



# DEK TIME

03 | 2012

ČASOPIS SPOLEČNOSTI DEK PRO PROJEKTANTY A ARCHITEKTY  
ČASOPIS SPOLEČNOSTI DEK PRE PROJEKTANTOV A ARCHITEKTOV

## RETENČNÍ SCHOPNOST

VEGETAČNÍCH STŘECH

PETR KLOBUSOVSKÝ, ANTONÍN ŽÁK

## REKONSTRUKCE STŘECH

KOMPLEXU BYTOVÝCH DOMŮ V BRNĚ

JIŘÍ FILIP

# ROUBENKY DEKWOOD

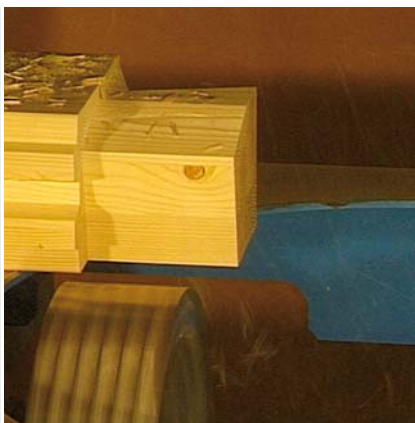
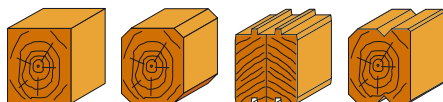
PROFILY PRO ROUBENÉ STAVBY OPRACOVANÉ NA CNC OBRÁBĚCÍM CENTRU

- kvalitní profily z lepeného dřeva
- přesné počítačem řízené opracování
- komplexní služby od návrhu po dodání konstrukce



 **DEKWOOD**<sup>®</sup>

[www.dekwood.cz](http://www.dekwood.cz)





ČÍSLO  
2012 **03**

## V TOMTO ČÍSLE NALEZNETE

- 04** RETENČNÍ SCHOPNOST VEGETAČNÍCH STŘECH  
Ing. Petr KLOBUSOVSKÝ, Ing. Antonín ŽÁK, Ph.D.
- 16** OPTIMALIZACE NÁVRHU RODINNÉHO DOMU II – OPTIMALIZACE SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY  
Ing. Ondřej HEC
- 24** BREEAM A LEED CERTIFIKACE Z HLEDISKA UDRŽITELNÉHO ROZVOJE  
Ing. Daniela DANEŠOVÁ
- 36** REKONSTRUKCE STŘECH KOMPLEXU BYTOVÝCH DOMŮ V BRNĚ  
Ing. Jiří FILIP

### FOTOGRAFIE NA OBÁLCE

pálená skládaná krytina

**DEKTIME** ČASOPIS SPOLEČNOSTI **DEK**  
PRO PROJEKTANTY A ARCHITEKTY

datum a místo vydání: 30. 07. 2012, Praha  
vydavatel: DEK a.s., Tiskařská 10, 108 00 Praha 10, IČO: 27636801

zdarma, neprodejné

**redakce** ATELIER DEK, Tiskařská 10, 108 00 Praha 10 **šéfredaktor** Ing. Zdeněk Plecháč, tel.: 234 054 285, e-mail: zdenek.plechac@dek-cz.com **redakční rada** Ing. Luboš Káně /autorizovaný inženýr, znalec/, doc. Ing. Zdeněk Kutnar, CSc. /autorizovaný inženýr, znalec/, Ing. Ctibor Hůlka /energetický auditor/, Ing. Lubomír Odehnal /znalec/ **grafická úprava** Daniel Madzik, Ing. arch. Viktor Cerný **sazba** Daniel Madzik, Ing. Milan Hanuška **fotografie** Ing. arch. Viktor Cerný a redakce

Pokud si nepřejete odebrat tento časopis, pokud dostáváte více výtisků, příp. pokud je Vám časopis zasílán na chybnou adresu, prosíme, kontaktujte nás na e-mail: klara.encova@dek-cz.com.

Časopis je určen pro širokou technickou veřejnost.

MK ČR E 15898, MK SR 3491/2005, ISSN 1802-4009



# RETENČNÍ SCHOPNOST VEGETAČNÍCH STŘECH

V POSLEDNÍCH NĚKOLIKA LETECH SE MŮŽEME SETKAT S REALIZACEMI VEGETAČNÍCH STŘECH, A TO NEJEN NA RODINNÝCH DOMECH, JAK BYLO ZVYKEM DŘÍVE, ALE I NA OBCHODNÍCH CENTRECH NEBO BYTOVÝCH DOMECH. U TĚCHTO VĚTŠÍCH STAVEB SE VYUŽÍVAJÍ NEJEN PRO SVŮJ PŘÍJEMNÝ VZHLED, ALE TAKÉ PRO SVŮJ EKOLOGICKÝ PŘÍNOS.

Bylo prokázáno, že vegetační souvrství zlepšuje akustické a tepelnětechnické parametry stavby nebo konstrukcí. Nezanedbatelnou předností vegetačních střech je jejich schopnost zadržet nebo zpomalit odtok dešťových srážek. Vývoj v oblasti hospodaření se srážkovými vodami a krajinném hospodářství má jednoznačnou tendenci pokusit se navrátit koloběh vody do přirozeného stavu nebo alespoň zmírnit důsledky neustálého zmenšování plochy pro přirozené vsakování. Větší rozšíření vegetačních střech, především v hustě osídlených částech měst, by mohlo být jednou z možných cest. Zadržování vody (označované jako retence) může mít pro investory také nezanedbatelný ekonomický přínos v podobě nižších plateb stočného za dešťovou vodu odváděnou ze staveb a pozemku majitele do veřejné kanalizační sítě.

Pro lepší pochopení principu retence ve vegetačních střechách byly provedeny experimenty prezentované v tomto článku.

## VEGETAČNÍ STŘECHY

Vegetační střechy jsou známy již z dávné historie. Nejznámějším příkladem jsou, bohužel již dávno zaniklé, „Visuté zahrady královny Semiramis“, vystavěné v Babyloně v roce 605 až 562 př. n. l. Jednalo se v té době o vrchol umění a stavebnictví, a proto se také zařadily mezi 7 divů světa své doby. Velkou tradici mají vegetační střechy především ve Skandinávii viz /foto 01/.

Skladby současných vegetačních střech se výrazně liší od těch historických. Příkladem moderního přístupu k vegetačním střechám je skladba zobrazená na /obr. 01/ (viz [1]), u které se využívá výhod různých novodobých materiálů, popřípadě různě profilovaných, a v různém uspořádání tak, aby skladby zajistily požadované funkce.

Hlavními přirozenými vlastnostmi vegetačních střech jsou:

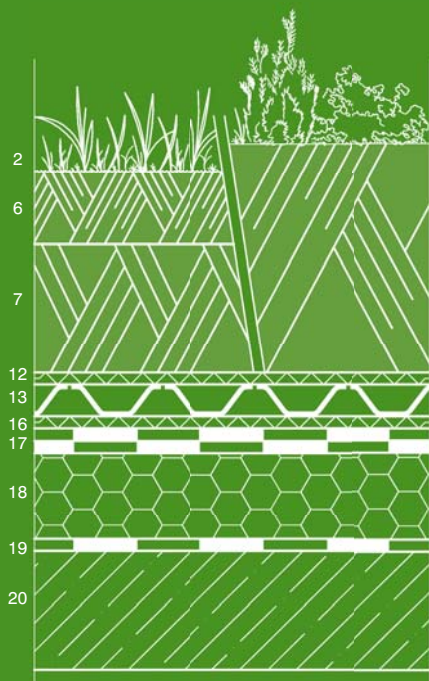
- Regulace teploty – vegetace a substrát, na rozdíl od běžné povlakové nebo skládané střešní



01

01 | Šikmá střecha s vegetační skladbou ve Skandinávii (jako ochranná vrstva hydroizolace je použita březová kůra)

Obr. 01 | Příklad skladby vegetační střechy



Popis skladby:

- 2, 3 vegetace
- 6, 7, 8 substrát
- 12 filtrační vrstva
- 13 hydroakumulační a drenážní vrstva
- 16 ochranná vrstva
- 17 hydroizolační vrstva
- 18 tepelněizolační vrstva
- 19 parotěsnicí vrstva
- 20 nosná konstrukce střechy

Zjednodušený výklad právního předpisu	Ustanovení příslušného právního předpisu
<p>Srážková voda se má ze staveb řízeně odvádět nebo zachycovat. Odváděná srážková voda se má likvidovat přednostně zasakováním na pozemku, nebo odvedením do povrchových vod. Není-li možné žádné z uvedených řešení, odvádí se do kanalizace.</p>	<p><b>vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby</b>  § 6 (4) Stavby, z nichž odtékají povrchové vody, vzniklé dopadem atmosférických srážek (dále jen „srážkové vody“), musí mít zajištěno jejich odvádění, pokud nejsou srážkové vody zadržovány pro další využití. Znečištěné těchto vod závadnými látkami nebo jejich nadměrné množství se řeší vhodnými technickými opatřeními. Odvádění srážkových vod se zajišťuje přednostně zasakováním. Není-li možné zasakování, zajišťuje se jejich odvádění do povrchových vod; pokud nelze srážkové vody odvádět samostatně, odvádí se jednotnou kanalizací.</p> <p><b>vyhláška č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území</b>  § 20 (5) Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno  c) vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch nebo zpevněných ploch, pokud se neplánuje jejich jiné využití; přitom musí být řešeno  1. přednostně jejich vsakování, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, není-li možné vsakování,  2. jejich zadržování a regulované odvádění oddílnou kanalizací k odvádění srážkových vod do vod povrchových, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, nebo  3. není-li možné oddělené odvádění do vod povrchových, pak jejich regulované vypouštění do jednotné kanalizace.</p>
<p>Při splnění požadovaného procenta zastavěnosti se považuje vsakování nebo odvádění srážkových vod za vyřešené. V tomto místě pravděpodobně nastala chyba při změně vyhlášky 501/2006 Sb. Dřívější verze vyhlášky 501/2006 Sb. požadovala vsáknutí určitého množství dešťové vody přímo na pozemku: § 20  (5) Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno  c) vsakování dešťových vod (§ 21 odst. 3) nebo jejich zdržení na pozemku v kapacitě 20mm denního úhrnu srážek před jejich svedením do vodního toku či do kanalizace pro veřejnou potřebu jednotné či oddílné pro samostatný odvod dešťové vody 14) veřejné dešťové nebo jednotné kanalizace.</p> <p>Pak se dalo předpokládat, že při stanoveném procentu zastavěnosti bude požadavek splněn. Zde se zdá, že změna vyhlášky byla provedena s chybou. Předpoklad plnění vsakování podle § 20 odst. 5 písm. c), nekoresponduje s textem následujícího § 21.</p>	<p><b>vyhláška č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území</b>  § 21 Pozemky staveb pro bydlení a pro rodinnou rekreaci  (3) Vsakování dešťových vod na pozemcích staveb pro bydlení je splněno [§ 20 odst. 5 písm. c)], jestliže poměr výměry části pozemku schopné vsakování dešťové vody k celkové výměře pozemku činí v případě  a) samostatně stojícího rodinného domu a stavby pro rodinnou rekreaci nejméně 0,4,  b) řadového rodinného domu a bytového domu 0,3.</p>
<p>Odvádění srážkové vody do kanalizace je zpoplatněno (je započítáváno do stočného)</p>	<p><b>zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů</b>  § 8 Práva a povinnosti vlastníka vodovodu nebo kanalizace  (14) Vlastník kanalizace má právo na úplatu za odvádění odpadních vod (dále jen "stočné"), pokud ze smlouvy uzavřené podle odstavce 2 nevyplývá, že stočné se platí provozovateli kanalizace (§ 20). Právo na stočné vzniká okamžikem vstupu odpadních vod do kanalizace. Stočné je úplatou za službu spojenou s odváděním a čištěním, případně zneškodňováním odpadních vod. Právo na úplatu pevné složky stočného vzniká podle podmínek stanovených ve smlouvě uzavřené podle odstavce 6, v níž je sjednána dvousložková forma stočného, popřípadě dnem účinnosti obecně závazné vyhlášky obce vydané v samostatné působnosti obce nebo rozhodnutím nejvyššího orgánu právnické osoby, která je vlastníkem vodovodů a kanalizací podle § 20 odst. 4.</p>
<p>Výpočet množství odváděné srážkové vody, které je započítáváno do stočného, se vypočítá podle postupu uvedeného ve vyhlášce č. 428/2001 Sb., viz tabulka /02/.</p>	<p><b>zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů</b>  § 19 Měření odváděných odpadních vod  (6) Není-li množství srážkových vod, odváděných do jednotné kanalizace přímo přípojkou nebo přes uliční vpust měreno, vypočte se toto množství způsobem, který stanoví prováděcí právní předpis. Výpočet množství srážkových vod, odváděných do jednotné kanalizace, musí být uveden ve smlouvě o odvádění odpadních vod.</p>
<p>Stočné za odvod srážkové vody se neplatí jen u objektů určených pro trvalé bydlení. Srážková voda se tedy nezapočítává do stočného v rodinných a bytových domech. Týká se ale sídel a ploch firem, tedy např. i ploch RD nebo přílehlých pozemků, na kterých je vedeno sídlo společnosti.</p>	<p><b>zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů</b>  § 20 (6) Povinnost platit za odvádění srážkových vod do kanalizace pro veřejnou potřebu se nevztahuje na plochy dálnic, silnic, místních komunikací a účelových komunikací veřejně přístupných, plochy drah celostátních a regionálních včetně pevných zařízení potřebných pro přímé zajištění bezpečnosti a plynulosti drážní dopravy, zoologické zahrady a plochy nemovitostí určených k trvalému bydlení a na domácnosti.</p>

krytiny, nepřeměňuje sluneční záření pouze na teplo, ale až 90% této sluneční energie absorbuje a přeměňuje na energii nutnou pro odpařování vody a fotosyntézu.

- Regulace vlhkosti – při velmi suchých dnech rostliny vypařují zvýšené množství vody a tím zvyšují relativní vlhkost vzduchu v okolí vegetace.
- Čištění vzduchu – přírodní vegetace spotřebovává kyslíčnick uhlíčitý ze vzduchu a produkuje kyslík.
- Ochrana střechy – UV záření, kroupy, déšť, vítr, ale také mechanické namáhání z provozu, údržby nebo vnějších vlivů mají negativní dopad na trvanlivost a funkčnost všech materiálů, proto může být z tohoto pohledu chráněná poloha hydroizolační vrstvy pod vegetační skladbou velmi výhodná.
- Tepelná izolace – jak samotný substrát, tak i vegetace rostoucí na jeho povrchu přispívají ke zlepšení tepelně izolačních parametrů střechy, a to především ve smyslu snížení kolísání teploty materiálů ve skladbě střechy a zvýšení tepelné stability interiéru v chladném nebo velmi teplém období roku.
- Estetický a psychologický účinek – je prokázáno, že vegetace působí pozitivně na lidské myšlení a přirozenou pohodu při pobytu v její blízkosti.
- Retenční schopnost – schopnost substrátu a vegetace zadržet část dešťových srážek dopadnutých na plochu střechy.

## LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA RETENCI DEŠŤOVÉ VODY

Likvidaci srážkových vod a povinností majitelů staveb a pozemků se zabývá více předpisů viz tabulka /01/.

Z legislativních předpisů je patrná snaha o maximální omezení množství odváděné dešťové vody z pozemků nebo staveb do kanalizační sítě.

Stále se zvyšující podíl zastavěné plochy vede ke snížení přirozené retence území. Rychlé odvedení dešťové vody ze zpevněných ploch pozemních a inženýrských staveb

přímo do veřejné kanalizační sítě vede nejen k přehlcení kanalizační sítě v obdobích přívalových dešťů, ale také k ovlivnění hydrogeologických poměrů na dané lokalitě. Tento stav je také umocněn ne vždy optimálním využitím zemědělské půdy a zalesnění. Ekologickým důsledkem zhoršené retenční schopnosti území jsou čím dál častěji se vyskytující záplavy.

Ekonomickým důsledkem výrazného stavebního zásahu do krajiny jsou kromě likvidace škod po povodních také nemalé investiční náklady na zřizování nebo opravy kanalizačních sítí a ČOV, což je přirozeně také jeden z důvodů zvyšování cen provozovatelů kanalizačních sítí.

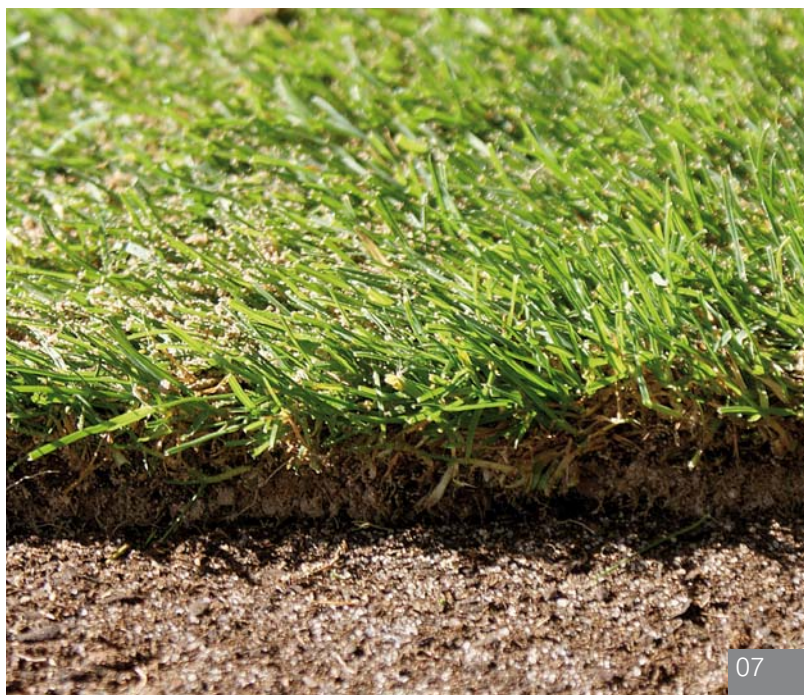
V posledních letech lze zaznamenat zvýšenou aktivitu v oblasti hospodaření a nakládání s dešťovou vodou. Dle platného zákona o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb. má až na výjimky (např. fyzické osoby) každý z majitelů nemovitostí připojených na kanalizační síť povinnost platit stočné za odváděné srážkové vody z objektů a pozemků. Je tedy otázkou, zdali je v dnešní době, nebo by v budoucnu mohlo být, ekonomicky přínosné řešit likvidaci dešťových vod na svém pozemku, i přesto, že je možné se na kanalizační síť připojit.

Likvidace dešťové vody na pozemku se řeší buď ve formě akumulace ve velkých nádržích pro případné druhotné využití vody (např. splachování na WC, zalévání, atd.) anebo zasakováním do půdy.

S rostoucími cenami pozemků se snaží každý investor o maximální využití a zastavění. To vede k již zmíněnému nárůstu zpevněných ploch bez přirozené vegetace schopné absorbovat dešťové srážky. V takových případech není možné provádět zasakování povrchové, ale musí se řešit pomocí speciálně vybudovaných vsakovacích zařízení umístěných pod terémem nebo pod objektem.

Velikost vsakovacího zařízení je úměrná množství vody, které je do něj přiváděno ze zpevněných ploch stavby a pozemku. Vytvořením vegetační plochy na střechách můžeme výrazně ovlivnit velikost vsakovacího zařízení, a tím i potřebné pořizovací náklady.

Při správném návrhu vegetační střechy by tedy mohlo dojít nejen ke zlepšení vlastností celé střešní konstrukce (viz výše uvedené vlastnosti vegetačních střech) a snížení nákladů na provoz stavby, ale také ke zmírnění následků přívalových dešťů, byť je jasné, že jen vegetační střechy nic nezachránějí.



