimku tvořila pouze nejsvrchnější vrstva, položená kořeny dolů tak, aby mohly prorůst a spojit vrstvy pod ní. Hřeben se před erozí a dalšími vlivy chránil velkými křížem položenými drny. Na štítě byly umístěny závětrné desky, podél dřevěných okapových žlabů opěrný děrovaný nosník proti sesuvu drnů. Otvory v nosníku sloužily pro odtok přebytečné vody. Nad okapem býval, tak jako u dnešních moderních střech, drenážní pás. Na okraj střechy byly v jedné až dvou řadách rozmístěny kameny sloužící jako protierozní opatření.

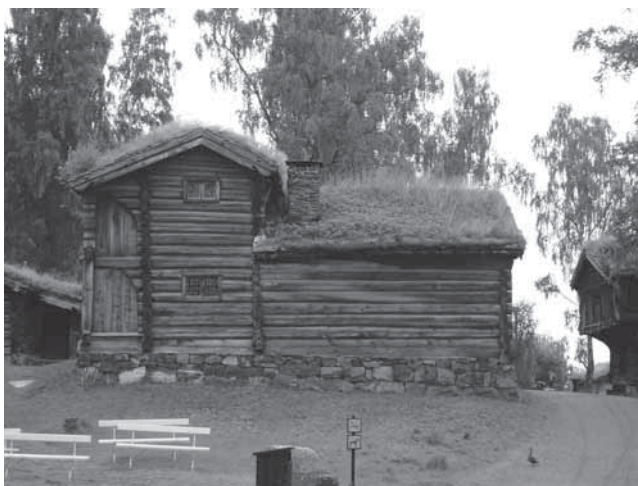
Použití březové kůry jako jednoho ze stavebních materiálů má velkou výhodu, spočívající ve vysokém obsahu tříslových kyselin. Právě díky nim je kůra odolná vůči zpráchnivění. Aby vznikla vodotěsná a pro kořeny neproniknutelná vrstva, používal se pro slepení kůry dřevný dehet. Ten má ovšem rakovinotvorné účinky, takže dnes nelze tuto skladbu střechy kvůli zdravotním rizikům doporučit.

Konstrukce založené na této technologii nejsou pro vodu zcela nepropustné, a tak zejména v oblastech častějších a vydatnějších srážek bylo třeba pro urychlení odtoku vody ze střešní plochy volit střechy s větším sklonem tak, aby nedocházelo k jejich podmačení. Větší sklon měl za následek, že na 1 m<sup>2</sup> střešní plochy dopadalo menší množství srážek a ty, které dopadly, po střeše rychleji stékaly. Bylo však nutné najít takové kompromisní řešení, aby sklon nebyl příliš strmý, neboť v takovém případě dochází ke zvýšenému působení vodní a větrné eroze na vrchní vrstvy vegetačního souvrství. K boji proti promočení přispíval také použitý materiál – rašelina, která v naprosto suchém stavu nesaje vodu.



**Obr. 1.2** Přirozené osidlování stavby vegetací, Šumava, rok 2006

**Obr. 1.3** Tradiční skandinávská střecha, muzeum v přírodě Lillehammer, Norsko, rok 2005



Konstrukce střech ve Skandinávii odpovídala výše uvedené technologii. Mocnost vrstvy tvořené travními drny činila cca 20 cm. Voda se ze střech odváděla pod okrajovým profilem, vydlabaným v okapovém trámu. Okapový trám uchycený dřevěným hákem byl kotven k přesahující krokvi. Takové střechy měly tradičně sklon 30–45°, jejich životnost byla podle četnosti dešťových srážek v oblasti cca 20–40 let.

Na Faerských ostrovech i na Islandu se používaly krokevní a vaznicové střešní soustavy, které byly postupně zkombinovány. Na Islandu byla střecha pokryta dvěma až třemi vrstvami rašelinových drnů. Ty byly zesponu podpírány větvemi, shora pak pokryty silnou vrstvou travních drnů.

Američané a Kanadané stavěli před více než sto lety tzv. „sodhouses“, neboli drnové domy, pro které patrně našli inspiraci v Evropě. K jejich stavbě se používaly materiály snadno dostupné v prériích – drny, dřevo a kámen. Stěny silné 60–90 cm se stavěly z 10 cm tlustých travních drnů, kladených na sebe obdobně jako cihly tak, aby drny směřovaly kořeny nahoru. Skladba střechy sestávala z vaznicové konstrukce krovu, na niž se umístila vrstva větví. Následovala vrstva tvořená préríjnými a bahenními travinami, samotnou krytinu pak tvořily dvě vrstvy travních drnů. Výhodou těchto domů byly malé náklady na jejich výstavbu, nevýhodou náchyllost k rozmočení za deště.

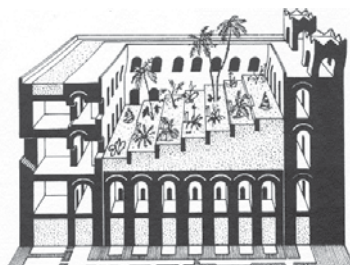
## ■ 1.2 Ozeleněné střechy v zahraničí od historie až po současnost

Přítomnost vegetace na starověkých střechách byla prokázána například při vykopávkách města Ninive, kde se ozeleněné střechy objevovaly za vlády krále Šalomouna (929–917 př. n. l.).

První zmínky o předchůdcích dnešních ozeleněných střech se objevily na Blízkém východě v době rozkvětu starověké Mezopotámie, a to v podobě střešních sadů. Rodnou oblastí ozeleněných střech jsou tedy zřejmě Asýrie a Babylón. Při vykopávkách mezi Eufratem

a Tigridem byly nalezeny reliéfy z přelomu 8. a 7. století př. n. l., které zobrazují několikapatrové ozeleněné terasy s vlastním zavlažovacím systémem.

Mezi sedm klasických divů světa patří díky své velkoleposti a kráse *Semiramidiny visuté zahrady*. Pravděpodobně v 6. století před naším letopočtem je založil v Babylóně, hlavním městě Mezopotámie, král Nabukadnesar II. (605–562 př. n. l.). Dle nejpravděpodobnější hypotézy vznikla stavba na počest bájně královny – Nabukadnesarovy médské manželky Šammuramat (řecky Semiramis). Visuté zahrady byly založeny na speciálních zděných stupňovitých konstrukcích s klenbami (v tehdejší době nový stavební prvek). Na jižní straně králova paláce v Babylóně tak vznikla 22 metrů vysoká stavba podporovaná kolonádou kamenných sloupů a palmovými trámy. V konstrukcích střech byla tepelně izolační vrstva provedena z rákosy zalitého asfaltem. Hydroizolaci tvořily olověné pláty, nad nimiž byla navršena zemina a vysázena řada rostlin – od trvalek přes popínavé dřeviny až po keře (např. růže) a stromy. Na visutých neboli stupňovitě ustupujících zahradách/terasách propojených schodišti tak byl vyřešen jak problém izolace, tak zásobování vodou v podobě zavodňovacích kanálů, které vegetaci trvale zajišťovaly přísun vláhy. Zavlažování bylo zajištěno ohromným výtlačným kolem, kterým otáčeli otroci a díky němuž se voda dostávala do zavodňovacích kanálů. Byly objeveny i stopy po zděné studni s trojitou spirálovitou šachtou. Bohužel právě voda se stala pro Babylón i s jeho zahradami osudnou. Nepálené cihly se při velké povodni namočily a město se sesunulo jako domeček z karet.



**Obr. 1.4** *Semiramidiny visuté zahrady, Babylón, Mezopotámie*

V 16. století odkryl visuté zahrady holandský umělec Martin Heemskerck. Pro naši dobu je ale o něco později objevil Robert Koldewey (1855–1925), který začal s vykopávkami v Babylóně roku 1899. Irácká památková správa nechala roku 1964 zahrady rekonstruovat, po postavení základů však práce pro nákladnost přerušila.