<p>Popis postupu</p>	<p>Vyhláška č. 428/2001 Sb. kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů</p>																				
<p>Výpočet množství srážkových vod se provede na základě stanovení výměry ploch, jejich schopnosti vsakovat srážky a místního dlouhodobého úhrnu srážek.</p>	<p><b>ODDÍL TŘETÍ ZPŮSOB VÝPOČTU MNOŽSTVÍ SRÁŽKOVÝCH VOD ODVÁDĚNÝCH DO KANALIZACE BEZ MĚŘENÍ § 31</b> (1) Množství srážkových vod odváděných do kanalizace bez měření se vypočte podle vzorce uvedeného v příloze č. 16 na základě dlouhodobého úhrnu srážek v oblasti, ze které jsou srážkové vody odváděny do kanalizace, zjištěného u příslušné regionální pobočky Českého hydrometeorologického ústavu a podle druhu a velikosti ploch nemovitosti a příslušných odtokových součinitelů uvedených v příloze č. 16. (2) Pro účely výpočtu stočného se množství odvedených srážkových vod vypočítává samostatně pro každý pozemek a stavbu, ze které jsou tyto vody odvedeny přímo přípojkou nebo přes volný výtok do dešťové (uliční) vpusti a následně do kanalizace.</p>																				
<p>Jednotlivé plochy stavby a pozemku se rozdělí do tří kategorií A, B a C podle schopnosti vsakování. Plochy jsou redukovány odpovídajícími odtokovými součiniteli na tzv. redukované plochy. Odtokové součinitele významně redukuje plochu s vegetací (součinitel 0,05 oproti zastavěné ploše se součinitelem 0,9). Do ploch s vegetací lze zahrnout i plochy vegetačních střech.</p> <p>Součtem dílčích redukováných ploch se vypočítá výsledná redukováná plocha, ze které je odváděna srážková voda.</p> <p>Zjistí se místní dlouhodobý srážkový úhrn v mm/rok. Tyto informace poskytuje ČHMÚ nebo ho oznamuje správce kanalizační sítě.</p> <p>Roční množství odváděných srážkových vod Q [m³] se vypočítá součinem výsledné redukované plochy a místního dlouhodobého srážkového úhrnu.</p> <p>Výsledná cena za odvod srážkových vod se získá vynásobením ročního množství odváděných srážkových vod Q sazbov správcе sítě za stočné za množstevní jednotku (obvykle m³).</p>	<p>VZOREC PRO VÝPOČET MNOŽSTVÍ SRÁŽKOVÝCH VOD ODVÁDĚNÝCH DO KANALIZACE</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Druh plochy</th> <th style="width: 25%;">plocha m<sup>2</sup></th> <th style="width: 25%;">odtokový součinitel</th> <th style="width: 25%;">redukováná plocha m<sup>2</sup> (plocha krát odtokový součinitel)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Součet redukováných ploch:</td> </tr> </tbody> </table> <p>         Dlouhodobý srážkový úhrn: ..... mm/rok tj. .... m/rok          Roční množství odváděných srážkových vod Q v m<sup>3</sup> = součet redukováných ploch v m<sup>2</sup> krát dlouhodobý srážkový úhrn v m/rok.     </p> <p>Odtokové součinitele podle druhu plochy</p> <p>a) zastavěné plochy a těžce propustné zpevněné plochy (plocha A): v případě možnosti odtoku do kanalizace ..... odtokový součinitel: 0,9,</p> <p>b) lehce propustné zpevněné plochy (plocha B): v případě možnosti odtoku do kanalizace ..... odtokový součinitel: 0,4,</p> <p>c) plochy kryté vegetací (plocha C): v případě možnosti odtoku do kanalizace ..... odtokový součinitel: 0,05.</p>	Druh plochy	plocha m <sup>2</sup>	odtokový součinitel	redukováná plocha m <sup>2</sup> (plocha krát odtokový součinitel)	A				B				C				Součet redukováných ploch:			
Druh plochy	plocha m <sup>2</sup>	odtokový součinitel	redukováná plocha m <sup>2</sup> (plocha krát odtokový součinitel)																		
A																					
B																					
C																					
Součet redukováných ploch:																					

## PŘÍKLAD VÝPOČTU PLATBY ZA STOČNÉ NA STŘEŠE BEZ A S VEGETAČNÍ SKLADBOU

### ZADÁNÍ

Středně velká průmyslová hala o rozměrech střechy 25 m × 45 m (plocha střechy: 1 125 m<sup>2</sup>). Objekt se nachází na území města Prahy (oblast s dlouhodobým srážkovým úhrnem 532 mm/rok). Sazba stočného na r. 2012 je 28,30 Kč/m<sup>3</sup> (zdroj: Pražské vodovody a kanalizace, a.s.).

### VÝPOČET

#### Objekt viz zadání s běžnou skladbou střechy

Typ pozemku: A – zastavěné plochy a těžce propustné zpevněné plochy  
 Odtokový součinitel: 0,9  
 Redukovaná plocha: 1 125 m<sup>2</sup> × 0,9 = 1 012,5 m<sup>2</sup>  
 Roční množství odváděných srážkových vod: 1 012,5 m<sup>2</sup> × 532 mm/rok = 538,65 m<sup>3</sup>  
 Stočné za rok: 538,65 m<sup>3</sup> × 28,30 Kč/m<sup>3</sup> = 15 243,80 Kč

#### Objekt viz zadání s vegetační skladbou střechy

Typ pozemku: C – plochy kryté vegetací  
 Odtokový součinitel: 0,05  
 Redukovaná plocha: 1 125 m<sup>2</sup> × 0,05 = 56,25 m<sup>2</sup>  
 Roční množství odváděných srážkových vod: 56,25 m<sup>2</sup> × 532 mm/rok = 29,925 m<sup>3</sup>  
 Stočné za rok: 29,925 m<sup>3</sup> × 28,30 Kč/m<sup>3</sup> = 846,90 Kč

**Snížení platby za stočné je v tomto případě 14 397,- Kč.**



## VLIV RETENCE NA CENU STOČNÉHO

Vliv použití vegetační střechy nad objektem podnikajícího subjektu na cenu stočného za srážkovou vodu je demonstrován na příkladu na str. 08. Nad stejným objektem byla uvažována střecha bez a s vegetační skladbou a pro obě varianty byla vypočítána cena stočného srážkových vod podle metodiky vyhlášky 428/2001 Sb. /tab. 02/.

## SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY RETENCE DEŠŤOVÝCH VOD NA STŘECHÁCH

Nejvíce zkušeností s využitím vegetačních střech mají odborníci z Rakouska, Německa a Švýcarska, kteří několika výzkumy nesporně prokázali schopnost vegetačních střech zadržovat nebo alespoň zpomalovat odtok dešťových vod. Tato schopnost se v praxi obvykle vyjadřuje prostřednictvím bezrozměrného součinitele (koeficientu) odtoku C.

Součinitel odtoku C vyjadřuje poměr mezi množstvím odečtené vody a srážkového úhrnu během určité časové jednotky.

## HODNOTY SOUČiniteLE C PODLE RŮZNÝCH PODKLADŮ

SVAZ ZAKLÁDANÍ A ÚDRŽBY ZELENÉ (NĚMECKO)

V současné době nejpodrobnější hodnoty součinitelů odtoku vegetační střechy včetně uvedení podmínek zkoušení udává německá směrnice FLL pro projektování, provádění a údržbu zelených střech [2], které jsou zobrazeny v tabulce /03/.

ČSN EN 12056-3 [3]

Evropská norma žádné konkrétní hodnoty součinitele odtoku neuvádí. Standardně je uvažována hodnota  $C = 1$ , pokud národní a místní předpisy nebo zvyklosti nestanovují jinak. Norma tedy umožňuje zvolit i jinou hodnotu součinitele odtoku než pouze  $C = 1$ , ale již neuvádí jakou.

ČSN 75 6760 VNITŘNÍ KANALIZACE [4]

V české normě jsou rozlišeny různé druhy odvodňované plochy, různé druhy úprav povrchů a sklonů těchto ploch viz tabulka /04/. Popisem je vegetační střecha nejbližší střeše s propustnou horní vrstvou tlustší než 100 mm. V normě není uvedeno za jakých podmínek byly hodnoty stanoveny.

VYHLÁŠKA 428/2001 SB., PŘÍLOHA 16 [5]

Již uvedená vyhláška uvádí způsob výpočtu množství srážkových vod odváděných do kanalizace bez měření. Výpočet množství odváděné vody do kanalizace podle této vyhlášky je podkladem pro stanovení ceny stočného za dešťové vody. Hodnota součinitele odtoku je pro plochy kryté vegetací  $C = 0,05$ . Jedná se o hodnoty uváděné pro dlouhodobý srážkový úhrn.

## CO LZE ŘÍCI O RETENČNÍCH SCHOPNOSTECH VEGETAČNÍCH STŘECH?

Hodnoty součinitele odtoku se podle uvedených zdrojů výrazně liší podle účelu využití. Pro výpočet odvodu vody např. z ploché střechy s horní propustnou vrstvou tlustší než 100 mm se uvádí hodnota  $C = 0,5$ . Naopak pro výpočet ceny stočného je na stejné střeše  $C = 0,05$ . Tyto rozdíly a nejistota znalosti přesného čísla dále ještě komplikuje fakt, že stejná střecha bude mít ve skutečnosti na různých místech jinou hodnotu C v závislosti na ročním úhrnu srážek v dané lokalitě, teplotě vzduchu, nadmořské výšce, délce a intenzitě slunečního svitu, atd. Nelze tedy např. ani z německých norem bez uvážení přebírat libovolné hodnoty C bez znalosti podmínek stanovení a účelu využití hodnot.

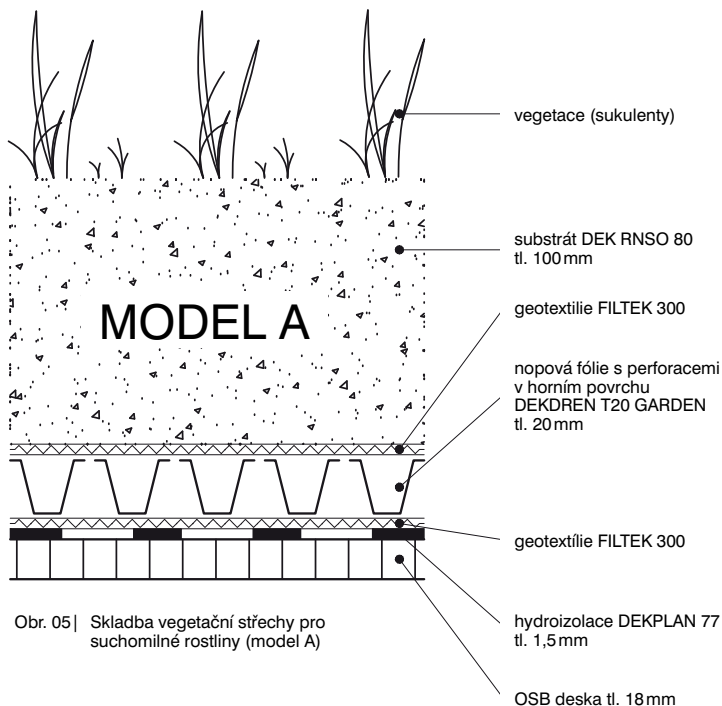
Abychom si udělali vlastní názor na skutečné retenční vlastnosti

Tabulka 03 | Součinitele odtoku vegetační střechy dle FLL [2]

Tl. souvrství [cm]	Sklon střechy do 5°	Sklon střechy nad 5°
> 50	0,1	-
25 - 50	0,2	-
15 - 25	0,3	-
10 - 15	0,4	0,5
6 - 10	0,5	0,6
4 - 6	0,6	0,7
2 - 4	0,7	0,8

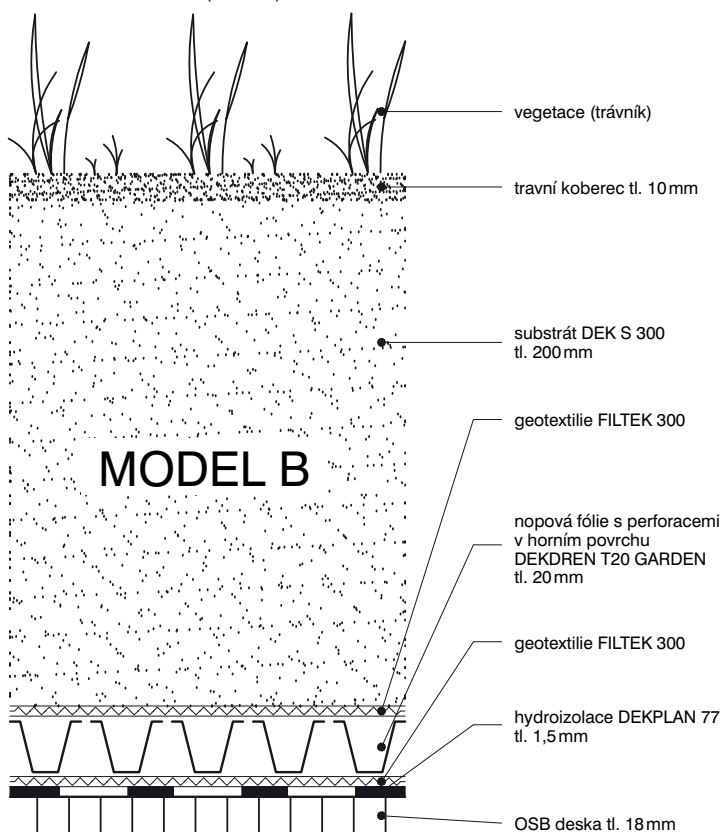
Tabulka 04 | Hodnoty součinitele odtoku dle ČSN 75 6760 [4].

Položka	Druh odvodňované plochy, popřípadě druh úpravy povrchu	Sklon povrchu a na něm závislý součinitel (C)		
		do 1 %	1 % až 5 %	nad 5 %
1.	Střechy s propustnou horní vrstvou tlustší než 100 mm	0,5	0,5	0,5
2.	Střechy ostatní	1,0	1,0	1,0
3.	Asfaltové a betonové plochy, dlažby se zálivkou spár	0,7	0,8	0,9
4.	Dlažby s pískovými spárami	0,5	0,6	0,7
5.	Upravené šterkové plochy	0,3	0,4	0,5
6.	Neupravené a nezastavěné plochy	0,2	0,25	0,3
7.	Sady, hřiště	0,1	0,15	0,2
8.	Zatrávněné plochy	0,05	0,1	0,15



Obr. 05 | Skladba vegetační střechy pro suchomilné rostliny (model A)

Obr. 06 | Skladba vegetační střechy pro travní koberec (model B)



vegetačních střech, zformulovali jsme vlastní výzkumný úkol s cílem prověřit míru přesnosti hodnot uváděných ve zmíněných zdrojích a odpovědět si na další otázky:

- Za jakých podmínek bylo C stanoveno? Uvažuje se maximální hodnota zjištěná během deště, nebo se uvažuje hodnota získaná těsně po skončení deště? Nebo se dokonce uvažuje jako hodnota zjištěná např. po 24 hod po skončení deště, nebo jako roční průměr?
- Je hodnota C konstantní v čase?
- Je správné, že se hodnoty C liší v závislosti na tom, k čemu jsou využívány (např. dimenzování vnitřní kanalizace, vsakovacího zařízení, veřejné kanalizační sítě, cena stočného)?
- Mají prezentované hodnoty součinitele odtoku v českých normách správnou vypovídající hodnotu?
- Je možné provést srovnání s výsledky experimentů prováděných v Německu?

## EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ

Pro lepší pochopení retenčního chování vegetačních střech a alespoň částečné zodpovězení výše zmíněných otázek jsme uskutečnili experimentální měření. Měření bylo prováděno jako součást diplomové práce zpracované Ing. Petrem Klobusovským na katedře Technického zařízení budov Fakulty stavební ČVUT v Praze za odborného vedení Ing. Stanislavem Frolíkem, Ph.D. a ve spolupráci se společností DEKTRADE a.s.

Pro účely tohoto měření byly sestaveny dva modely vegetačních střech a zařízení simulující dešťové srážky. Konkrétní skladby souvrství obou modelů vegetačních střech jsou uvedeny na obrázcích /05/ a /06/. Skladby byly převzaty z publikace [1].

Zařízení bylo sestaveno tak, aby bylo možné měřit odtok vody prosáklé vrstvami nad hydroizolací.

Na modelu A byla provedena skladba vegetační střechy se substrátem DEK RNSO 80 v tl. 100 mm a s vegetací ze

Tabulka 05 | Maximální návrhové úhrny v ČR s dobou trvání 5 min až 4320 min [6].

Nadm. výška lokality (m n.m.)	Periodicita $\rho$ (rok <sup>-1</sup> )	Doba trvání srážek $t_c$ (min)																
		5	10	15	20	30	40	60	120	240	360	480	600	720	1080	1440	2880	4320
		Maximální návrhové úhrny srážek $h_a$ (mm)																
Do 650	0,2	12	18	21	23	25	27	29	35	29	44	49	50	51	54	55	73	85
	0,1	14	21	24	27	30	32	35	42	46	54	56	58	59	63	66	88	100
Nad 650	0,2	11	15	17	20	23	26	30	40	59	58	67	76	85	99	104	156	179
	0,1	12	17	20	22	26	30	35	46	56	67	77	87	98	122	130	200	235

02| Model A – suchomilné rostliny

03| Model B – Pokládka travního koberce na model

04| Model B – vegetační střecha s travním kobercem



suchomilných rostlin. Na modelu B byla provedena skladba střešní zahrady se substrátem DEK S 300 v tl. 200 mm a předpěstovaným travním kobercem.

Sklon u obou modelů střech byl zvolen 5°, což je maximální sklon pro zvolené typy skladeb vegetačních střech. Při větším sklonu by bylo nutné jistit substrát proti sesuvu.

Pro experimentální měření bylo navrženo 6 různých srážkových úhrnů o různých dobách trvání, převzatých z normy ČSN 75 9010 [6], viz /tab. 05/ a z předpisu FLL [2].

Srážkové úhrny dle normy ČSN 75 9010:

- 14 mm při době trvání srážky 5 min (tj. intenzita 0,0467 l/(s.m<sup>2</sup>));
- 24 mm při době trvání srážky 15 min (tj. intenzita 0,0267 l/(s.m<sup>2</sup>));
- 26 mm při době trvání srážky 30 min (tj. intenzita 0,0144 l/(s.m<sup>2</sup>));
- 35 mm při době trvání srážky 60 min (tj. intenzita 0,0097 l/(s.m<sup>2</sup>));
- 46 mm při době trvání srážky 120 min (tj. intenzita 0,0064 l/(s.m<sup>2</sup>)).

Srážkové úhrny dle příručky FLL:

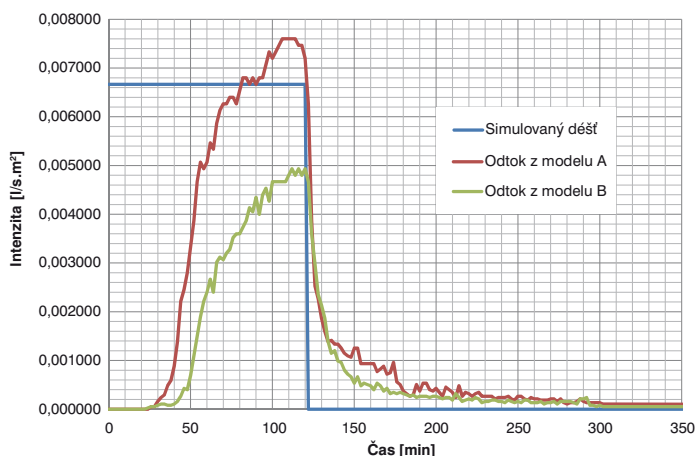
- 27 mm při době trvání srážky 15 min (tj. intenzita 0,0300 l/(s.m<sup>2</sup>)).

## VÝSLEDKY MĚŘENÍ

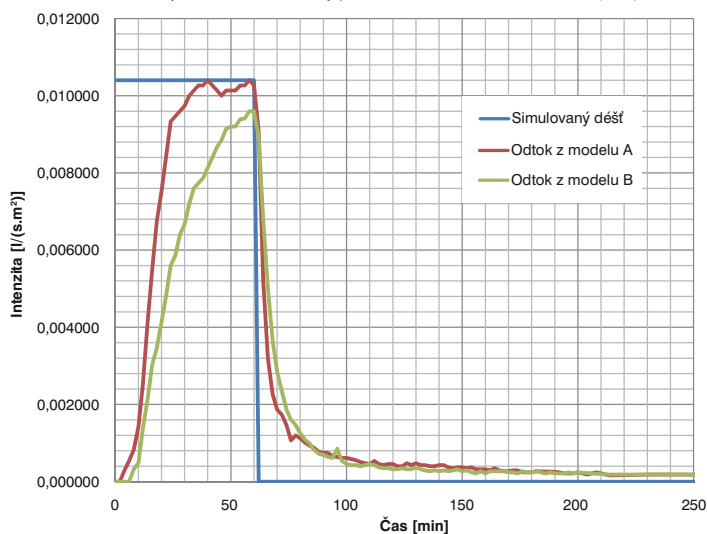
V grafech /01/ až /06/ jsou zobrazeny výsledky z měření. Modrou čarou je zobrazen průběh simulovaného deště, který vždy po stanovené době skončil, červenou čarou průběh odtoku dešťové vody z modelu A a zelenou čarou průběh odtoku z modelu B.

Také nás zajímalo, jaký vliv má přítomnost a naplnění nopové fólie vodou. Proto byl před prvním měřením /graf 01/ částečně nasycen pouze substrát tak, aby nedošlo k zaplnění nopové fólie vodou. Pozitivní vliv hydroakumulace nopové fólie se projevil tak, že přibližně v prvních 24 minutách nebyl zaznamenán žádný odtok

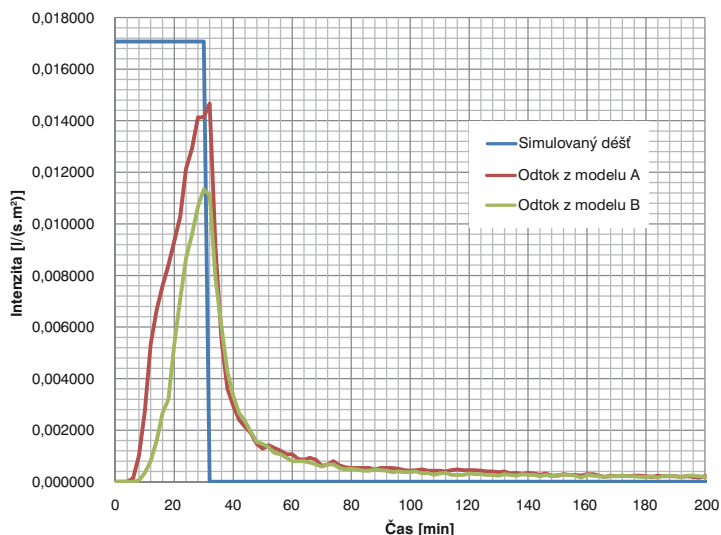
Graf 01 | Průběh odtoku vody při 120 min dešti o intenzitě 0,00667 l/(s.m<sup>2</sup>)



Graf 02 | Průběh odtoku vody při 60 min dešti o intenzitě 0,0104 l/(s.m<sup>2</sup>)



Graf 03 | Průběh odtoku vody při 30 min dešti o intenzitě 0,01707 l/(s.m<sup>2</sup>)



vody. Následně došlo k velmi rychlému nárůstu odtoku vody. První měření se také lišilo jednou zvláštností. Přibližně po 80 minutách od začátku měření dosahoval odtok z modelu A vyšších hodnot, než byla intenzita simulovaného deště. Tuto skutečnost bude nutné v dalších měřeních ještě potvrdit. Tato anomálie (součinitel C by mohl být vyšší než 1,0), pokud by se v budoucnu potvrdila, poukazuje na neznalost fungování vegetačních střech, neboť žádný podobný případ nebyl v žádné dostupné literatuře ani příručkách popsán.

Při dalších experimentech /graf 02 až 06/, kde již byla před měřeními nová fólie zaplněna vodou, je znatelný rozdíl oproti grafu /01/. Zpoždění odtoku na začátku měření je podstatně menší, a to v rozsahu 2 až 9 minut.

Na všech grafech je dobře patrný rozdíl mezi odtokem z modelu A a modelu B. Rozdíl je v některých případech téměř dvojnásobný. To potvrzuje výhodnost použití vegetační střechy s větší tloušťkou substrátu.

Hodnoty zobrazené na grafu /05/ jsou výsledky měření při hodnotách deště, které jsou běžně používány pro navrhování dešťové kanalizace. Výsledky tohoto měření by tedy v praxi mohly být momentálně nejvíce užitečné.

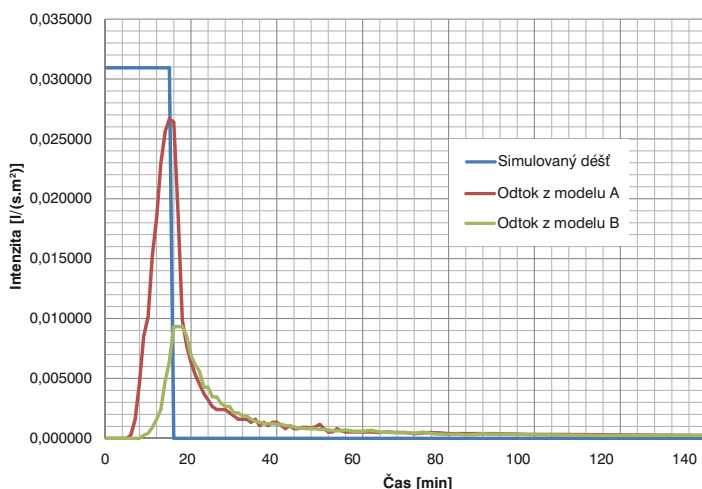
Na posledním grafu /06/ je pak retenční schopnost patrná nejvíce. Simulovaný déšť zde odpovídá letním průřezům, které jsou v posledních letech častým jevem. U tohoto měření došlo ke snížení odtoku u modelu B téměř o 90%.

V tabulce /06/ a /07/ je provedeno souhrnné porovnání výsledků jednotlivých měření.

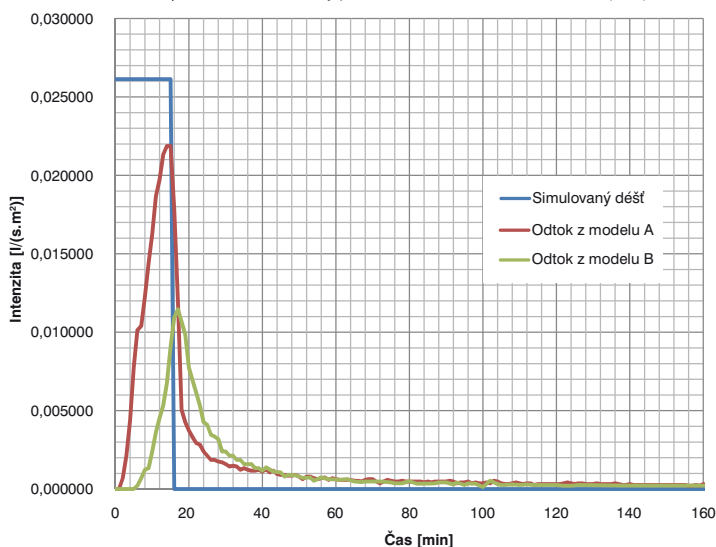
## REKAPITULACE VÝSLEDKŮ

- Retenční schopnost vegetačních střech byla experimentálním měřením jednoznačně prokázána. Tuto vlastnost dokazují průběhy odtoku, ze kterých je patrná nejen schopnost snížit maximální intenzitu odtoku dešťové vody ze střechy, ale také schopnost

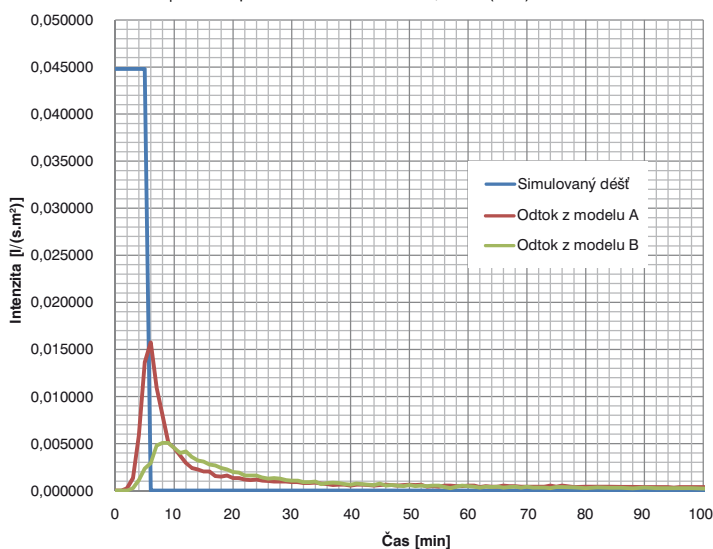
Graf 04 | Průběh odtoku vody při 15 min dešti o intenzitě 0,02613 l/(s.m<sup>2</sup>)



Graf 05 | Průběh odtoku vody při 15 min dešti o intenzitě 0,03093 l/(s.m<sup>2</sup>)



Graf 06 | Měření při 5 min dešti o intenzitě 0,0448 l/(s.m<sup>2</sup>)



Tabulka 06 | Součinitele odtoku<sup>1</sup> stanovené po 24 hodinách

Trvání srážky tc [min]	Intenzita deště r [l/(s.m²)]	Množství dopadlé dešťové vody [l/m²]	Množství oteklé vody [l/m²]		Součinitel odtoku C		Zpoždění odtoku [min]	
			Model A	Model B	Model A	Model B	Model A	Model B
120	0,00667	48,00	36,90	23,80	0,77	0,50	24	24
60	0,01040	37,44	36,94	32,90	0,99	0,88	4	8
30	0,01707	30,72	24,26	20,34	0,79	0,66	6	8
15	0,02613	23,52	22,00	16,24	0,94	0,69	2	6
15	0,03093	27,84	19,90	15,20	0,71	0,55	6	9
5	0,04480	13,44	11,91	11,14	0,89	0,83	2	3

<sup>1</sup> Součinitel odtoku – podíl objemu (nebo výšky) odtoku a objemu (nebo výšky) příslušných srážek, způsobujících tento odtok.

Tabulka 07 | Součinitele špičkového odtoku<sup>2</sup>

Trvání srážky tc [min]	Intenzita deště r [l/(s.m²)]	Množství dopadlé dešťové vody [l/m²]	Max. intenzita odtoku [l/(s.m²)]		Součinitel špičkového odtoku C <sub>top</sub>	
			Model A	Model B	Model A	Model B
120	0,00667	48,00	0,00760	0,00493	1,14	0,74
60	0,01040	37,44	0,01040	0,00960	1,00	0,92
30	0,01707	30,72	0,01467	0,01133	0,86	0,66
15	0,02613	23,52	0,02187	0,01147	0,84	0,44
15	0,03093	27,84	0,02667	0,00933	0,86	0,30
5	0,04480	13,44	0,01573	0,00507	0,35	0,11

<sup>2</sup> Součinitel špičkového odtoku – poměr mezi špičkovým přímým povrchovým odtokem a průměrnou intenzitou dané srážky násobené sběrnou plochou.

začátek odtoku oddálit a celkově dešťovou srážku rozložit na několik hodin trvající mírný odtok. Tato schopnost je nejvýznamnější u velmi intenzivních a krátce trvajících dešťů, ke kterým dochází zejména v letních měsících. Takové deště mohou zapříčinit přeplnění a v horším případě i poškození stokových sítí nebo vodních toků, případně způsobit komplikace a škody v podobě záplav lokálního nebo širšího rozsahu. U málo intenzivních dlouhotrvajících dešťů dochází po určité době téměř k vyrovnání intenzity deště a odtoku. To by ale vzhledem k nízké intenzitě samotného deště nemělo způsobovat žádné komplikace.

- Čím vyšší je intenzita deště a zároveň tedy je kratší jeho trvání, tím je nižší intenzita odtoku vody ze střech, tedy nižší hodnota součinitele špičkového odtoku. Na základě toho můžeme říci, že vegetační střecha se opravdu nechová konstantně a že nelze vyjádřit retenční schopnost pouze jednou hodnotou.

- Hodnota součinitele špičkového odtoku, sledovaná během trvání srážek a hodnota součinitele odtoku stanovená až po několika hodinách po skončení deště se může výrazně lišit. Proto je nutné si předem uvědomit, k jakému účelu je hodnota odtoku C potřeba. Při dimenzování vnitřní kanalizace bude potřeba pravděpodobně jiná hodnota, nežli např. v případě, kdy bude dimenzováno vsakovací zařízení. Při dimenzování je také nutné se zamyslet nad průběhem výstavby, protože vegetační souvrství se aplikuje až v posledních fázích stavby a tudíž se během výstavby střechy chovají jako zpevněné plochy s  $C = 1$ .
- U vegetační střechy s různými typy vegetace byl prokázán rozdíl v retenční schopnosti. Lze předpokládat, že u mocností substrátu v řádech několika desítek centimetrů by mohl být odtok nulový.
- Simulací pěti různých typů dešťových srážek byla

také potvrzena skutečnost, že na retenční schopnost vegetačních střech může mít vliv i srážková oblast, ve které je střecha realizována.

- Povrchový odtok nebyl během žádného měření zaznamenán.

## ZÁVĚREČNÉ SHRNUTÍ

Součinitel C závisí na tloušťce vrstvy substrátu.

Skutečnost, že v normách a příručkách není uváděno za jakých podmínek jsou v nich uváděné hodnoty součinitele odtoku C stanoveny, může znehodnotit informační hodnotu vypočítaných výsledků. Vždy by se mělo minimálně uvádět, zdali se jedná o hodnoty špičkového odtoku nebo průměrného za určité stanovené období.

Nepřehlédnutelným finančním přínosem vegetačních střech je především pro právnické osoby téměř 95 % snížení cen stočného za dešťovou vodu.

Výsledky experimentálního měření by prozatím mohly posloužit jako důkaz, že vegetační střechy si zaslouží být v našich normách zmiňovány více, než pouze jednou hodnotou součinitele odtoku a mohly by být inspirací k dalšímu výzkumu i k dalšímu rozvoji používání vegetačních střech. Z tohoto důvodu bude experiment pokračovat v širším rozsahu dále v rámci doktorského studia autora článku. Budou tak moci být uplatněny cenné zkušenosti získané z předchozího experimentu a výsledky by tak měly získat větší přesnost a dostatečnou váhu na to, aby mohly být použity do příslušných norem, předpisů a příruček.

<Petr Klobusovský>  
<Antonín Žák>

- [1] Kolektiv autorů. Vegetační střechy a střešní zahrady, Skladby a detaily, konstrukční a materiálové řešení. Praha: DEKTRADE a.s., únor 2009.
- [2] SVAZ ZAKLÁDÁNÍ A ÚDRŽBY ZELENĚ. FLL norma Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – Dachbegrünungsrichtlinie – překlad Ing. Jitka Dostalová. Jedná se o pracovní materiál, který byl zpracován v rámci řešení projektu „Zelené střechy – naděje pro budoucnost“ finančně podpořeného

v grantovém řízení Ministerstva životního prostředí.

- [3] ČSN EN 12056-3 *Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy – Část 3: Odvádění dešťových vod ze střech – Navrhování a výpočet*
- [4] ČSN 75 6760. *Vnitřní kanalizace*. Praha: Český normalizační institut, 2003.
- [5] Vyhláška 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)
- [6] ČSN ČSN 75 9010. *Vsakovací zařízení srážkových vod*. Praha: Český normalizační institut, 2012.



Expertní a znalecká kancelář  
**Doc. Ing. Zdeněk KUTNAR, CSc.**  
**IZOLACE & KONSTRUKCE STAVEB**

### OBJEKTY

bytové, občanské, sportovní, kulturní, průmyslové, zemědělské, inženýrské a dopravní

### KONSTRUKCE

ploché střechy a terasy, střešní zahrady, šikmé střechy a obytná podkroví, obvodové pláště, spodní stavba, základy, sanace vlhkého zdiva, dodatečné tepelné izolace, vlhké, mokré a horké provozy, chladírny a mrazírny, bazény, jímký, nádrže, trubní rozvody, kolektory, mosty, tunely, metro, skládky, speciální konstrukce

### DEFEKTY

průsaky vody, vlhnutí konstrukcí, povrchové i vnitřní kondenzace, destrukce materiálů a konstrukcí vyvolané vodou, vlhkostí a teplotními vlivy

### POUČENÍ

tvorba strategie navrhování, realizace, údržby, oprav a rekonstrukcí spolehlivých staveb od koncepce až po detail

### TECHNICKÁ POMOC

expertní a znalecké posudky vad, poruch a havárií izolací staveb, koncepce oprav

### KONTAKTY:

KUTNAR  
IZOLACE & KONSTRUKCE STAVEB  
expertní a znalecká kancelář

- ČVUT Praha, fakulta architektury, Thákurova 9, 160 00 Praha 6,
- Stálá služba: Tiskařská 10, Praha 10, tel.: 233 333 134 e-mail: kutnar@kutnar.cz mobil: 603 884 984

# OPTIMALIZACE NÁVRHU RODINNÉHO DOMU II

## OPTIMALIZACE SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY

ČLÁNEK JE POKRAČOVÁNÍM ČLÁNKU  
„OPTIMALIZACE NÁVRHU RODINNÉHO DOMU“,  
KTERÝ VYŠEL V ČASOPISE DEKTIME 01 | 2012.  
PRVNÍ ČLÁNEK SE ZABÝVAL OPTIMALIZACÍ  
STAVEBNÍ ČÁSTI KONKRÉTNÍHO DOMU.  
OPTIMALIZACE STAVEBNÍ ČÁSTI DOMU  
MĚLA ZA ÚKOL PŘEDEVŠÍM SNÍŽIT POTŘEBY  
ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ, CHLAZENÍ A VĚTRÁNÍ.

Tento článek se zabývá optimalizací systémů technického zařízení budov v rodinném domě řešeném v minulém článku. Pro optimalizovanou stavební část domu bylo zavedeno označení **pasivní inteligence domu**, pro systémy technických zařízení budov (systémy TZB) a jejich řízení pojem **aktivní inteligence domu**. Aktivní inteligence domu zahrnuje systémy, které zajišťují, aby v domě byla příjemná teplota, čerstvý vzduch a dostatek teplé a studené vody. V minulém článku jsme dospěli k závěru, že vhodně navrženými a provedenými konstrukcemi a stíněním se lze v podmínkách České republiky vyhnout u rodinných domů strojnmu chlazení. Budeme se tedy zabývat jen vytápěním, přípravou teplé vody a energiemi na provoz domácích spotřebičů.