Strabón, řecký historik a zeměpisec (64/63 až cca 21 př. n. l.), popisuje visuté zahrady takto: „A tak se tato hradba, stejně jako visutá zahrada, počítá mezi sedm divů světa. Zahrada tvoří čtverec a každá jeho strana měří čtyři plenthra (tedy cca 120 metrů – pozn. autorem), drží se na klenbách spočívajících na podstavcích z kvádrů, postavených na sebe jako kostky. Podstavce jsou naplněny hlínou, takže v nich mohou růst i největší stromy. Zhotoveny jsou z pálených cihel spojených asfaltem, asfaltem jsou zality i oblouky a pilíře z kamenných kvádrů. Nejvyšší plošina má stupňovité terasy a na těchto terasách jsou spirálová čerpadla, jimiž určené dělníci neustále čerpají vodu z Eufratu. Tato řeka teče totiž středem města v šíři jednoho stadia (tedy cca 160–210 metrů – pozn. autorem) a zahrada je vedle řeky.“

Pád Mezopotámie neznamenal konec pro ozeleněné střechy. Ozelenění střech se postupně přeneslo do Evropy, do řecké a římské říše. Roku 28 př. n. l. nechal císař August v Římě postavit *mauzoleum*, které mělo kruhový půdorys o průměru 89 m a bylo ukončeno terasou se zelení (cypřiše a trvalky) v přenosných nádobách. Na střechách *patricijských domů a paláců* se objevovaly zahrady, ovocné stromy, nádrže na vodu a někdy i téměř dokonalá jezírka s rybami. Šlo o módní záležitost, kterou se prokazovalo postavení a majetkové poměry. Chudší obyvatelstvo z nedostatku prostoru i financí napodobovalo trend bohatých budováním malých terasových zahrad s rostlinami v nádobách. Stopy po ozeleněných

střechách byly nalezeny také při vykopávkách v Pompejích. Příkladem je *Diomedův palác* či *Sallustův dům* v Pompejích, kde plochá střecha sloužila jako přírodní solárium, či *terasy domů císaře Augusta*, na nichž byly pěstovány dekorativní dřeviny.

Ozeleněné střechy byly populární i v době byzantské, kde se objevovaly především nad tehdejšími paláci. Například v dílech básníka Justiniána jsou opěvovány tehdejší střešní sady jako místa krytá před větrem a sluncem a odkrývající nádherné výhledy na moře. Ozeleněné střechy jsou zobrazeny i v byzantském evangeliu a modlitebních knihách z 11. a 12. století.

Od poloviny 11. století vznikaly střešní a terasové zahrady zejména v Itálii a Francii. Kolem roku 1400 v Itálii, ve Florencii, vznikl palác *Medicejských* neboli „*Villa Garegii*“ se střešní zahradou a terasami o rozloze přes 100 m<sup>2</sup>.

V roce 1487 nechal císař *Fridrich III.* na svém zámku v německém *Norimberku* postavit střechu s květinovou zahradou, vinicí a ovocným sadem.

Roku 1530 bylo v Římě přičiněním kardinála *Andrea del Vale* založeno muzeum ozeleněných střech a teras. Znamé jsou též v 16. a 17. století v Římě založené visuté zahrady princezny *Zagaglio*, jejichž autorem byl architekt *Filareti*.

V 17. století se setkáváme s prvními teoretickými pracemi zabývajícími se zahradami na střechách.

Jednou z nejnádhernějších a nejobdivovanějších staveb byla střešní zahrada *kardinála Lamberga* na jeho paláci v *Pasově*. Dokončena byla roku 1705 a měla dva stupně o celkové délce 100 m a šířce 30 m. Na této budově se objevil nový konstrukční prvek – stěna na návětrné straně, jež měla funkci jak ozdobnou, tak ochrannou.

Překrásné ozeleněné střechy a terasy se v té době rozšiřují hlavně v Itálii. Mecenáši v Římě, Benátkách, Veroně a dalších městech staví střešní sady ve velkém. Některé italské městské státy přijímají dokonce stavební pravidla, v nichž se nařizuje stavět ozeleněné střechy.

Střešní zahrady se stávají v 17. století módními i v bohatých německých městech, ve Francii a v Anglii. Na přelomu 17. a 18. století se v knihách a spisech objevuje doporučení, aby byly šikmé střechy nahrazeny plochými ozeleněnými střechami, které umožňují obyvatelům domu jak odpočinek, tak příležitost k „práci na zahradě.“

Přibližně od poloviny 19. století se v Berlíně stavěly tzv. *střechy z dřevěného cementu*. Jedná se o střechy umístěné na čtyřpodlažních blocích a svažující se do vnitřního dvora. I zde se díky svým hydroizolačním vlastnostem používal dehet (vznikající jako vedlejší produkt při zplynování uhlí a výrobě dřevěného uhlí), který se aplikoval mezi vrstvy papíru. Na hydroizolace byl pak proveden násyp ze šterkopísku a jílovité hlíny, který sloužil jako protipožární opatření. Tyto střechy byly spontánně ozeleňovány náletovou zelení. Významnou roli u těchto budov hraje větraný prostor pod střešní izolací, který při případné konstrukční netěsnosti umožní opětovně rychlé vyschnutí. V takovém případě pak není i po celá desetiletí nutná údržba či oprava. Několik takových budov se dochovalo dodnes. I zde se potvrzuje, že důležité je zejména kvalitní a promyšlené provedení.

V souvislosti s konstrukcí střech lze za přelomový považovat rok 1867, kdy byl vynalezen železobeton (konstrukce z betonu a ocelové výztuže, jejíž výhodou je vysoká pevnost v tahu). Železobeton umožňoval vysoké zatížení konstrukcí, jednodušší řešení střešních pláštů, bezpečnější uložení vodoinstalací a prodloužení životnosti konstrukčních prvků nejen střech, ale celých staveb. Jedna z prvních střech s vegetací, kde byl použit železobeton, byla navržena a postavena architektem *F. Hennebiquem* roku 1887 na *nájemném domě v Lombardii*.

Za další mezník související s přístupem k ozeleňování střech se považuje rok 1923, kdy významný švýcarský funkcionalistický architekt žijící ve Francii *Le Corbusier* (1887–1965, vlastním jménem Charles-Édouard Jeanneret) napsal: „Střešní zahrady se stanou vyhledávanými místy v domě a budou znamenat navrácení zastavěné plochy městu.“ K této jeho myšlence se obrací řada architektů 20. a 21. století, kteří si uvědomují, že neustálou novou výstavbou jsou krajinně zabírány plochy, které jí můžeme vrátit zpět právě díky ozeleňování střech. V roce 1923 *Le Corbusier* rovněž napsal: „Končí doba, kdy střešní zahrada byla spíše kuriozitou než skutečnou potřebou. V budoucnu by měla mít střešní zahrada a všechny její prvky podstatný vliv na životní prostředí města jako celku i na prostředí samotného bydlení.“ V článku s názvem *Ulice* se vyjadřuje takto: „Mezi vysokými lesklými vertikálními liniemi domů je vidět tři řady nad sebou se táhnoucích linií nádherných Semiramidiných zahrad – ulice odpočívá... Vysoko nad mrakodrapy je vidět opravdové současné zahrady, ve kterých rostou túje, topolové křoví, věčně zelený břechtan a tulipány, kakost a mnohé další rostliny. Kolem je klid, pohodlná křesla a v nich besedující lidé.“

Od začátku 20. století se ozeleňování stalo nedílnou součástí urbanistických koncepcí. Americký architekt *Frank Lloyd Wright* na začátku 20. století ve svých návrzích využíval ozelenění střech jako výrazného architektonického prvku určeného k sepjetí budov s krajinou. V *Chicagu* navrhl roku 1914 velkou *restauraci* se zakrytými i odkrytými užitnými střechami a terasami. Téhož roku se v Paříži dle jeho návrhu realizovala stavba domu se střechami a terasami s vegetací.

Ve 30. letech 20. století byla na střeše *obchodního domu Derry&Toms* (Kensington High Street, Londýn, Velká Británie) realizována zahrada s tloušťkou substrátu 1,5 m s výměrou 6000 m<sup>2</sup>. Osázena je 500 keři a stromy, protéká jí potůček a žije na ní hejno plameňáků. Celá střecha je tématicky rozdělena na španělskou, holandskou a anglickou krajinářskou zahradu.

Ve 40. letech vzniklo mnoho studií a projektů střešních nebo terasových zahrad, řada z nich však nikdy nebyla zrealizována. Stále nebyly vyřešeny otázky týkající se substrátů a vhodného spektra rostlin. Rovněž přetrvávaly problémy s konstrukčním a stavebním řešením. Největší překážkou rozvoje střešních zahrad v první polovině 20. století byla nadměrná hmotnost stavebních prvků i půdních substrátů. Výše uvedené problémy byly částečně vyřešeny po 2. světové válce, kdy došlo k vývoji průmyslové chemie a výrobě plastových hmot.