Jaká kritéria při výběru systému vytápění a přípravy teplé vody zajímají investory nejvíce? Jsou to náklady na pořízení systému a jeho provoz (tedy vlastně účinnost systémů a cena za energie vstupující do systémů) a údržba. Dále pak komfort, který systém poskytuje a náročnost jeho obsluhy a údržby. V současné době také začíná stále více lidí zajímat dopad systémů na životní prostředí, který je možné zohlednit prostřednictvím emisí a spotřeby primární energie.

Některá z uvedených kritérií je možné zhodnotit objektivně číselně. Některá kritéria jsou subjektivní a obecně jen těžko zhodnotitelná a záleží na preferencích každého jednotlivého uživatele. Obtížně lze odhadnout technologický vývoj v oblasti systémů vytápění a přípravy teplé vody, vývoj cen energií a životnost jednotlivých porovnávaných systémů.

Hodnocení jednotlivých systémů vytápění a přípravy teplé vody bylo provedeno pomocí několika kritérií. Jednotlivá kritéria budou popsána v následujícím textu. Variabilita hodnocení tkví především v tom, že různí uživatelé dávají různou váhu odlišným kritériím. Pro někoho je při hodnocení nejpodstatnější například pořizovací cena, pro někoho roční náklady na energie a pro někoho komfort obsluhy.



## HODNOTICÍ KRITÉRIA

### ÚČINNOST SYSTÉMU

Rodinný dům má určitou tepelnou ztrátu, kterou je nutné pokrýt. V domě se spotřebuje určité množství teplé vody. Pokrytí těchto potřeb řeší systémy technických zařízení budov – otopná soustava, systém přípravy a distribuce teplé vody. Tyto systémy, stejně jako všechna technická zařízení, pracují s určitou účinností. Ta je vyjádřena množstvím vstupující energie k práci, která z něj vystupuje. Proto se přirozeně požaduje, aby navržený systém vytápění a přípravy teplé vody v budově byl co možná nejúčinnější.

### NÁKLADY NA PROVOZ SYSTÉMU

Konečného uživatele ale více než abstraktní fyzikální účinnost obvykle zajímají finanční náklady, které jsou s vytápěním, přípravou teplé vody a provozem domácnosti spojené.

### NÁKLADY NA POŘÍZENÍ SYSTÉMU A CELKOVÉ NÁKLADY

Kromě nákladů na provoz systému jsou důležité také náklady na pořízení systému a celkové náklady za celou životnost systému. Jde o náklady na pořízení, náklady na energie a další náklady na provozování systému po určité období. Zde se dostáváme k otázce určení životnosti systémů. Téměř všichni výrobci zdrojů tepla a systémů na přípravu teplé vody

uvádějí u svých výrobků dlouhou životnost v řádu desetiletí.

Výrobci tepelných čerpadel hovoří o životnosti až 20 let. Všechny moderní zdroje tepla v sobě obvykle obsahují regulační elektroniku, jejíž složitost se mezi zdroji dnes již příliš neliší, a téměř všechny zdroje v sobě mají nějaký elektrický pohon (ventilátor, pohon dopravníku paliva, kompresor, atd.). Není důvod uvažovat podstatně odlišnou životnost jednotlivých zdrojů. Proto byla pro ekonomické hodnocení všech systémů uvažována shodná doba životnosti 15 let.

### UŽIVATELSKÝ KOMFORT

Uživatele také zajímá komfort, jaký mu daný systém poskytuje a jak náročná je jeho obsluha. Uživatelský komfort v případě vytápění znamená, jak zdroj tepla dokáže pružně reagovat na měnící se okolní podmínky (např. zohlednění slunečních zisků apod.). Proto byl uživatelský komfort v závěrečném posouzení rozdělen do tří tříd.

Do první třídy spadají zdroje tepla, které automaticky víceméně plynule reagují na aktuální potřebu tepla na vytápění; pokud krátkodobě není potřeba tepla zdroj ne-spotřebovávají palivo (např. elektrický kotel, kotel na plyn).

Do druhé třídy lze zařadit zdroje tepla, které jsou schopné automaticky reagovat na aktuální potřebu tepla, při krátkodobém

útlumu ale stále spotřebovávají určité množství paliva (automatický kotel na pevná paliva).

Do třetí třídy patří zdroje, které nedokáží automaticky reagovat na měnící se aktuální potřebu tepla na vytápění (kotle na pevná paliva s ruční dodávkou paliva).

### KOMFORT OBSLUHY

Komfort obsluhy je také rozdělen do tří tříd. První třídu tvoří zdroje tepla na pevná paliva s ručním přikládáním (např. krbová kamna, kotel na uhlí apod.). Do druhé třídy patří zdroje na pevná paliva s automatickým přikládáním. Do třetí třídy jsou zařazeny ostatní zdroje, které mají automatickou dodávku paliva víceméně bez zásahu obsluhy (plynový kotel, elektrický kotel atd.).

### EKOLOGIE

Ekologická kritéria lze zjednodušeně zhodnotit pomocí emisí prachu, a spotřeby primární energie.

Uvedená kritéria, pomocí kterých je hodnocen systém TZB, jsou shrnuta v tabulce /01/.

Podrobnosti (vstupní data) pro konečné posouzení jsou uvedeny na následujících třech barevných stranách.

Tabulka 01 | Hodnotící kritéria

Kritérium	Jednotka
Účinnost systému	%
Náklady na provoz systému	Kč/kWh; Kč/rok
Náklady na pořízení systému	Kč
Uživatelský komfort	1 až 3 <sup>1)</sup>
Komfort obsluhy	1 až 3 <sup>1)</sup>
Ekologie – emise prachu	g/kWh; kg/rok
Ekologie – spotřeba primární energie	kWh/kWh; kWh/rok
<sup>1)</sup> Rozdělení do kategorií	

## ČÁSTI SYSTÉMU VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY

Systémy vytápění a přípravy teplé vody se obvykle skládají ze tří částí. První částí je zdroj, ve kterém dochází k výrobě tepla z paliva, případně místo, kde dochází k přeměně jednoho druhu tepla na jiný (výměňíková stanice, příprava teplé vody, ohřev vzduchu).

Druhou částí jsou rozvody. Může se jednat o rozvody tepla k otopným tělesům, rozvody teplé vody, vzduchovody atd.

Poslední částí pak je sdílení, které je v případě vytápění obvykle zajišťováno otopnými plochami nebo ohřátým vzduchem, v případě teplé vody se jedná o výtokovou baterii.

Na každé z těchto částí dochází ke ztrátám. Například při spalování paliva v kotli není využito veškeré spalné teplo na ohřev topné vody.

Část tepla mizí do okolního prostoru sáláním z povrchu kotle, část pak uniká do komína a tvoří komínovou ztrátu. Na nezaizolovaných i zaizolovaných rozvodech dochází ke ztrátám tepla z povrchu potrubí. Nedostatečná regulace může způsobovat přetápění místností nad požadovanou teplotu.

### PALIVA A ENERGIE

Druhy paliv a energií, které se obvykle užívají pro výrobu tepla v rodinných domech včetně některých jejich důležitých vlastností jsou uvedeny v tabulce /02/.

### ZDROJ TEPLA

Pro přeměnu energie z paliva na prakticky využitelné teplo se užívají zdroje tepla. V současné době je na trhu velké množství různých zdrojů tepla určených pro rodinné domy, které se od sebe značně liší pořizovací cenou, účinností, komfortem obsluhy

a ekologií provozu. Jejich obvykle užívané typy jsou uvedeny v tabulce /03/.

### ROZVODY A DISTRIBUCE TEPLA

Další podstatnou částí otopné soustavy je distribuce a sdílení tepla. V rodinných domech v současné době rozvod a distribuci tepla obvykle zajišťuje dvoutrubková teplovodní otopná soustava. Otopné plochy tvoří otopná tělesa (nejčastěji plechová desková) nebo podlahové nebo stěnové otopné plochy. Vytápění v rodinném domě lze řešit také lokálními zdroji bez otopné soustavy (např. elektrickými přímotopy, elektrickým podlahovým vytápěním, elektrickými sálavými panely, v současné době méně častěji lokálními zdroji na pevná paliva – kamna, krby atd.). S klesající energetickou náročností rodinných domů se stále častěji používá také mechanické větrání kombinované s teplovzdušným vytápěním. V rámci studie

Tabulka 02 | Přehled cen paliv (květen 2012)

Palivo	Měrná jednotka [m.j.]	Výhřevnost [kWh/m.j.]	Orientační cena paliva [Kč/m.j.]	Orientační cena tepla <sup>1)</sup> [Kč/kWh]
Zemní plyn – výhřevnost	m <sup>3</sup>	9,43	17,45	1,85
Elektřina – D25d (akumulace)	kWh	1,00	2,17	2,17
Elektřina – D45d (přímotopy)	kWh	1,00	2,80	2,80
Elektřina – D55d (tepelné čerp.)	kWh	1,00	2,69	2,69
Uhlí hnědé ořech 1	kg	4,89	3,55	0,73
Uhlí hnědé ořech 2	kg	4,89	2,65	0,54
Uhlí černé ořech 1	kg	6,42	5,10	0,79
Uhlí černé ořech 2	kg	6,42	4,75	0,74
Koks	kg	7,64	7,30	0,96
Dřevo	kg	3,78	3,50	0,93
Dřevěné brikety	kg	4,72	5,20	1,10
Dřevěné pelety	kg	4,72	5,50	1,16
Dřevní štěpka	kg	3,47	2,80	0,81
Rostlinné pelety	kg	4,44	3,65	0,82
Propan butan	kg	12,89	28,00	2,17
Obilí	kg	5,00	4,00	0,80
Lehký topný olej	kg	11,67	28,00	2,40

<sup>1)</sup> Cena za kilowatthodinu tepla z daného paliva, uvažována 100% účinností systému výroby tepla. Z hodnoty lze udělat závěr o nákladnosti jednotlivých paliv bez vlivu systému.

na posuzovaném objektu nebyl hodnocen vliv ceny otopné soustavy na výsledné náklady, byly uvažovány pouze náklady na pořízení zdroje tepla.

U teplovodních otopných soustav je jedním z nejdůležitějších parametrů teplota výstupní a vratné vody a teplotní spád. Tyto teploty mají u některých zdrojů tepla poměrně zásadní vliv na jejich účinnost. Jedná se především o tepelná čerpadla a kondenzační kotle na plynná paliva.

Vliv požadované teploty topné vody a venkovní teploty na účinnost (topný faktor) tepelného čerpadla je znázorněn v grafu /01/.

Graf /01/ znázorňuje závislost topného faktoru tepelného čerpadla na teplotě energetického média (venkovní vzduch) a na teplotě topné vody vystupující z tepelného čerpadla. Topný faktor je poměr topného výkonu tepelného čerpadla a elektrického příkonu tepelného čerpadla. Čím je topný faktor vyšší, tím pracuje tepelné

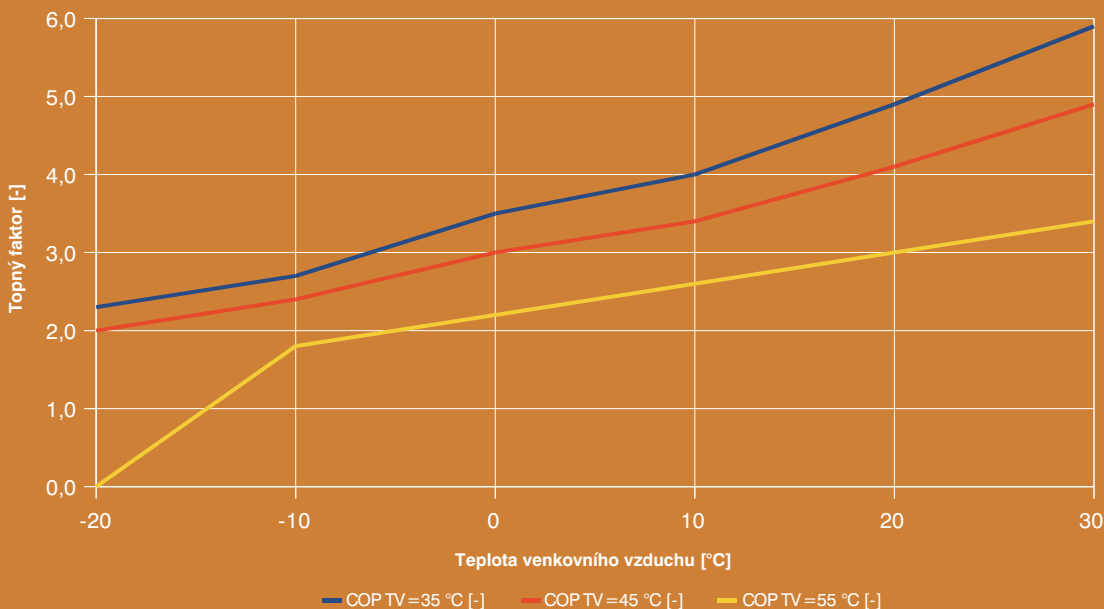
čerpadlo s vyšší účinností. Z grafu je patrné, že topný faktor roste s rostoucí teplotou energetického média (prostředí, ze kterého je odebíráno nízkopotenciální teplo, například vnější vzduch). Teplotu energetického média nedokážeme příliš ovlivnit. Topný faktor také roste s klesající teplotou topné vody vstupující do otopné soustavy. A právě tento parametr lze ovlivnit vhodnou volbou otopné soustavy. Proto je pro tepelné čerpadlo velmi vhodná otopná soustava s podlahovým vytápěním.

Tabulka 03 | Zdroje tepla

Typ zdroje tepla	Orientační pořizovací cena zdroje <sup>2)</sup> [Kč]	Deklarovaná účinnost zdroje [%]	Průměrná účinnost zdroje [%]	Modulovatelnost zdroje [%]	Užívané palivo	Cena paliva [Kč/kWh]	Emise prachu [g/kWh]	Uživatelský komfort [-]	Komfort obsluhy [-]	Orientační cena tepla <sup>1)</sup> [Kč/kWh]
Elektrické přímotopy	15 000–30 000	až 99	99	100-100	Elektrina	3,03	0,00	1	1	3,06
Kamna na uhlí	15 000–30 000	55 až 78	50	50-100	Brikety, uhlí	1,10	4,53	3	3	2,20
Kotel na dřevěné pelety automatický	72 000–125 000	82 až 95	85	30-100	Dřevěné pelety	1,16	0,06	2	2	1,36
Kotel na dřevní štěpku	156 000–600 000	88 až 90	80	30-100	Dřevní štěpka	0,81	0,36	2	2	1,01
Kotel na dřevo	12 000–25 000	71 až 83	65	50-100	Dřevo	0,93	0,36	3	3	1,43
Kotel na dřevo zplyňovací s aku. nádrží	75 000–175 000	81 až 91	82	70-100	Dřevo	0,93	0,05	1	3	1,13
Kotel na elektřinu	15 000–25 000	až 99	99	10-100	Elektrina	3,03	0,00	1	1	3,06
Kotel na koks	12 000–25 000	70 až 80	75	70-100	Koks	0,96	0,92	3	3	1,28
Kotel na obilí automatický	85 000–150 000	83 až 93	85	30-100	Obilí	0,80	0,06	2	2	0,94
Kotel na propan butan běžný	12 000–34 000	90 až 92	88	40-100	Propan butan	2,17	0,00	1	1	2,47
Kotel na propan butan kondenzační	26 000–69 000	až 108	98	10-100	Propan butan	2,17	0,00	1	1	2,21
Kotel na propan butan nízkoteplotní	12 000–34 000	93 až 98	94	40-100	Propan butan	2,17	0,00	1	1	2,31
Kotel na rostlinné pelety automatický	85 000–150 000	83 až 93	85	30-100	Rostlinné pelety	0,82	0,05	2	2	0,96
Kotel na uhlí automatický	70 000–105 000	82 až 88	85	30-100	Hnědé uhlí	0,54	0,17	2	2	0,64
Kotel na uhlí odhořivací	12 000–25 000	71 až 83	65	70-100	Hnědé uhlí	0,73	0,92	3	3	1,12
Kotel na uhlí prohořivací	12 000–25 000	55 až 65	55	70-100	Hnědé uhlí	0,73	4,53	3	3	1,33
Kotel na zemní plyn běžný	12 000–34 000	90 až 92	88	40-100	Zemní plyn	2,03	0,00	1	1	2,31
Kotel na zemní plyn kondenzační	26 000–69 000	až 108	98	10-100	Zemní plyn	2,03	0,00	1	1	2,07
Kotel na zemní plyn nízkoteplotní	12 000–34 000	93 až 98	90	40-100	Zemní plyn	2,03	0,00	1	1	2,26
Otevřený krb	20 000–50 000	10 až 15	10	70-100	Dřevo	0,93	4,53	3	3	9,30
Krbová vložka	20 000–50 000	40 až 60	50	70-100	Dřevo	0,93	0,36	3	3	1,86
Tepelné čerpadlo	110 000–160 000	až 320	270	100	Elektrina	2,79	0,00	1	1	1,03

<sup>1)</sup> Cena tepla se zohledněním účinnosti zdroje

<sup>2)</sup> Orientační pořizovací cena zdroje na rodinný dům se ztrátou 15 kW



Topná voda v podlahovém vytápění má totiž obvykle teplotu 30 až 40 °C. V kombinaci s podlahovým vytápěním může tepelné čerpadlo pracovat s výrazně vyšší efektivitou než v klasické otopné soustavě s otopnými tělesy navrženými na teplotní spád 75/65 °C. Pokud v kombinaci s tepelným čerpadlem chceme použít otopná tělesa, je vhodné je dimenzovat na nižší teplotu otopné vody (např. na 45/35), pak ale vychází otopná tělesa s velmi velkými rozměry.

Podobný vliv na účinnost jako u tepelného čerpadla má správný návrh otopné soustavy v případě kondenzačního plynového kotle na zemní plyn. Kondenzační plynový kotel při výrobě tepla spalováním plynu využívá nejen citelné teplo, ale také latentní teplo z kondenzace vodní páry ve spalinách. Aby došlo ke kondenzaci vodní páry ze spalin, musí být teplota vratné vody ve výměníku spaliny-voda v kotli nižší, než teplota kondenzace vodní páry ve spalinách. Tato teplota se podle přebytku spalovacího vzduchu pohybuje mezi 50 a 55 °C. Při použití kondenzačního plynového kotle je tedy vhodné použít nízkoteplotní otopnou

soustavu s teplotou vratné vody pod 50 °C. Využitím latentního tepla lze zvýšit účinnost plynového kotle teoreticky až o 11 %.

#### AKUMULACE TEPLA

V úvodní části článku se hovoří o uživatelském komfortu, který hodnotí, jak se který zdroj dokáže svým okamžitým výkonem přizpůsobit aktuální potřebě tepla na vytápění. Výkon zdroje tepla je dimenzovaný na výpočtovou venkovní teplotu (obvykle -12 °C až -18 °C). Tato velmi nízká teplota ale v otopném období obvykle nastává jen na poměrně krátkou dobu, obvykle několik hodin, maximálně několik dnů. Po většinu otopného období je tedy výkon zdroje tepla předdimenzovaný a zdroj je provozován na nižší než jmenovitý výkon. Někdy je rozdíl mezi jmenovitým výkonem zdroje a aktuálně požadovaným výkonem zdroje značný. U některých zdrojů toto nečiní problém. Plynové kondenzační kotle dokáží modulovat svůj výkon obvykle v rozsahu 20 až 100 % jmenovitého výkonu, automatické kotle na pevná paliva obvykle v rozsahu 30 až 100 % jmenovitého výkonu.