V letech 1958–59 bylo založeno ozelenění na střeše *obchodního domu v centru Quilfordu* v Anglii. Roku 1964 byla ozeleněna střecha *hlavního nádraží* ve švýcarském Bernu. V roce 1965 ozelenila firma *CIBA-Geigy* svoji *administrativní budovu v Basileji* ve Švýcarsku. V letech 1967–70 byla vysazena vegetace na střeše *Státního muzea v USA v Oaklandu*.

Západní Evropa 70. a 80. let zaznamenala další vznik střešních zahrad, a to už i jako ekologizujícího prostředku. Jednalo se zejména o německé mluvící země – Švýcarsko, Rakousko

a Německo. Ve větším měřítku se němečtí odborníci začali zabývat budováním ozeleněných střech koncem 50. let, v 80. letech se řešení stala již rutinou. Vegetací na střechách se zde zabývá například *prof. Dr. Ing. Gernot Minke* (narozen roku 1937 v Rostocku), který působí jako profesor oboru architektury na univerzitě v Kasselu. Roku 1978 vyvinul první systém ozelenění šikmých střech. Taktéž v Německu vypracovala skupina odborníků pod vedením *prof. H. J. Lieseckého* zásady pro zřízení vegetačních úprav střech. Tyto zásady byly následně vydány Výzkumným ústavem pro rozvoj a výstavbu krajiny v Bonnu. Roku 1989 byly publikovány výsledky zkoušení ochranných vrstev proti prorůstání kořinek, které prováděl výzkumný tým okolo *prof. F. Peningsfelda*. Němci se rovněž velmi významně zasloužili o vývoj drenážních prefabrikátů z pěnového polystyrenu a o rozvoj závlahových systémů

V roce 1989 vzniklo v Německu cca 1 000 000 m<sup>2</sup> neboli 100 ha vegetačních střech. V některých částech Německa musí dnes být střechy průmyslových budov ozelenovány povinně. Ve Švýcarsku mají obdobný zákon týkající se všech novostaveb.

Roku 1993 byl v Petrohradě zahájen program vedoucí k realizaci střešních zahrad, a to za podpory Center for Citizen Initiatives z USA. Na program navázali též v Moskvě. Cílem je vyřešení problému ruských metropolí spočívajícího v nedostatku zemědělské půdy, případně v její nedostupnosti pro určité vrstvy obyvatelstva. Výzkumy ohledně zemědělského využívání střech probíhají také v Kanadě.

Roku 1998 vznikl v ateliéru *Kennetha Yeanga*<sup>1</sup>, světoznámého a mnoha cenami ověčeného malajského architekta a spisovatele, velmi zajímavý projekt mrakodrapu nazývaného *Editt Tower* neboli věž EDITT (Ecological Design In The Tropics). Jeho výstavba je plánována v Singapuru mezi Waterloo Road a Victoria Street. Budova o 26 podlažích je navržena jako ekologická stavba se zaměřením na rozšíření biodiverzity daného místa. Věž je zajímavá v mnoha směrech, většina z nich však překračuje rámec této knihy. Při stavbě mají být například použity recyklovatelné a ekologické materiály, počítáno je i se změnou budoucího využití pater oproti současným plánům tak, že jsou v patrech navrženy odnímatelné podlahy, v každém podlaží mají být násypky na třídění odpadu, který bude dole v budově sbírán aj. Samozřejmostí je využití přirozené cirkulace vzduchu pro ventilaci budovy. Při realizaci bude zastavěno 838 m<sup>2</sup>, celková plocha má činit 6033 m<sup>2</sup>, z toho 3567 m<sup>2</sup> plochy užitné. Zajímavé je, že projekt počítá s 3841 m<sup>2</sup> zeleně, což je cca polovina celkové plochy. Zeleň je navržena jak na terasách, tak i na fasádách budovy. Rostliny pro výsadbu byly vybírány tak, aby tvořily vyrovnané a bohaté společenstvo. Přihlíželo se k celé řadě faktorů od umístění zeleně v rámci budovy – přes světelné a větrné požadavky rostlin, jejich konkurenceschopnost až po mikroklima v návaznosti na výšku a směrovou orientaci jejich budoucího stanoviště. Editt Tower by měla v budoucnu využívat solární energii a být z 39,7 % energeticky soběstačná. Velmi promyšlené je rovněž využití vody, díky němuž je v tomto směru počítáno dokonce s 55,1 % soběstačností. Požadavek na vodu je 22,5 m<sup>3</sup>/rok, přičemž při 518 m<sup>2</sup> schopných zadržovat vodu a při 2,35 m ročních srážek je takto budova schopna zachytit 12,1 m<sup>3</sup> vody. Pro potřeby závlahy se počítá s požadavkem cca 7,6 l/m<sup>2</sup>/den. Na budově je zajímavé i zachytávání vody stékající po fasádách, či tvorba a opětovné využití kompostu.