Problém nastává u kotlů na pevná paliva s ručním příkládáním paliva a u tepelných čerpadel. U těch je modulace výkonu poměrně obtížná. Akumulační nádrž dokáže „překlenout“ rozdíl mezi aktuální potřebou tepla na vytápění a výkonem zdroje tepla. Zdroj tepla je možné provozovat na jmenovitý výkon, při kterém funguje optimálně a s největší možnou účinností. Vyrobene teplo je ukládáno do topné vody v akumulační nádrži, ze které lze odebírat do otopné soustavy právě takové množství tepla, které je aktuálně vyžadováno. Akumulační nádrž navíc výrazně zvyšuje tepelnou pohodu v interiéru domu a u kotlů na pevná paliva s ruční dodávkou paliva umožní v teplejší části otopného období nezatápět každý den, ale třeba jednou za dva až tři dny. U tepelného čerpadla pak akumulační nádrž výrazně snižuje počet startů, které jsou klíčové pro životnost tepelného čerpadla a životnost čerpadla prodlužuje.



## VÝBĚR ZDROJE TEPLA NA VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY PRO POSUZOVANÝ DŮM

V prvním článku tohoto seriálu (DEKTIME 01 | 2012) jsme provedli optimalizaci stavební části konkrétního rodinného domu. Nyní na tomto domě provedeme studii výhodnosti různých zdrojů tepla. Tepelná ztráta řešeného domu je po optimalizaci stavební části

poměrně malá, stejně jako potřeba tepla na vytápění. Vstupní hodnoty jsou uvedeny v tabulce /04/.

## ZHODNOCENÍ ZDROJŮ TEPLA

V tabulce /05/ je zhodnocení možných zdrojů tepla pro vytápění a přípravu teplé vody. Hodnocení bylo provedeno s uvažováním otopné soustavy o účinnosti rozvodu, distribuce a regulace 87 %. Růst cen energií je uvažován

jednotně hodnotou 5% za rok. Doba životnosti je pro všechny zdroje uvažována shodně 15 let.

Kritéria z tabulky /01/ jsou hodnocena v tabulce /05/. Hodnoty v každém sloupci jsou barevně rozděleny do tří tříd. Hodnotám spadajícím do nejlepší třídy je přiřazena zelená barva, hodnotám spadajícím do střední třídy oranžová barva a hodnotám spadajícím do nejhorší třídy červená barva.

Tabulka 04 | Vstupní hodnoty pro studii výhodnosti možných zdrojů tepla

Tepelná ztráta domu [kW]	5				
Potřeba tepla na vytápění [kWh/rok]	6 354				
Potřeba tepla na přípravu teplé vody [kWh/rok]	3 392				
Spotřeba elektrické energie v domácnosti [kWh/rok]	3 500				
Rozdělení spotřeby elektrické energie v domácnosti (bez vytápění a přípravu teplé vody) podle použitého tarifu					
Tarif D2d (bez nízkého tarifu)	VT	[%]	100	[kWh/rok]	3 500
	NT	[%]	0	[kWh/rok]	0
Tarif D25d (8 hodin nízkého tarifu denně)	VT	[%]	40	[kWh/rok]	1 400
	NT	[%]	60	[kWh/rok]	2 100
Tarif D45d (20 hodin nízkého tarifu denně)	VT	[%]	10	[kWh/rok]	350
	NT	[%]	90	[kWh/rok]	3 150
Tarif D55d (22 hodin nízkého tarifu denně)	VT	[%]	5	[kWh/rok]	175
	NT	[%]	95	[kWh/rok]	3 325

Tabulka 05| Zhodnocení možných zdrojů tepla pro vytápění a přípravu teplé vody

Č.	Zdroj tepla na vytápění	Zdroj tepla na přípravu teplé vody	Tarif na elektřinu [Kč]	Účinnost zdroje vytápění [%]	Účinnost zdroje na přípravu TV [%]	Náklady na pořízení [Kč]
Nejčastěji realizované varianty						
1	Kotel na dřevěné pelety	Topná sezóna kotel, mimo el. bojler	D25d	85,0	99,0	153 900
2	Kotel na dřevo zplyňovací s aku nádrží	Topná sezóna kotel, mimo el. bojler	D25d	82,0	82,0	150 480
3	Kotel na elektřinu	Kotel na elektřinu	D45d	99,0	99,0	30 780
4	Kotel na uhlí automatický	Topná sezóna kotel, mimo el. bojler	D25d	85,0	99,0	125 400
5	Kotel na zemní plyn kondenzační	Kotel na zemní plyn kondenzační	D2d	98,0	98,0	62 700
6	Tepeľné čerpadlo	Tepeľné čerpadlo	D55d	270,0	270,0	239 400
Další varianty						
7	Elektrické přímotopy	Elektrický bojler	D45d	99,0	99,0	36 480
8	Kotel na dřevěné pelety	Kotel na dřevěné pelety	D2d	85,0	85,0	148 200
9	Kotel na dřevěné pelety	Elektrický bojler	D25d	85,0	99,0	133 380
10	Kotel na dřevní štěpku	Kotel na dřevní štěpku	D2d	80,0	80,0	228 000
11	Kotel na dřevo	Kotel na dřevo	D2d	65,0	65,0	45 600
12	Kotel na dřevo zplyňovací s aku nádrží	Elektrický bojler	D25d	82,0	99,0	150 480
13	Kotel na obilí automatický	Kotel na obilí automatický	D2d	85,0	85,0	157 320
14	Krbová vložka	Elektrický bojler	D25d	50,0	59,0	51 300
15	Kotel na propan butan kondenzační	Kotel na propan butan kondenzační	D2d	98,0	98,0	62 700
16	Kotel na rostlinné pelety automatický	Kotel na rostlinné pelety automatický	D2d	85,0	85,0	157 320
17	Kotel na uhlí automatický	Kotel na uhlí automatický	D2d	85,0	85,0	119 700
18	Kotel na uhlí automatický	Elektrický bojler	D25d	85,0	99,0	125 400
19	Kotel na uhlí prohořivací	Kotel na uhlí prohořivací	D2d	55,0	55,0	39 900
20	Kotel na zemní plyn nízkoteplotní	Kotel na zemní plyn nízkoteplotní	D2d	94,0	94,0	38 760
21	Kotel na zemní plyn kondenzační	Elektrický bojler	D25d	98,0	99,0	131 100

### ROZBOR VÝSLEDKŮ VÝBĚRU ZDROJE (komentář k tabulce /05/)

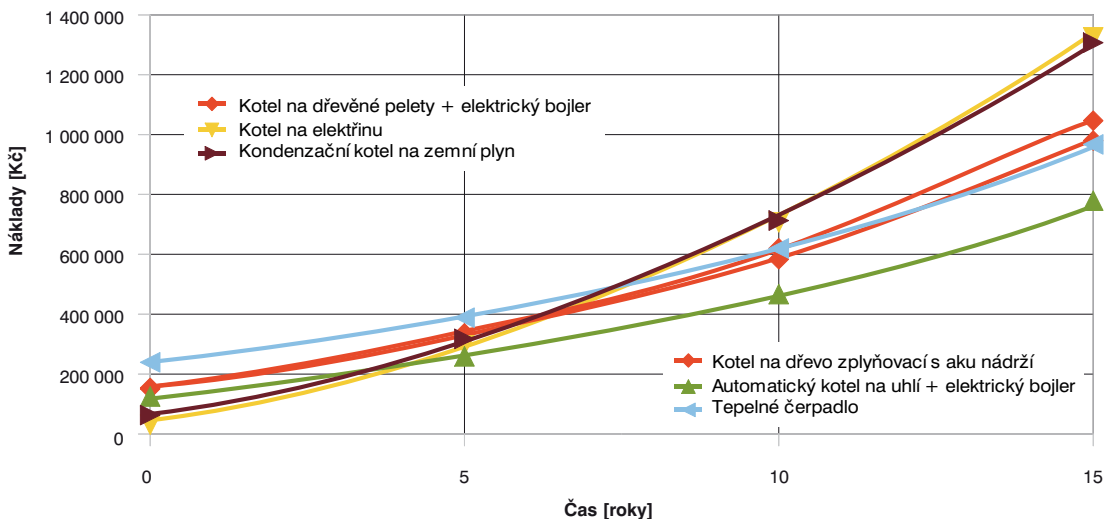
- Zajímavý je vliv tarifu elektrické energie na výsledné náklady na vytápění, přípravu teplé vody a elektřinu pro domácnost. Tento vliv je v /tabulce 05/ možné sledovat v řádcích 8 a 9 na příkladu kotle na pelety a v řádcích 17 a 18 na příkladu automatického kotle

na uhlí. Vzhledem k výhodnějšímu tarifu elektrické energie pro domácnost při použití elektrického bojleru pro přípravu teplé vody se použití bojleru vyplatí. Nejnižší náklady na elektrickou energii pro domácnost jsou pak při použití tepelného čerpadla.

- Z čistě ekonomického hlediska (kumulované náklady po patnácti letech) je nejvýhodnějším zdrojem

pro rodinný dům automatický kotel na hnědé uhlí spolu s kombinovaným bojlerem, který je v topné sezóně ohříván topnou vodou a mimo topnou sezónu elektrickou energií. V tomto případě je ale nutné zvážit další okolnosti, jako jsou práce při skládání uhlí, plnění násypky kotle, nutnost mít v objektu vhodnou místnost, která může sloužit jako uhelna atd.

Graf 02| průběh nákladů na nejčastěji užívané zdroje tepla pro RD



Náklady na vytápění [Kč/rok]	Náklady na přípravu TV [Kč/rok]	Náklady na elektřinu pro domácnost [Kč/rok]	Náklady na energie celkem [Kč/rok]	Kumulované náklady za 15 let [Kč]	Uživatelský komfort [-]	Komfort obsluhy [-]	Emise prachu [kg/rok]	Spotřeba primární energie [kWh/rok]	Body
9 972	6 962	13 118	30 052	1 046 414	1	2	0,7	18 060	19
8 287	6 514	13 118	27 919	979 646	1	3	0,6	16 992	17
21 552	11 505	10 518	43 575	1 324 913	1	1	0,0	44 465	14
4 642	4 264	13 118	22 024	779 483	1	2	1,9	28 401	19
15 136	8 080	18 690	41 906	1 307 265	1	1	0,0	23 080	15
8 160	6 610	9 734	24 504	967 144	1	1	0,0	16 171	21
19 937	11 505	10 518	41 960	1 282 649	1	1	0,0	42 805	14
9 972	5 323	18 690	33 985	1 157 520	1	2	0,8	12 478	18
9 972	8 590	13 118	31 680	1 074 243	1	2	0,5	23 610	16
7 399	3 950	18 690	30 039	1 120 127	1	2	5,0	12 601	15
10 455	5 581	18 690	34 726	1 076 927	2	3	6,2	11 361	10
8 287	8 590	13 118	29 995	1 041 301	1	3	0,4	22 768	15
6 877	3 671	18 690	29 238	1 025 659	1	2	0,8	11 159	18
13 591	8 590	13 118	35 299	1 099 644	3	3	13,4	23 054	7
16 180	8 638	18 690	43 508	1 354 843	1	1	0,0	23 080	13
7 049	3 763	18 690	29 502	1 033 499	1	1	0,7	12 478	20
4 642	2 478	18 690	25 810	886 231	1	2	2,2	25 006	18
4 642	8 590	13 118	26 350	907 968	1	2	1,5	31 777	17
7 174	3 830	18 690	29 694	921 781	2	2	92,3	32 914	13
15 780	8 424	18 690	42 894	1 312 668	1	1	0,0	23 617	15
15 136	8 590	13 118	36 844	1 225 329	1	1	0,0	30 521	15

- Automatický kotel na uhlí je pak zajímavou volbou především při výměně stávajícího kotle na pevná paliva za nový. V této situaci nevznikají vícenásobné náklady na pořízení uhlí. Pro uživatele zvyklého na obsluhu starého odhořvacího nebo prohořvacího kotle na tuhá paliva přináší nový automatický kotel na uhlí značné zvýšení uživatelského komfortu i komfortu obsluhy.
- Automatický kotel na uhlí je ale pouze ve střední kategorii co se týká ekologických kritérií.
- V celkovém hodnocení nejhůře dopadly zastaralé kotle a kamna na uhlí nebo dřevo.
- V ekologických kritériích jsou zajímavé kotle na biomasu – tedy automatický kotel na dřevěné

pelety, rostlinné pelety a obilí a zplyňovací kotel na dřevo v kombinaci s akumulací nádrží.

- Vzhledem ke své vysoké účinnosti je, přes využívání elektrické energie z hlediska ekologických kritérií, zajímavé i tepelné čerpadlo.
- V grafu /02/ je znázorněn průběh nákladů pro šest pravděpodobně nejčastěji užívaných zdrojů tepla pro rodinné domy.

Obdobnou analýzu s přihlédnutím k preferencím majitele, podle typu stavby, otopné soustavy nebo dostupnosti zdrojů energie, lze provést pro každý rodinný dům. Při konkrétním zadání lze dojít k jasným podkladům pro rozhodnutí majitele objektu o nevhodnějším systému pro vytápění a přípravu teplé vody.

Pro majitele modelového domu byly nejdůležitějšími kritérii celkové náklady na systém v uvažovaném časovém horizontu 15 let a uživatelský komfort a komfort obsluhy. Investor nechtěl trávit čas topením a nechtěl mít v domě zdroj prachu a dalších nečistot. Přál si, aby otopná soustava a systém přípravy teplé vody fungovaly na stisknutí tlačítka. Vyšší pořizovací náklady neznamenal problém. Proto bylo v domě instalováno tepelné čerpadlo vzduch-voda.

<Ondřej Hec>

#### OMEZENÍ TEPELNÝCH ČERPADEL

- Vyšší pořizovací náklady v porovnání s ostatními systémy;
- u nejčastěji používaných venkovních čerpadel vzduch-voda je čerpadlo zdrojem hluku ve venkovním prostředí;

- u nejčastěji používaných venkovních čerpadel vzduch-voda pokles výkonu a účinnosti čerpadla s poklesem teploty venkovního vzduchu;
- nutnost použití vhodné nízkoteplotní otopné soustavy pro plné využití potenciálu

- úspora tepelného čerpadla (např. podlahové topení);
- u nejčastěji používaných venkovních čerpadel vzduch-voda venkovní jednotka zabírá venkovní prostor;
- závislost na dodávce elektrické energie.

# BREEAM A LEED

## CERTIFIKACE Z HLEDISKA UDRŽITELNÉHO ROZVOJE

V ČR SE ROZŠIŘUJE CERTIFIKACE STAVEB Z HLEDISKA UDRŽITELNÉHO ROZVOJE. V NÁSLEDUJÍCÍM ČLÁNKU PŘEDSTAVÍME PODSTATU CERTIFIKACE, VÝZNAM A ZKUŠENOSTI, KTERÉ V TÉTO OBLASTI MAJÍ PRACOVNÍCI ATELIERU DEK.



### CERTIFIKACE UDRŽITELNÉ VÝSTAVBY

Nezvrtným trendem ve vyspělých zemích je příklon k úsporám při užívání staveb, ale i při jejich výstavbě nebo likvidaci. Ve stavbách se vyžadují zároveň podmínky vhodné pro jejich uživatele.

Tento směr lze označit jako trvale udržitelné stavění. Základem jsou tři pilíře: environmentální, sociální a ekonomický. Certifikace budov je kvantifikované hodnocení míry naplnění kritérií trvale udržitelné stavby. Tato kritéria jsou stanovena v určitých systémech hodnocení.

Po celém světě je k dispozici mnoho konkrétních certifikačních systémů. Mezi nejčastěji používané v Evropě patří BREEAM (místo vzniku Velká Británie), LEED (USA), HQE (Francie) a DGNB (Německo). V České Republice existuje od r. 2010 také národní nástroj pro certifikaci kvality budov ušitý na míru lokálním podmínkám s názvem SBTool CZ. Nejvíce rozšiřující se jsou ale dva již zmíněné systémy BREEAM a LEED, o kterých bude pojednáno více v tomto článku. Oba systémy posuzování mají v zahraničí již delší tradici. Za jejich vznikem jsou vědecké organizace podporované průmyslovou sférou.

- Systém BREEAM (British Research Establishment 's Environmental Assessment) vznikl před více než 22 lety na půdě Britské výzkumné společnosti (BRE), která funguje dodnes jako certifikační orgán. Na celém světě má certifikát BREEAM cca 200 000 objektů, většinou jde o rodinné domy ve Velké Británii. Administrativních budov s certifikátem BREEAM je přibližně 6 000. Systém BREEAM pracuje s národními předpisy, vyžaduje dodržení postupů a požadavků místních norem. Certifikace BREEAM má několik podtypů podle místa a druhu stavby. V našich podmínkách se zatím použil podtyp BREEAM Europe Commercial, který lze aplikovat na objekty administrativní, obchodní a výrobní.
- Systém LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) vznikl v roce 2000





01 | Futurama Business Park, Praha 8



02 | Ústředí ČSOB Radlice, Praha 5

ve Spojených státech amerických. Administrativních budov s certifikátem LEED je přibližně 9 000. Systém LEED pracuje s americkými normami ASHRAE (tvůrcem norem je Americká společnost pro vytápění, chlazení a vzduchotechniku). Certifikace LEED má několik podtypů podle druhu stavby. V našich podmínkách se nejčastěji používá podtyp LEED *Core & Shell*, který je určen pro tzv. spekulativní výstavbu, kdy je více než 50% ploch určeno k pronájmu. V případě, že je k pronájmu určeno méně než 50% ploch, se používá podtyp LEED *for New Construction*. Certifikaci uděluje americký certifikační orgán GBCI (Green Building Certification Institute).

Rozvoj systémů BREEAM a LEED v ČR je způsoben především

zájmem zahraničních investorů velkých administrativních staveb, které jsou určeny často opět pro zahraniční klienty nebo nájemníky. Ti jsou zvyklí na vysoký standard kvality budovy, vnitřního prostředí, nízké náklady, ale např. i dobrou dostupnost. Záměr vybudovat stavbu úspěšnou z pohledu udržitelného stavění tak může přinést při dosažení vysokého hodnocení výhodu i při jejím prodeji nebo pronájmu.

K dnešnímu dni jsou v ČR finálně certifikované sice jen 2 nové administrativní budovy /foto 01 a 02/, ale objektů podstupujících certifikaci jsou nyní již desítky. V současné době se, alespoň v Praze, nepřipravuje téměř žádný větší administrativní projekt bez certifikace. Pro příklad uvádíme několik objektů, pro které je certifikace zpracovávána a na kterých ATELIER DEK přímo spolupracoval:

- Greenpoint, Mozartova, Praha 5;
- Spielberk Office Centre, Brno;
- CTP Ostrava;
- BBC Omega, Praha 4;
- AFI Karlín, Praha 8;
- Verdi, Václavské náměstí, Praha 1;
- River Gardens, Rohanské nábřeží, Praha 8.

### OBSAH CERTIFIKACE

Obsah obou certifikačních rámců, BREEAM i LEED, je rozdělen do několika částí, jimž je přisouzena určitá váha nebo bodové hodnocení, které se může lišit např. podle typu budovy. V tabulce /01/ jsou uvedeny jednotlivé části obou certifikačních rámců pro novostavbu administrativní budovy a body, které lze v jednotlivých oblastech získat.

### ÚROVNĚ CERTIFIKACE

Klasifikace v systému BREEAM je závislá na procentu dosažených

Tabulka 01 | Oblasti a jejich bodové ohodnocení systémů BREEAM a LEED pro novostavbu administrativní budovy

BREEAM		LEED	
Management	12	Lokalita	28
Zdraví a vnitřní prostředí	15	Hospodaření s vodou	10
Energie	19	Energie a ovzduší	37
Doprava	8	Materiály a zdroje	13
Voda	6	Kvalita vnitřního prostředí	12
Materiály	12,5	Inovace	6
Odpad	7,5	Místní priority	4
Využití půdy a ekologie	10		
Znečištění	10		
Inovace	10		
<b>Celkem</b>	<b>110</b>	<b>Celkem</b>	<b>110</b>

bodů, viz tabulka /02/. V systému LEED se hodnotí počet dosažených bodů, viz tabulka /03/.