<sup>1</sup> Kenneth Yeang je autorem či spoluautorem řady knih: „Bioclimatic Skyscrapers“ neboli „bioklimatické mrakodrapy“ publikované roku 1994; „Designing With Nature“, 1995; „The Skyscraper Bioclimatically Considered; a Design Primer“, 1996; „The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings“, 1999; „Reinventing the Skyscraper: A Vertical Theory of Urban Design“, 2002; „Ecodesign: Instruction Manual“, 2005; „The Encyclopedia of the Skyscraper“.

## 1.3 Ozeleněné střechy v českých zemích od historie po současnost

### Zámek Lipník nad Bečvou

Zámek v Lipníku nad Bečvou vznikl v 16. století. Radikální novoklasická přestavba nastala v 60. letech 19. století pod dohledem stavitele Josefa Ziaka (Žáka). Právě dle jeho projektu se za pomoci zahradníka Ferdinanda Wenzla proměnila terasa na střeše bývalých stájí západního dvorního křídla ve střešní zahradu, která byla pomocí můstku propojena s bývalým salónekem v jihozápadním nároží. Dochovalo se několik Žákových plánů z roku 1863, jež jsou nyní uloženy v archivu lipenského velkostatku v Janovicích. Po 40 letech se vyskytly závady, jež vedly k úplné stavební rekonstrukci terasy. V letech 1910–11 byla terasa upravena do dnešní podoby. Terasu nebylo třeba po celých následujících 80 let opravovat. Pojetí stávajících 600 m<sup>2</sup> neodpovídá původní okrasné koncepci. V letech 2005–2006 proběhla celková rekonstrukce zámku včetně zahrady nad konírnou.



**Obr. 1.5** Nejstarší střešní zahrada v ČR – zámek Lipník nad Bečvou, rok 2007

### Zámek Konopiště

Rovněž na zámku Konopiště se nachází střecha, resp. terasa s vegetací. Spád této terasy činí 2 % (cca 90 výškových centimetrů na celou její délku).

Původní hrad Konopiště byl založen jako gotická pevnost koncem 13. století Tobiášem z Benešova. Svoji obrannou funkci ztratil kolem roku 1725, což vedlo k řadě změn. Například skleník byl po roce 1734 přestavěn na dnešní oranžérii. Změnilo se i využití jižní terasy (k těmto úpravám bohužel neexistuje dokumentace). Po předchozích barokních přestavbách



**Obr. 1.6** Parkán s přistavěným skleníkem, kolem roku 1749, Konopiště



**Obr. 1.7** Rekonstrukce terasy roku 1904, Konopiště



**Obr. 1.8** Rekonstrukce terasy roku 1904, Konopiště



byly na zámku roku 1840 zrealizovány klasicistní úpravy – výstavba oranžérie, díky jejíž střeše se prodloužila terasa až k jižnímu průčelí. Z této doby se dochovalo jen několik fotografií svědčících o jednoduchém ozelenění v podobě trávníku a dvou stromů (rok 1894).

Roku 1887 koupil Konopiště František Ferdinand d'Este a začal ho měnit v rodinné sídlo. Byl zrušen zemědělský provoz, s čímž souvisela i přeměna oranžérie na svatojiřské muzeum, uskutečněná po roce 1895 obložením kamennými kvádry. V roce 1913 byl vzhled terasy již úplně jiný. Údajně na ni existoval privátní vchod i soukromé posezení mezi mnoha keři. Po atentátu na Ferdinanda d'Este v Sarajevu práce ustaly. Roku 1921 se zámek dostal do vlastnictví Československé republiky a následně byl zpřístupněn veřejnosti.