## FÁZE CERTIFIKACE

Oba certifikační rámce mají dvě fáze: projekční a realizační. Finální certifikaci lze získat až po završení obou fází. LEED navíc umožňuje pro budovy typu *Core & Shell* (budovy stavěné za účelem pronájmu, realizuje se pouze kostra a obálka budovy s přípravou na všechny instalace pro variabilní dispozice, které však budou provedeny až po konkrétního nájemce), na základě doložení zamýšleného záměru projektantem a dodavatelem stavby provést tzv. precertifikaci stavby ještě před jejím dokončením.

## KOORDINÁTOR CERTIFIKACE

U certifikovaných objektů vstupuje do procesu projekce i realizace stavby koordinátor certifikace. Čím dříve se zapojí, tím lepší je výchozí pozice z hlediska možnosti dosažení vysoké úrovně a hladkého průběhu certifikace. V našich podmínkách, kde ještě znalost certifikačních systémů není mezi projektanty a dodavateli stavby

tak rozšířená, zastává nejčastěji roli koordinátora v případě systému BREEAM proškolená a prozkoušená osoba *BREEAM assessor* (posuzovatel). Tato osoba však musí zároveň zachovat neutralitu, neboť její primární funkcí je posouzení naplňování kritérií certifikace a přidělování bodů. V procesu LEED funguje jako koordinátor certifikace nejčastěji osoba *LEED Accredited Professional* (akreditovaný odborník), za jehož přítomnost v procesu certifikace lze získat 1 bod. Pro oba systémy však obecně platí, že roli koordinátora může zastávat kdokoli, kdo má potřebné znalosti a zkušenosti.

## KOMPETENCE

Pro získání certifikace je nutné zpracování požadavků certifikace do projektu, vypracování různých výpočtů, protokolů a dokladů. Tyto činnosti se obvykle dělí mezi koordinátora certifikace, projektanta, dodavatele stavby a specialisty. Podstatné je také uvést, že vzhledem k tomu, že certifikační organizace jsou zahraniční, je nutné zpracovat určité množství dokumentace v anglickém jazyce. Koordinátor certifikace pak

především vede celý tým a proces certifikace. Kromě toho vypracovává potřebné doklady zhruba k jedné třetině bodů. Projekční tým a dodavatel stavby mají na starosti další zhruba jednu třetinu bodů. Zbývající třetina připadá na specialisty, kteří dodají potřebné specializované činnosti. Jde především o výpočty energetické náročnosti, stavebněfyzikální výpočty (např. denní osvětlení, akustika, proudění vzduchu, větrání, tepelná pohoda), studie proveditelnosti (např. diskuse variant zdroje energie), plány uvádění do provozu apod. Právě v této oblasti jsou pracovníci Ateliero DEK dodavateli odborných studií a výpočtů. V dalším textu bude přiblížena námi využívaná dynamická simulace, která je povinnou\* součástí certifikace LEED a nalézá uplatnění také v rámci certifikace BREEAM.

\* Za povinnou součást lze dynamickou simulaci považovat při zanedbání druhé, tzv. preskriptivní cesty, která však znemožňuje získání většího počtu bodů v související části Eac1. Při preskriptivní cestě se prokazuje bez výpočtu, že byly splněny požadavky stanovené určitým předpisem.

## DYNAMICKÉ SIMULACE

Výpočty energetických a teplotních poměrů budovy, viz tabulka /04/, se běžně provádějí na ustáleném modelu. Vstupní data pro tyto výpočty jsou stanovena s jistou rezervou nebo se navrhuje na extrémní podmínky apod. Dynamická simulace naopak představuje progresivní metodu výpočtu, který pracuje s časově proměnlivými podmínkami jako je teplota a relativní vlhkost vzduchu v exteriéru, intenzita slunečního záření, rychlost a směr větru atd. a s časově proměnlivým využíváním objektu (např. obsazeností) i technických zařízení (vytápění, větrání, chlazení, osvětlení). Dynamickou simulací je dosaženo větší energetické efektivity návrhu, potenciál využití zdrojů je vyšší. Použití dynamické simulace je tedy vhodné pro komplexní návrhy a optimalizace tepelného komfortu vnitřního prostředí, regulaci vytápění, chlazení a větrání a výběr technického zařízení. Výpočet probíhá ve specializovaných programech, velmi vhodný je např. program DesignBuilder.

Tabulka 02 | Klasifikace systému BREEAM

Klasifikace BREEAM					
< 30 %	≥ 30 %	≥ 45 %	≥ 55 %	≥ 70 %	≥ 85 %
Unclassified (Neklasifikováno)	Pass (Dostatečný)	Good (Dobry)	Very good (Velmi dobry)	Excellent (Vynikající)	Outstanding (Mimořádný)

Tabulka 03 | Klasifikace systému LEED

Klasifikace LEED				
< 40 bodů	≥ 40 bodů	≥ 50 bodů	≥ 60 bodů	≥ 80 bodů
-	Certified (Certifikováno)	Silver (Stříbrný)	Gold (Zlatý)	Platinum (Platinový)

Tabulka 04 | Přehled sledovaných energetických a teplotních poměrů stavby

Předmět výpočtu	Metodika	Běžný výpočetní nástroj
Tepelné ztráty objektu a potřebný tepelný výkon	ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu	Ztráty (Svoboda software)
Tepelná zátěž	ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů	Výpočtová pomůcka např. v programu MS Excell
Celoroční potřeby energie na vytápění a chlazení (pENB)	ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov – Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení	Energie (Svoboda software) PROTECH NKN (ČVUT v Praze Fakulta stavební)

Offices																											
Weekdays:		Monday - Friday		Weekends:		Saturday - Sunday		Occupation density:		0.14																	
Activity:		light office work		Metabolic rate:		1.2 [met]		Summer clothing:		0.5		(people/m <sup>2</sup> )						Winter clothing:		1.0 [clo]							
System	Hours	Variable	Until:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
			Value	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
Heating	setpoint	1.0	22°C																								
	setbackpoint	0.5	-																								
	off	0.0	-																								
Cooling	setpoint	1.0	24°C																								
	setbackpoint	0.5	-																								
	off	0.0	-																								
AHU																											
Occupancy	fraction:	1.00																									
		0.75																									
		0.50																									
		0.25																									
Lightning	target ill.	office	500 lx																								
		corridor	200 lx																								
				*by calculation reduced the proportion depending on the daylight illuminance																							
Internal heat gains	fraction:	1.0																									
		0.1																									

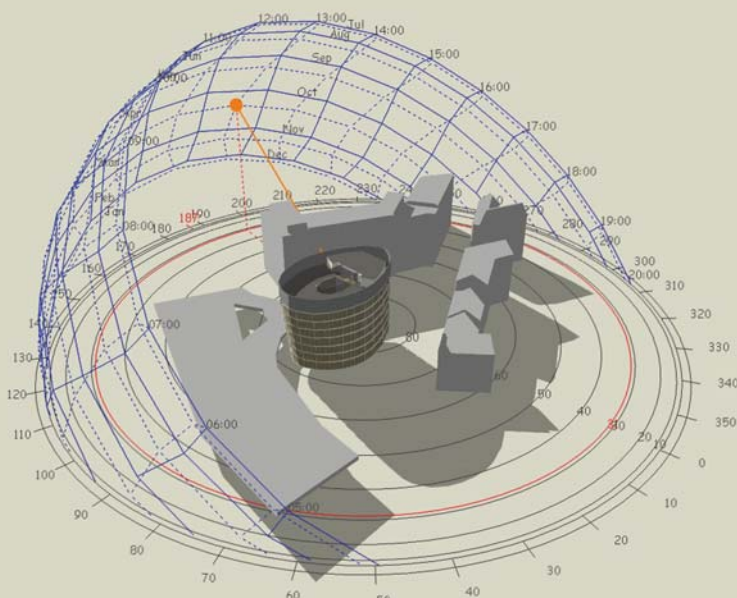
Obr. 01 | Příklad vstupních údajů dynamické simulace

Dynamická simulace poskytuje znalost podmínek, které jsou díky komplexnosti vstupních údajů /obr. 01/ velmi blízké realitě. Jde o průběhy teplot, relativních vlhkostí, tepelných zisků a ztrát, potřeb energie na vytápění, chlazení a větrání, a to pro jakoukoliv zvolenou oblast v budově (např. kancelář, podlaží, trakt atd.) v jakémkoliv zvoleném časovém úseku (např. typický den, týden, rok). Tyto informace jsou cenné jak ve fázi projektu, kdy lze optimalizovat geometrii objektu,

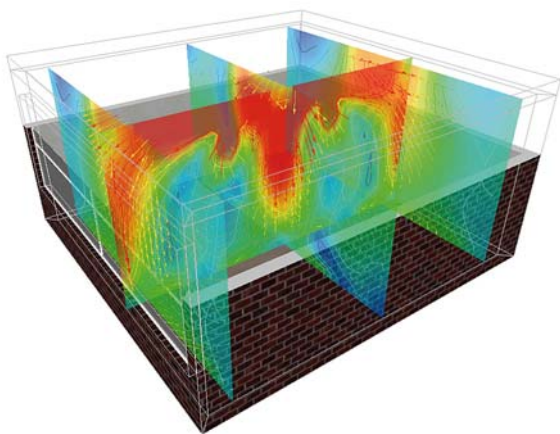
stínění /obr. 02/, parametry konstrukcí, parametry systémů TZB, tak ve fázi provozu budovy, kdy lze při odchylkách předpokládaného chování budovy od skutečnosti provést vyregulování soustavy a optimalizaci provozu.

Dynamická simulace je tedy nástroj jak při projektování, tak při provozování budovy, nezávisle na tom, zda je daná budova certifikována či nikoliv. Nicméně pro budovy aspirující na certifikaci LEED je dynamická

simulace nezbytnou složkou, a to konkrétně v části Eap 2: *minimum energy performance* (minimální energetické chování). Vyžaduje se, aby projektovaná budova byla o 10% energeticky úspornější než referenční budova. V případě, že je úspora větší než 10%, lze získat dalších 3 až 21 bodů dle dosažené úrovně energetické efektivity, a to v části Eac1: *optimize energy performance* (optimalizace energetického chování). Výpočet musí být proveden dle normy ASHRAE 90.1-2007.



Obr. 02 | Simulace sluneční zátěže



Obr. 03| Simulace rychlosti proudění vzduchu v místnosti

Energetická náročnost je samozřejmě sledována i v rámci BREEAM, a to v části Ene 1: *energy efficiency* (energetická účinnost). Hodnotí se také porovnáním vůči referenční budově a dle dosažených úspor lze získat maximálně 15 bodů. Výpočet lze provádět buď dynamickou simulací nebo podle národní metodiky. V praxi se kromě dynamické simulace setkáváme s využíváním průřezu energetické náročnosti budovy zhotoveném například v Národním kalkulačním nástroji. Výsledky z dynamické simulace však obvykle bývají příznivější díky faktu, že jsou blíže realitě a ve výpočtech není nutné

uvažovat tak vysoké koeficienty bezpečnosti. Výpočet v dynamické simulaci může tedy kromě mnoha podstatných informací přinést také větší bodový zisk v certifikaci BREEAM.

Nadstavbou energetické simulace je tzv. CFD simulace (computational fluid dynamics), která modeluje proudění vzduchu v prostoru. Ze CFD simulace získáváme trojrozměrný obraz rozložení různých veličin v prostoru, např. rychlosti proudění vzduchu /obr. 03/, teploty vzduchu, operativní a radiační teploty, atd.

CFD simulace se také používá pro hodnocení tepelné pohody uvnitř objektů. V rámci BREEAM lze za prokázání tepelné pohody získat 1 až 2 body v části Hea 10: *Thermal comfort* (tepelná pohoda). V rámci LEED je možný zisk 1 bodu v části IEQc7: *Thermal comfort – design* (tepelná pohoda – projekt).

Výpočty v CFD simulaci jsou náročné, mohou však poskytnout velmi užitečné informace a podklady při rozhodování o koncových prvcích systémů TZB. Při porovnávání různých variant (např. jednotka fancoil umístěná u podlahy, jednotka fancoil umístěná u stropu, chladič trám na stropě atd.) lze sledovat rozložení teplot vzduchu v prostoru, distribuci čerstvého vzduchu, dosah chladného proudu vzduchu apod.

## PŘÍKLADY VÝPOČTŮ PRO BREEAM

V oblasti stavební fyziky a energetiky lze v certifikaci BREEAM získat 28 bodů z celkového počtu 110. Seznam částí zabývajících se stavební fyzikou a energetikou je uveden v tabulce /05/.

Zájem o zpracování výpočtů ve výše uvedených oblastech se odvíjí jednak od požadované úrovně certifikace (čím vyšší úroveň, tím větší potřeba bodového zisku a tím větší zájem o specializované výpočty), a dále od specifiků



Zkratka	Název anglicky	Název česky	Dosažitelné body		
			Řádné	Inovativní	Celkem
Hea 1	Daylighting	Denní osvětlení	1	1	2
Hea 7	Potential for Natural Ventilation	Potenciál pro přirozené větrání	1	0	1
Hea 10	Thermal comfort	Tepelná pohoda	2	0	2
Hea 13	Acoustic Performance	Akustické parametry	1	0	1
Ene 1	Energy Efficiency	Energetická účinnost	15	2	17
Ene 5	Low or Zero Carbon Technologies	Obnovitelné zdroje energie	3	1	4
Pol 8	Noise attenuation	Hluková zátěž okolí	1	0	1
CELKEM					28

daného projektu. V poslední době jsme se podíleli na certifikaci zhruba šesti objektů, a to v různém rozsahu. Na dvou z nich v následujícím textu představíme vybrané specializované výpočty pro některé oblasti uvedené v tabulce /05/.

### ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA GREENPOINT, PRAHA 5

Prvním příkladem je projekt devítipodlažní administrativní budovy Greenpoint v Mozartově ulici na Praze 5 /foto 03/. Objekt má 3 podzemní podlaží určená pro parkování, ve vstupním podlaží se nachází vchod a recepce

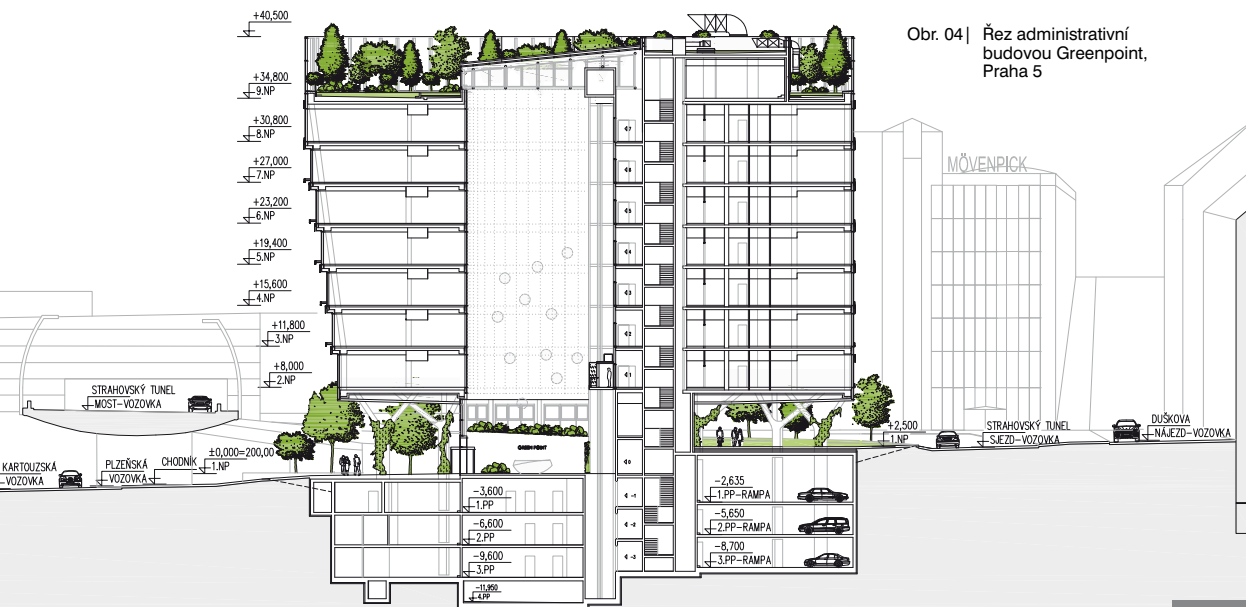
a v ostatních nadzemních podlažích jsou umístěné kanceláře. Objekt je většího půdorysu s atriem uprostřed procházejícím celou výškou budovy a zakončeným prosklenou střechou.

Na objektu jsme zpracovávali následující výpočty a studie pro BREEAM:

- Hea 1 *Denní osvětlení*
- Hea 10 *Tepelná pohoda*
- Hea 13 *Akustické parametry*
- Pol 8 *Hluková zátěž okolí*
- Ene 5 *Studie proveditelnosti obnovitelných zdrojů energie*

Celkem bylo v těchto oblastech dosaženo 6 bodů z 10 možných, které pomohly, aby projekt přeskočil do vyšší úrovně certifikace. V době uzávěrky ještě nebyla známa finální úroveň certifikace, ale bude snaha o dosažení úrovně excellent. Na této úrovni už je téměř nemožné obejít se bez specializovaných výpočtů a studií.

Objekt se bude nacházet ve velmi rušné lokalitě. Tato skutečnost významně promlouvala do návrhu fasády. Určující byla potřebná neprůzvučnost obvodového pláště. Vlastnosti obvodového pláště se však také řešily s ohledem



Obr. 04 | Řez administrativní budovou Greenpoint, Praha 5

Typ požadavku	Vyhláška 268/2009 Sb. [1], ČSN 73 0580-1 [2], Vyhláška 26/1999 Sb. [5]	BREEAM, Hea 1 <sup>2)</sup>
Plochy	Všechna trvalá pracoviště musí splňovat požadavky na hodnoty činitele denní osvětlenosti.	Postačuje, když 80% pronajimatelných kancelářských ploch splňuje požadavky na hodnoty činitele denní osvětlenosti.
Hodnoty činitele denní osvětlenosti <sup>1)</sup>	Minimální hodnota 1,5% platí vždy. Průměrná hodnota 5,0% platí pouze při horním osvětlení.	<b>Pro získání 1 bodu:</b> Minimální hodnota 0,8% platí vždy. Průměrná hodnota 2,0% platí vždy. <b>Pro získání 2 bodů:</b> Minimální hodnota 1,2% platí vždy. Průměrná hodnota 3,0% platí vždy.
<p>1) Činitel denní osvětlenosti udává poměr mezi osvětleností v určitém bodě interiéru vůči osvětlenosti oblohy. Výpočty se dle ČSN 73 0580-1 [2] i dle BREEAM provádí pro stav při rovnoměrně zatažené obloze CIE 1:3.</p> <p>2) Pro zjednodušení a možnost porovnání s českou legislativou jsou uvedené vybrané požadavky. BREEAM kromě svých podmínek vyžaduje, aby byly splněny i požadavky místní legislativy a v případě ČR se přímo odkazuje na normu ČSN 73 0580-1.</p>		

na tepelnou pohodu a denní osvětlení. Podrobnosti výpočtů s ohledem na tyto dva vlivy uvádíme dále.