Do roku 1970 nebyla na ozeleněné terase téměř řešena ochrana proti vodě, zemina o mocnosti 1,2 m byla rozprostřena přímo na klenbě. Zjištěn byl však asfaltový nátěr chráněný cihlami, rovněž se dochoval nákres rozvodu vzduchu pod podlahou určený k vytápění oranžérie. Otázkou zůstává, zda a jak byl řešen odtok přebytečné vody. Je však jasné, že vlhkostní poměry v galerii měly do optimálního stavu rozhodně daleko.

V letech 1970–74 byla terasa rekonstruována. Důvodem bylo pronikání vody až k izolaci kleneb a průsak vody zdmi. Počítalo se s odvodněním směrem ke schodišti. Nová hydroizolace měla být položena na novou betonovou vrstvu, jež ležela nad cihlami chránícími asfalt, a to v podobě tří asfaltových pásů. Pásky pak měly být chráněny potěrem, či deskami. Spádování bylo provedeno směrem k průčelí/balustrádě. Další fází představovalo vybudování odvodňovacího žlabu pro odvod přebytečné vody po obvodu. Opravy proběhly dle dokumentace jen částečně. Žulové pilíře byly ponechány, ostatní části (z červeného pískovce) rozebrány, rovněž tak značná část balustrády. Na rekonstrukci balustrády byl vypracován samostatný projekt, objednaný ale až v roce 1972. Balustrády tedy byly řešeny až po dokončení hydroizolace, proto se nezrealizovaly odtokové žlabky. Také směr odvodnění byl změněn. Odvod vody totiž nebylo možné dořešit, dokud nebyla dokončena rekonstrukce balustrád. Celá rekonstrukce probíhala celkem drasticky, ze 160 kůzelek na balustrádě jich bylo 130 zničeno. Totéž se týkalo madel, trnoží a sloupků. Schodiště bylo rovněž zdevastováno, sanace galerie nebyla zahrnuta. I přes veškeré stavební úpravy se již brzy po rekonstrukci objevily místní průsaky.



**Obr. 1.9** Jižní terasa roku 2006, Konopiště

V 1. polovině 80. let se průsaky zvětšily, rovněž tak poruchy balustrády, nastala potřeba dalších oprav (1983). I při nich však zdaleka neprobíhalo vše odborně. Ve statickém posudku Ing. Rineše z roku 1983 se například objevuje, že násyp nad klenbami má mocnost 2 m. V té době vznikla i řada nesprávných teorií týkajících se provedení kanalizace a několik variant možných řešení tehdejších obtíží.

V roce 1989 se opět zvětšily průsaky natolik, že bylo třeba galerii veřejnosti uzavřít.

Nejstarší dochovaný projekt opravy galerie se datuje roku 1989 a pochází od Ing. Bažíka. Navrhoval použití infúzních chemických clon roztokem Tosil. V této době se setkáváme též s řadou nejasností – například kolem chrliče, který nebyl nikdy vyhotoven (ani odvodňovací žlab k němu).

Roku 1997 byla galerie vymalována, žádné problémy s průsaky se neobjevily, není ale jasné, jaká opatření v minulosti tomu napomohla. Vlhkost v místnostech však stále nebyla vyhovující.