#### GREENPOINT – HEA 1 DENNÍ OSVĚTLENÍ

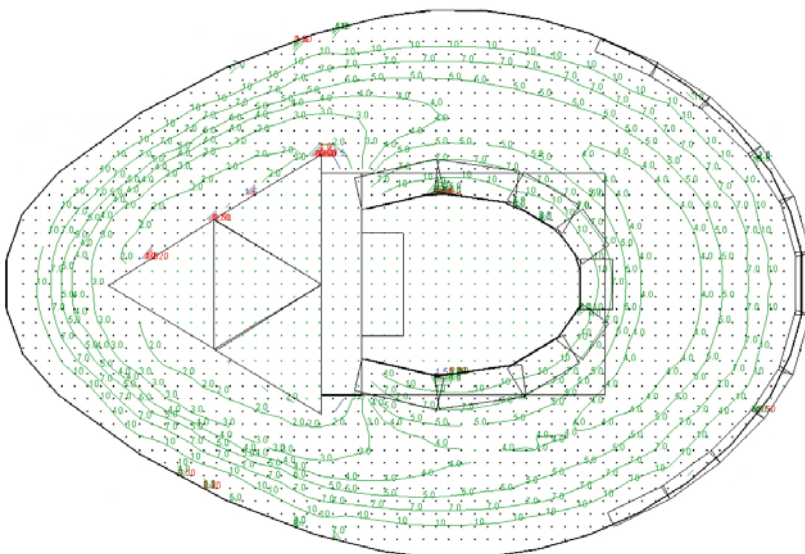
Výpočet denního osvětlení slouží jednak pro české úřady, jednak pro BREEAM. V České republice je studie denního osvětlení pro administrativní budovy vyžadována vždy, a to ve fázi stavebního povolení. V rámci BREEAM je splnění požadavků na denní osvětlení dobrovolné a lze získat 1 nebo 2 body. Mezi oběma rámci jsou určité průsečíky, ale i rozdíly. Pro přehled uvádíme vybrané požadavky platné pro novostavby v tabulce /06/.

Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující úroveň denního osvětlení patří:

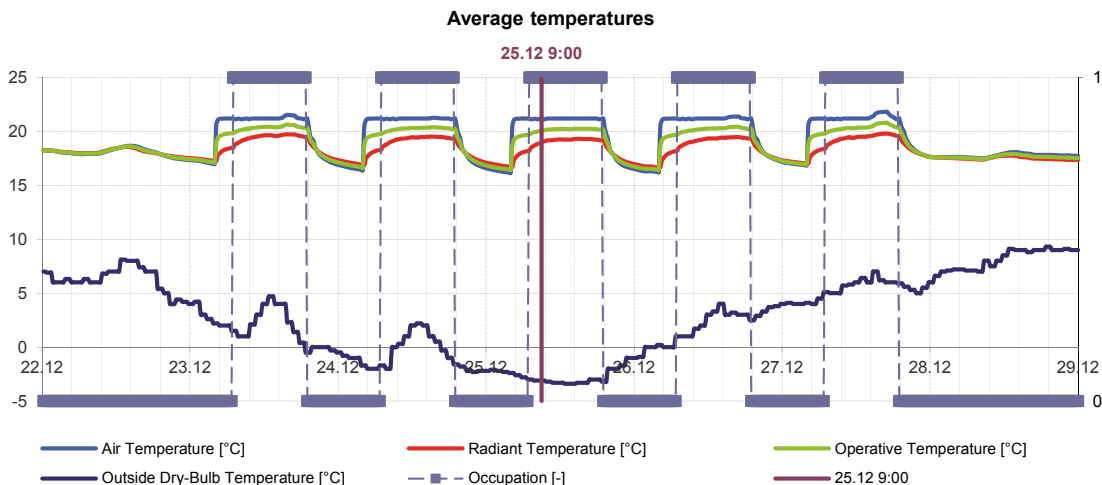
- stínění okolní zástavbou nebo jinými překážkami,
- velikost osvětlovacích otvorů,
- parametry zasklení.

V daném případě objektu Greenpoint se okolní budovy nacházejí v dostatečné vzdálenosti, takže příliš neomezují výhled z kanceláří na oblohu, která je primárním zdrojem světla. Fasády jsou celoprosklené se zasklením o činiteli prostupu světla 55%, který je sice z hlediska propustnosti denního světla poměrně nepříznivý, ale při dané konfiguraci okolní zástavby a řešení fasády bylo

možné očekávat pozitivní výsledky. Tento předpoklad byl potvrzen podrobným výpočtem ve specializovaném programu. Na obrázku /05/ je uveden výstup z výpočtového programu pro 2. NP. Zeleně jsou v půdorysu vyznačeny izofoty > 1,5%. Izofoty jsou linie spojující body se stejnou hodnotou činitele denní osvětlenosti (č.d.o.). Hodnoty č.d.o. jsou v ploše celého podlaží větší než 1,5% a průměrná hodnota č.d.o. na celém podlaží je 5,9%. Tzn., že jsou splněny jak požadavky české normy, tak manuálu BREEAM. Výpočty byly provedeny pro všechna podlaží, pro některá z nich bylo dosaženo ještě příznivějších hodnot.



Obr. 05| Průběh izofot v půdorysu vybraného podlaží



Po vyhodnocení všech podlaží bylo konstatováno, že požadavky na denní osvětlení jsou splněny ve 100% ploch, a že je tedy možné získat 2 body v části Hea 1 *Denní osvětlení*.

#### GREENPOINT – HEA 10 TEPELNÁ POHODA

Cílem této části certifikace je pomocí projekčních nástrojů zajistit možnost dosažení tepelné pohody v interiéru objektu. Tepelná pohoda se přitom vyhodnocuje na následujících parametrech:

- předpokládaná střední hodnota tepelného pocitu (PMV – predicted mean vote),
- předpokládané procento nespokojených (PPD – predicted percentage of dissatisfied) /obr. 06, 07/,
- lokální kritéria tepelné pohody jako průvan, vertikální rozdíl teplot, radiační asymetrie a teplota podlahy.

Tyto parametry lze zjišťovat buď dotazníkovým šetřením v případě již existujících budov, anebo výpočtovými postupy v případě projektů. Pro výpočty slouží CFD simulace. Mezi hlavní faktory ovlivňující tyto parametry patří:

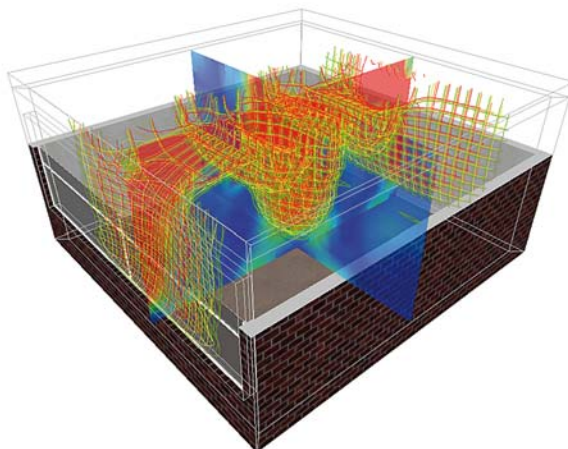
- operativní teplota,
- radiační teplota konstrukcí,
- teplota vzduchu,
- typ činnosti a produkované metabolické teplo,
- oděv uživatele.

Poslední dva faktory projekčně ovlivnit nelze, ale všechny teploty závisí především na obvodových konstrukcích a způsobu vytápění, chlazení a větrání. Na objektu Greenpoint jsme výpočet prováděli pro různé varianty a poskytovali jsme tak podklady pro různá rozhodnutí: např. použití izolačního dvojskla nebo trojskla výplně. Součástí úvah byl samozřejmě i vliv volby zasklení na denní osvětlení. Jak je ale patrné z předešlého, úroveň denního osvětlení výrazně převyšovala požadavky BREEAM i ČSN 73 0580-1 [2]. V oblasti denního osvětlení byla tedy velká rezerva a nebylo nutné

volit dvojsklo, které má vyšší součinitel prostupu světla než trojsklo. V konečném návrhu bylo rozhodnuto o použití trojskla na severní části objektu a dvojskla na jižní části objektu. Na vahách převážila tepelná pohoda, která bude v zimním období u severní fasády vyšší při použití trojskel než při použití dvojskel.

V dalších obrázcích je uvedeno rozložení operativních teplot v letním období v jižní /08a, b/ a severní polovině /09a, b/ typického podlaží objektu Greenpoint. Na jižní polovině objektu jsou patrné solární zisky.

Obr. 07 | Ukázka rozložení spokojenosti (PPD předpokládané procento nespokojených) s tepelnou pohodou v prostoru sledované místnosti



Po optimalizaci konstrukcí i provozu technických zařízení bylo výpočtem prokázáno dosažení požadovaných parametrů tepelné pohody v souladu s ČSN EN ISO 7730 [3] a bylo tak umožněno získání 1 bodu do certifikace BREEAM.

## CTP IQ PARK OSTRAVA

CTP IQ PARK Ostrava je administrativní budova členěná do 3 částí: alfa, beta a gama, jež tvoří spojovací krček mezi prvními dvěma. Část alfa má 13 podlaží a část beta 10. V podzemních podlažích jsou umístěna převážně parkovací stání a technické zázemí objektu, na fasádě do ulice 28. října kantýna a kavárna. V 1. NP jsou především plochy určené k pronájmu a od 2. NP již převládají administrativní prostory objektu.

Na objektu jsme zpracovávali následující výpočty a studie pro BREEAM:

- Hea 7 *Přirozené větrání*,
- Hea 10 *Tepelná pohoda*,
- Hea 13 *Akustické parametry*,
- Pol 8: *Hluková zátěž okolí*,
- Ene 5: *Studie proveditelnosti obnovitelných zdrojů energie*.

Celkem bylo v těchto oblastech dosaženo 6 bodů z 11 možných.

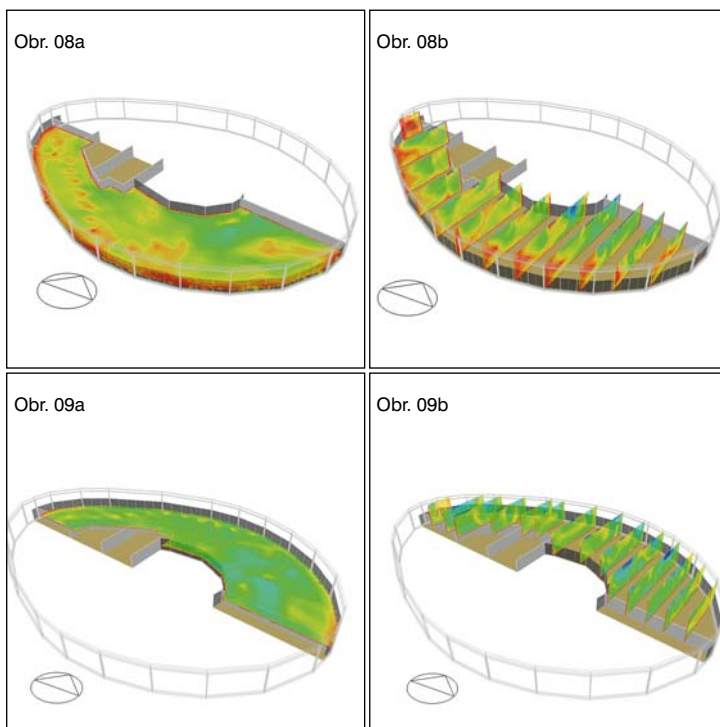
### CTP IQ PARK OSTRAVA – HEA 13 AKUSTICKÉ PARAMETRY

BREEAM v části Hea 13 *Akustické parametry* požaduje, aby ekvivalentní hladina akustického tlaku  $L_{Aeq,T}$  byla v kancelářích menší než 40 dB. Pro srovnání požadavek na  $L_{Aeq,T}$  pro kanceláře v České republice je dle Nařízení vlády 272/2011 Sb. [4] maximálně 50 dB. Požadavek BREEAM je tedy přísnější a tak příznivější pro akustickou pohodu v interiéru.

Je potřeba si uvědomit, že hluk v místnostech je způsobován dopravním hlukem přenášeným přes obvodový plášť do interiéru, hlukem z instalovaných prvků nuceného větrání a hlukem ze stacionárních zdrojů v budově, který se přenáší vzduchovou cestou přes vnitřní konstrukce. Hluková zátěž se mění po výšce objektu. Proto musel být výpočet



- 04 | Stavba Budovy B, Office park Heršpická, Brno
- Obr. 08a | Rozložení operativní teploty v normalizované výšce 0,6m nad podlahou na jižní polovině objektu
- Obr. 08b | Rozložení operativní teploty v prostoru podlaží na jižní polovině objektu
- Obr. 09a | Rozložení operativní teploty v normalizované výšce 0,6m nad podlahou na severní polovině objektu
- Obr. 09b | Rozložení operativní teploty v prostoru podlaží na severní polovině objektu
- Obr. 10 | Oblast pro posuzování hlukové zátěže (zdroj mapy: [www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org), a [www.creativecommons.org](http://www.creativecommons.org))
- Obr. 11 | Lokalizace chráněných prostor v blízkosti nové stavby





Tabulka 06 | Přehled akustického zatížení v jednotlivých podlažích budovy

Podlaží	Budova	Č. místnosti	Název místnosti	Limit hluku	Doprava	VZT	Výtahy	Přenos přes konstrukce	Celkem	Posouzení hluku
2.NP	budova ALFA	A210.1	Kancelář	≤ 40 dB	12,9	21	-	-	21,6	Vyhovuje
		A210.4	Zasedací místnost	≤ 35 dB	-	21	-	-	21,0	Vyhovuje
		A210.7	Pracovna	≤ 40 dB	-	21	-	-	21,0	Vyhovuje
4.NP	budova GAMA	C404	Kancelář	≤ 40 dB	17,3	21	-	-	22,5	Vyhovuje
10.NP	budova BETA	B1010.1	Odpočínková místnost	≤ 40 dB	23,4	21	-	27	29,3	Vyhovuje
			Kancelář	≤ 40 dB	26,1	21	-	-	27,3	Vyhovuje

proveden pro všechny posuzované místnosti na fasádě objektu ve všech podlažích. Podrobné výsledky výpočtu pro vybrané místnosti jsou uvedeny v tabulce /06/. Celková hluková zátěž v jednotlivých místnostech se pohybovala okolo 20 až 30 dB. Požadavky BREEAM byly splněny a objekt mohl získat 1 bod za akustiku.

### SPIELBERK OFFICE CENTRE, BRNO

Poslední příklad je stavba 21 podlažní administrativní budovy v areálu Spielberk Office Centre v Brně v Heršpické ulici /foto 04/. Objekt má 3 podzemní podlaží určená pro parkování, v prvním a druhém podlaží se nachází obchodní jednotky. Ve 3. až 21. podlaží jsou umístěny kanceláře. Objekt je obdélníkového půdorysu. Objekt je větrán nuceně pomocí centrálních vzduchotechnických zařízení.

Na objektu jsme zpracovávali následující výpočty a studie pro BREEAM:

- Hea 1 *Denní osvětlení,*
- Hea 7 *Přirozené větrání,*
- Hea 10 *Tepelná pohoda,*
- Hea 13 *Akustické parametry,*
- Pol 8 *Hluková zátěž okolí,*
- Ene 5 *Studie proveditelnosti obnovitelných zdrojů energie.*

Celkem bylo v těchto oblastech dosaženo 8 bodů z 11 možných.

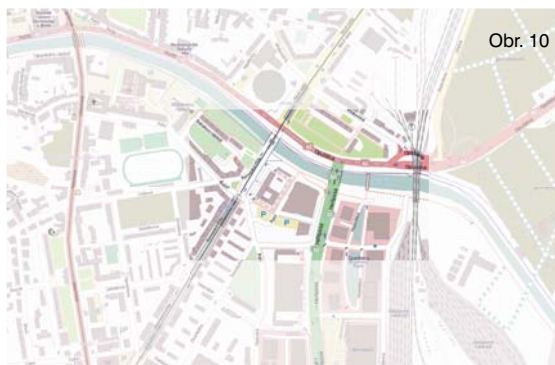
### SPIELBERK OFFICE CENTRE – POL 8: HLUKOVÁ ZÁTĚŽ OKOLÍ

Zvýšení hlukové zátěže okolí je řešeno v části Pol 8 *Hluková zátěž okolí*. BREEAM požaduje, aby v okruhu 800m od posuzované budovy nedošlo k navýšení hlukové zátěže chráněných prostor staveb o více než 5 dB ve dne a o více než 3 dB v noci. Mezi chráněné prostory staveb se počítají např. školská a zdravotnická zařízení, duchovní místa, parky a zahrady.

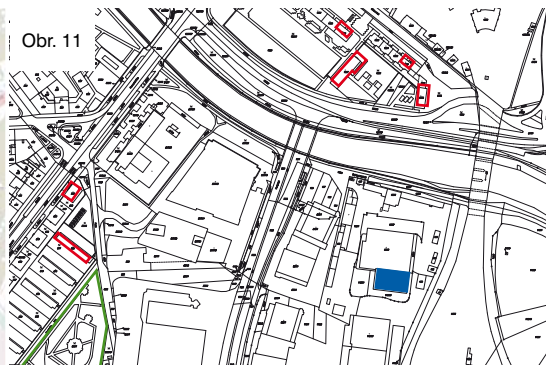
Zde je přístup BREEAM poněkud odlišný od české legislativy. Ta stanoví limity hlukové zátěže určitou pevnou hodnotou, která je závislá především na typu přilehlé komunikace a stacionárních zdrojích hluku. Hodnoty nelze překročit.

Prvním krokem posouzení hlukové zátěže podle BREEAM bylo vymezení sledovaného prostoru a vytyčení kritických objektů viz obrázky /10/ a /11/.

Na každé sledované budově byly ve vzdálenosti 2m od fasády objektů zvoleny v úrovni všech nadzemních podlaží body, ve kterých byla vypočtena hladina akustického tlaku A [dB], a to pro stávající stav a poté pro navrhovaný stav. Model stavu po realizaci objektu zahrnuje nepřetržitý provoz ze stacionárních zdrojů a vyvolaný nárůst dopravy. Výsledky výpočtů pro vybrané body jsou uvedeny v tabulce /08/.



Obr. 10



Obr. 11

Tabulka 08 | Sledování hladiny akustického tlaku v chráněných prostorech vybraných staveb v blízkosti realizované novostavby

Výpočtový bod	Typ objektu	Parcela	Výška	Stávající hluková zátěž v lokalitě		Po realizaci objektu			Nárůst celkem		Rozdíl		Vyhodnocení Požadavek	
				den	noc	Doprava		VZT	den	noc	den	noc	≤ 5 dB	≤ 3 dB
						den	noc							
1	bytový dům	378	1.NP	50,0	43,1	50,2	43,1	35,1	50,3	0,0	0,3	-43,1	Vyhovuje	
			2.NP	51,3	44,4	51,4	44,4	35,3	51,5	0,0	0,2	-44,4	Vyhovuje	
			3.NP	52,2	45,3	52,4	45,3	35,5	52,4	0,0	0,2	-45,3	Vyhovuje	
			4.NP	53,3	46,4	53,5	46,4	35,7	53,5	0,0	0,2	-46,4	Vyhovuje	
2	bytový dům	383	1.NP	51,7	44,7	51,7	44,7	34,8	51,8	0,0	0,1	-44,7	Vyhovuje	
			2.NP	53,1	46,1	53,1	46,1	35,0	53,2	0,0	0,1	-46,1	Vyhovuje	
			3.NP	54,0	46,9	54,0	46,9	35,2	54	0,0	0,0	-46,9	Vyhovuje	
				54,8	47,7	54,8	47,7	35,4	54,9	0,0	0,1	-47,7	Vyhovuje	
...														
5	objekt občanské vybavenosti	1397	1.NP	61,7	54,6	61,8	54,6	38,1	61,8	0,0	0,1	-54,6	Vyhovuje	
			2.NP	63,1	56,1	63,2	56,1	38,3	63,2	0,0	0,1	-56,1	Vyhovuje	
			3.NP	64,1	57,0	64,2	57,0	38,5	64,2	0,0	0,1	-57,0	Vyhovuje	

Poslední dva sloupce v tabulce /08/ vyhodnocují nárůst hlukové zátěže. Je patrné, že nárůst je v řádu desetin, a že tedy zdaleka nejsou dosahovány přípustné limity. Objekt je vyhovující z hlediska nárůstu hlukové zátěže před fasádami chráněných objektů a bylo možné získat 1 dostupný bod pro certifikaci.