V roce 1997 zahájil Památkový ústav středních Čech (dnes Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště středních Čech v Praze) na zámku Konopiště rekonstrukci muzea sv. Jiří. Samotnému zahájení prací předcházela celá řada sond, které potvrdily, že v letech 1971 i 1983 neproběhla řada zásahů tak, jak se uvádí v projektových dokumentacích. Bylo zjištěno, že podklad se od chodníku sklání celkem prudce do středu, tedy plocha s asfaltovou izolací není odváděna do obvodového, ale do středového žlabu. Vznikly nové otázky týkající se šachet a původních tvarů desek. Některé desky byly odkryty, aby mohla být prozkoumána hydroizolace. Překvapivě byly asfaltové pásy nalezeny ve výtečném stavu, a tak se s tímto souvrstvím počítalo i při nové rekonstrukci a bylo doporučeno využít ji jako hlavní, či pojistnou hydroizolaci. Nakonec bylo rozhodnuto, že stávající betonová dlažba na asfaltové hydroizolaci bude pokryta novou vrstvou z měkčeného PVC, rovněž tak drenážní a filtrační vrstvou. Pojistná asfaltová hydroizolace i nová hydroizolace z měkčeného PVC jsou samostatně odvodněny do šachet. Projekt z roku 1999 navrhuje úpravu podlah, větrací kanálky, sanační omítky aj. Byla navržena i povrchová úprava stěn nátěrem vodotěsnou stěrkou. Návrh nebyl přijat, naopak byly schváleny odvětrávací dutiny kolem stěn. Roku 2000 se zrodil nápad umístit keře a stromy do izolovaných květníků, i z toho však sešlo – zejména kvůli komplikované závlaze a nemožnosti vhodně zakonzervovat současný stav. Opět vznikala řada variant projektu, bylo vysloveno mnoho mylných názorů. Vedly se diskuze o tom, zda asfaltová izolace byla provedena i pod schody. Nejasná zůstala i otázka šachet včetně potrubí, která do nich ústila. Původ potrubí rovněž nebyl objasněn, stejně jako napojení šachet na hydroizolaci. Problém tedy netvořila hydroizolace, ale odvodnění šachet. Objevilo se i několik kabelů vedoucích přímo do galerie bez jakéhokoliv utěsnění. V souvislosti s tím byly rovněž zahájeny práce na jižní terase. Důvodem byly problémy s vlhkostí v prostoru galerie sv. Jiří, rovněž tak potřeba modernizace vzhledu, který zůstával po 30 let nezměněn a odpovídal materiálovému nedostatku v tehdejších letech. Vlhkost v galerii měla být snížena alespoň o 50 % tak, aby zde mohly být vystaveny i náchylnější exponáty (dřevěné aj.). Bylo navrženo odseparování vlhkých konstrukcí nátěrem, či vysoušení systémem odvětrávacích mezer a zhotovení teplovzdušného vytápění (Ing. Sokol a Ing. Červeňák). Při opravách se musel dodržovat požadavek, aby operace nebyly příliš radikální, nákladné. Práce byly dokončeny roku 2002.

Situaci okolo terasy lze shrnout tak, že dokumentace o dřívějších opravách není dostatečná. Mnohdy byly zásahy provedeny jinak, než bylo projekčně plánováno. Řada zásahů vychází z domněnek a ne ze skutečnosti, v průběhu let tak došlo k řadě úprav, z nichž mnohé byly kontraproduktivní. Důvodem problémů nebyla kvalita hydroizolace, ale nejistota, zda je vytažena po celé ploše, dále netěsnosti šachet a vůbec celkové řešení odvodnění a také kabely probíhající bez utěsnění až do galerie.

### Písecká brána

Písecká brána (zvaná také Písečná, Písková či Bruská) stojí na pražských Hradčanech. Původně byla součástí Mariánských hradeb – barokního opevnění Prahy na levém břehu Vltavy. Název „Písecká“ je odvozen od tehdejšího malostranského předměstí „Na Písku“.

Bránu postavil roku 1721 Giovanni Baptista Alliprandi dle návrhu Františka Vogota. V roce 1860 bylo rozhodnuto odstranit hradby bránící dalšímu rozvoji města, Písecká brána však byla díky své poloze před demolicí uchráněna.

V letech 2000–2002 proběhla částečná rekonstrukce brány, která je v současné době využívána jako galerie a kavárna.



**Obr. 1.10** Písecká brána, Praha 6, rok 2007

### Skleněný dům

Skleněný palác v Praze 6 – Bubenči nazývaný též Domy zemské banky či Skleněný dům je reprezentativní budovou této městské části. Nachází se na náměstí Svobody 1, mezi vyústěním ulic Československé armády a Terronské. Jde o komplex pěti domů, jež mají společný vchod, třístranné průčelí, suterénní parkoviště a plochou ozeleněnou střechu.



**Obr. 1.11** Skleněný palác, Praha 6, rok 2006