## ZÁVĚR

Na trhu nemovitostí přestává být slovo certifikace ojedinělým a naopak se stává samozřejmostí. Tlak na certifikaci staveb je zřejmý především ze strany nájemců, kteří mají zájem o budovy s příjemným vnitřním prostředím, s dobrou dostupností dopravní i služeb a se zárukou, že jsou stavby vstřícné k životnímu prostředí. Pro investory to znamená zvážit náklady a možné výnosy.

Relativně dobrou zprávou je, že stavby realizované v ČR, které vyhoví technickým požadavkům legislativy a ČSN, mohou dosáhnout bez větší námahy střední klasifikace (např. v BREEAM klasifikace *good*).

V silném konkurenčním prostředí je ale zájem především o vyšší stupně certifikace. Pro dosažení vyšších příček bývá zpravidla nezbytné vypracování některých specializovaných výpočtů a studií,

jejichž příklady jsou uvedeny v tomto článku. Při pozitivním výsledku lze v ideálním případě získat v oblasti stavební fyziky a energetiky až 28 bodů, což tvoří přibližně jednu čtvrtinu z celkového počtu bodů. To může znamenat posun o dvě úrovně, tedy například ze stupně *good* na stupeň *excellent*.

V letošním roce se pravděpodobně dočkáme aktualizace BREEAM i LEED. Lze očekávat zpřísnění požadavků tak, aby se certifikované budovy od standardních odlišovaly výrazněji. Jisté tedy stoupne poptávka po zkušených zpracovatelích, kteří budou umět poskytnout pomoc při hledání cenných bodů.

<Daniela Danešová>

- [1] Vyhláška 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby
- [2] ČSN 73 0580-1 *Denní osvětlení budov - Část 1: Základní požadavky*
- [3] ČSN EN ISO 7730 *Ergonomie tepelného prostředí - Analytické stanovení a interpretace tepelného komfortu pomocí výpočtu ukazatelů PMV a PPD a kritéria místního tepelného komfortu*
- [4] Nařízení vlády 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

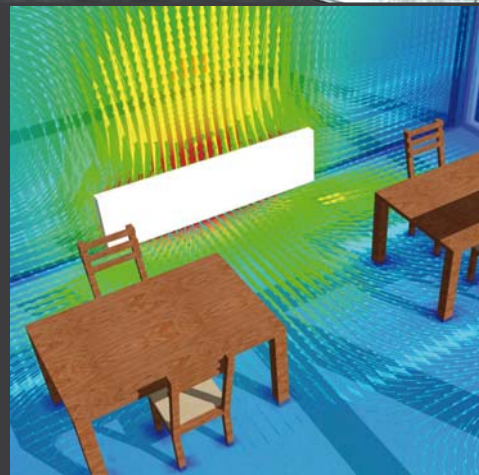
- [5] Vyhláška 26/1999 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu v hlavním městě Praze

# PROGRAM PRO ENERGETICKÉ DYNAMICKÉ SIMULACE BUDOV

 **DesignBuilder**  
Software



- **od roku 2012 jsme oficiální distributor programu pro ČR, SR**
- možnost využití reálných meteorologických dat
- tepelná zátěž a tepelné zisky v jakémkoliv období roku
- potřeba energie na vytápění a chlazení v průběhu roku
- detailní analýza systémů vytápění a chlazení
- sledování emisí CO<sub>2</sub>
- analýzy proudění vzduchu v exteriéru i interiéru, tzv. CFD analýzy (Computational Fluid Dynamics)
- možnost importu CAD modelů z ArchiCAD, Microstation apod.
- **více informací a objednávky programu na [www.designbuilder.cz](http://www.designbuilder.cz)**



# REKONSTRUKCE STŘECH KOMPLEXU BYTOVÝCH DOMŮ V BRNĚ

UKÁZKA Z DENNÍ PRAXE TECHNICKÝCH  
PORADCŮ ATELIERU DEK

## POPIS STAVBY

Jedná se o nové bytové domy v Brně-Lišni. Bytové domy byly postaveny v letech 1998 až 2000. Nosná konstrukce každého bytového domu je zděná z cihelných bloků. Domy mají 4 NP, poslední podlaží je v podkroví. Nosná konstrukce střechy je tvořena vaznicovou krovovou soustavou. Pod skládanou krytinou byla doplňková hydroizolační vrstva. Zateplení střechy bylo provedeno tepelnou izolací mezi krokvemi. Podhled byl

tvořen sádkokartonovým obkladem na roštu. V některých bytech byla tepelná izolace doplněna i do roštu SDK konstrukce. Parotěsnicí vrstva tvořená fólií lehkého typu byla umístěna na rošt SDK konstrukce. Schéma skladby je na /obr. 01/.

## POPIS ZÁVAD

Od samého začátku užívání stavby, přibližně od r. 2002, se v letních obdobích majitelé podkroví potýkali s přehříváním svých bytů. Naopak v zimním období se ukázalo, že

podkrovní byty nelze uspokojivě vytopit. Problémy trápily nejvíce majitele rohových bytových jednotek, které nebylo možno vytopit na teploty vyšší než 18 °C. V těchto bytech se začaly vyskytovat první problémy s povrchovou kondenzací na rámech a ostěních střešních oken, na vnitřních stěnách v oblasti pozedního věnce a na podlahách u vstupu na balkóny.

Závady se projevíly i na vnější obálce budovy. Na fasádě se objevily praskliny propisující zdivo /foto 01/,



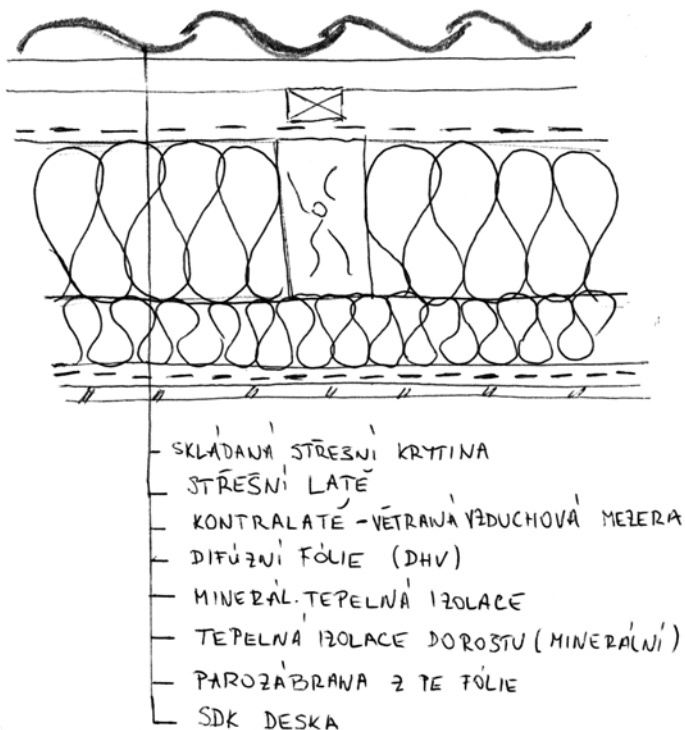


omítka na římsách se odlupovala /foto 02/, došlo k odmrznutí dlaždic na terasách a balkónech a k prosakování skladbou těchto konstrukcí, což se projevilo opět na fasádě domu /foto 03/.

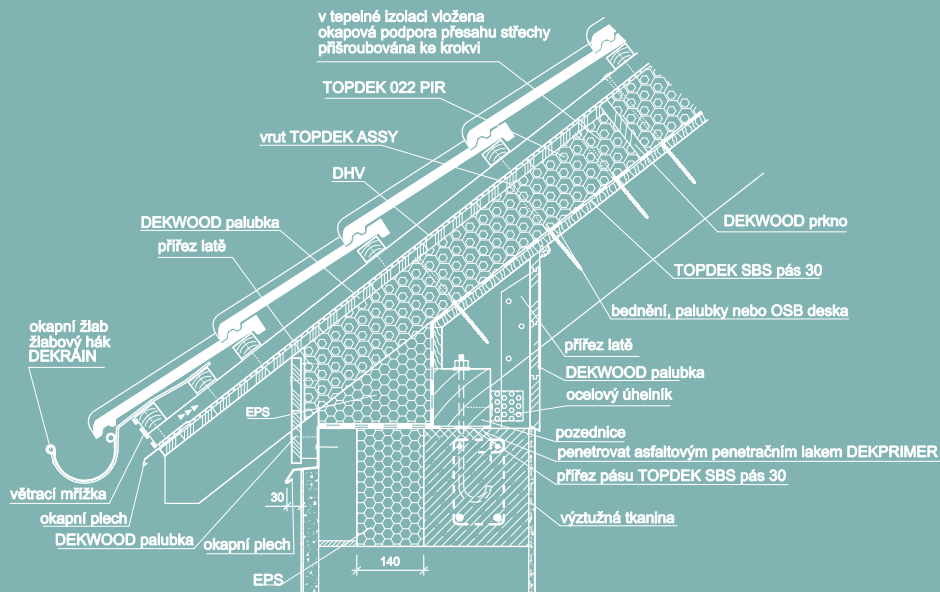
Od roku 2004 byly dokumentovány poruchy a byly vyhotovovány posudky vysvětlující jejich vznik. Někteří majitelé se pokusili o individuální výměnu terasové dlažby a dokonce i střešních oken. Po delší době se jako jediné možné řešení závad ukázala celková rekonstrukce bytových domů. Rozhodnutí o zateplení stěn a střech domů podpořila i možnost získat dotaci na zateplení z programu Zelená úsporám.

### **ANALÝZA PROBLÉMŮ STŘEŠNÍ KONSTRUKCE, VOLBA SYSTÉMU OPRAVY STŘECHY**

V rámci analýzy celkového stavu objektu a zpracovávání dokumentace pro rekonstrukci objektu jsme byli přizváni projektantkou Ing. Alenou Zajíčkovou a TDI Ing. Tomášem Zajíčkem k diskusi nad řešením návrhu rekonstrukce střechy.

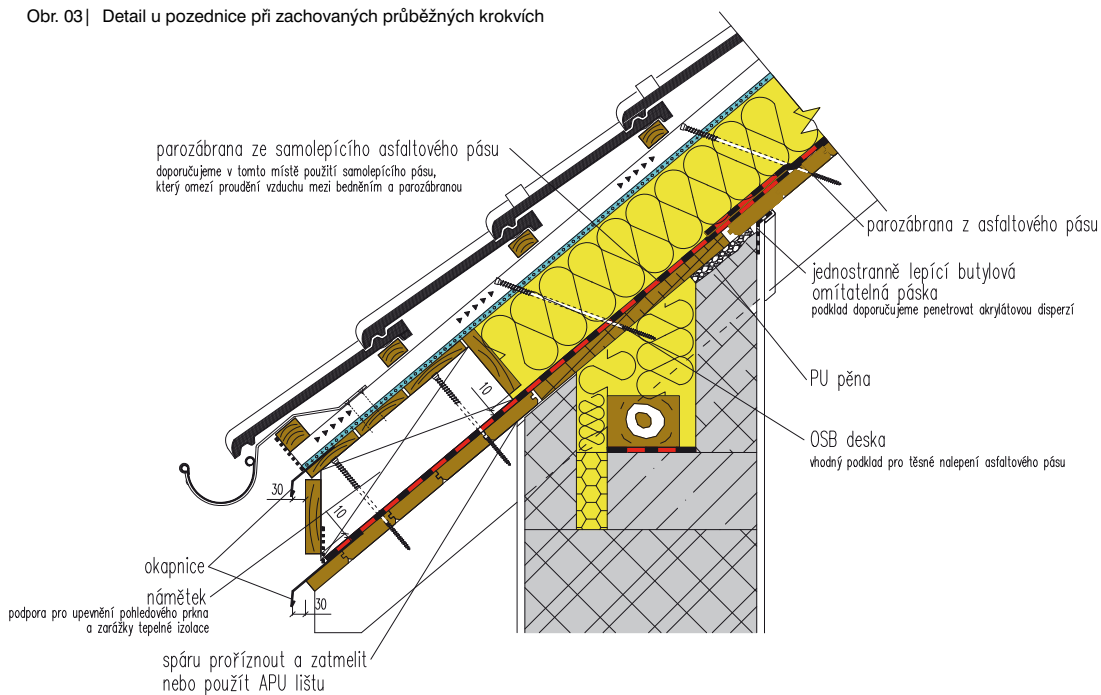


Obr. 01 | Typická skladba střechy s lehkou fólií na pozici parozábrany, některé byly v provedení bez tepelné izolace v SDK roštu



Obr. 02 | Charakteristický detail systému TOPDEK s parotěsnicí vrstvou (a zároveň provizorní hydroizolací) ukončenou okapničkou pro odvodnění

Obr. 03 | Detail u pozednice při zachovaných průběžných krokviích

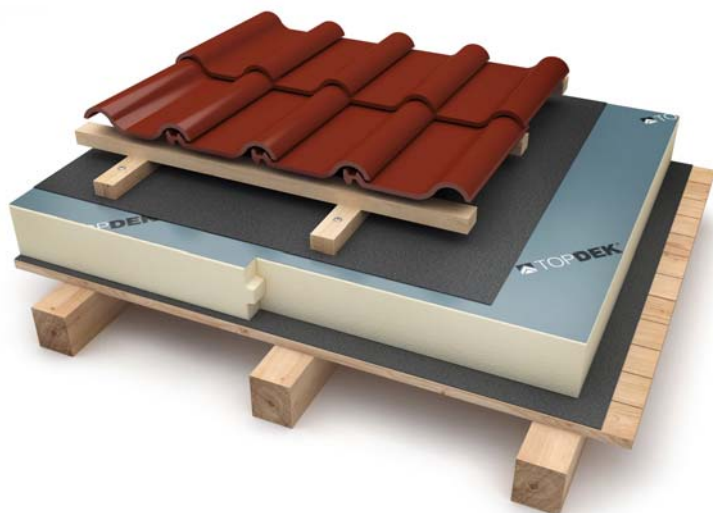


Povrchová kondenzace na konstrukcích střešních oken se vyskytovala téměř ve všech podkrovních bytech. Proto byla vyloučena ojedinělá chyba realizace, vadná byla spíše koncepce detailů a konstrukčního

uspořádání napojení rámu okna na vrstvy střechy.

Skutečnost, že nelze vytopit podkrovní místnosti na teploty potřebné pro běžné užívání bytů nás vedla k úvahám o špatné

vzduchotěsnosti konstrukce. Kondenzace v místě střešních oken mohla být způsobena špatným zateplením detailu a napojením parotěsnicí vrstvy na rám okna. Parotěsné napojení individuálně vyměněných střešních oken



na obálku budovy, bylo vůbec špatně představitelné.

Princip rekonstrukce střechy měl být volen také s ohledem na další požadavky:

- rekonstrukce bez nutnosti vystěhování,
- zachování SDK podhledu,
- využití zabudovaných materiálů,
- zvýšení akustické izolace skladby střechy.

Naše úvahy směřovaly k volbě konstrukce střechy s tepelnou izolací nad krokviemi. Toto řešení se uplatňuje stále častěji díky dokonale řešitelné vzduchotěsnosti, parotěsnosti

a spojitosti tepelné izolace. Společnost DEKTRADE navrhuje skladby nad krokviemi již od roku 2000.

V řešeném případě rekonstrukce střechy nebylo možné ukončit krokve nad pozednicí (jedna z podmínek pro optimální využití výhod nadkrokovního systému, standardní detail viz /obr. 02/). Jedním z důvodů byla skutečnost, že by se změnil statický model původního krovu. Potřeba zachovat průběžné krokve tak převládla nad výhodou typového řešení kontaktu skladby střechy s obvodovými zdmi. Pro řešení styku konstrukce střechy a obvodových stěn bylo třeba předepsat následující zásady.

## ZÁSADY ŘEŠENÍ PAROTĚSNÉHO NAPOJENÍ OBVODOVÉHO ZDIVA A SKLADBY STŘECHY ZATEPLENÉ NAD KROKVIEMI (fotodokumentace viz /foto 04, 05/)

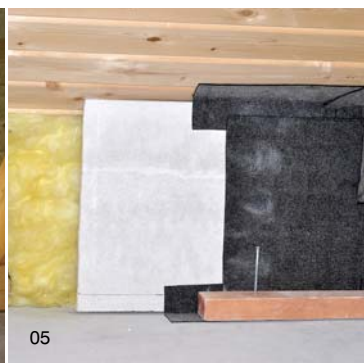
- Vyplnění prostoru kolem pozednice tepelnou izolací (např. z měkké minerální vlny).
- Zaklopení/dozdění prostoru kolem pozednice až pod záklop střechy (např. deskovým materiálem).
- Parotěsné opracování detailu kolem krokví a styku svislého záklopu/zdiva se záklopem střechy.
- Zajištění okrajů povlakové parotěsnicí vrstvy lištami.
- V exteriéru těsnění spáry v napojení ETICS na podhled přesahu střechy.
- Před konečným zakrytím detailu ze strany interiéru se doporučuje provést zkoušku vzduchotěsnosti (blower door test) podle ČSN 73 1901 Příloha J.
- Pro dosažení potřebných akustických vlastností stěn mezi podkrovními byty se podél těchto stěn do podhledu vloží pruh materiálu z minerálních vláken.

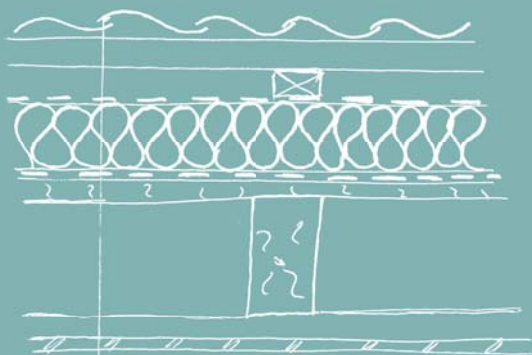
### KATALOG DEKROOF

Typové skladby TOPDEK jsou zavedeny v katalogu ověřených skladeb střech DEKROOF. Pro skladby DEKROOF 11-A a DEKROOF 11-B je přesně specifikováno materiálové řešení a proto mohou být stanoveny všechny funkční parametry obou skladeb. Znalost těchto parametrů je nezbytná pro výběr vhodné skladby do projekčního řešení objektu.

Pro popisovanou rekonstrukci střech komplexu BD byla zvolena typová skladba DEKROOF 11-B viz /obr. 04/ s pohledovým bedněním, tepelnou izolací nad krokviemi, doplňkovou hydroizolační vrstvou ze samolepicího SBS asfaltového pásu. Řešená skladba navíc obsahovala stávající SDK podhled. Finální skladba střešní konstrukce je popsána na /obr. 05/.

Volbu způsobu rekonstrukce střechy ovlivnila také potřeba nepřerušit využívání bytů v podkroví. Majitelé a nájemníci si nedokázali představit,





- PŮVODNÍ STŘEŠNÍ KRYTINA
- STŘEŠNÍ LATĚ
- KONTRALATE - VĚTRANÁ VĚDUCHOVÁ MEZERA
- DHV - SAMOLEPICÍ MODIFIK. ASF. PÁS
- TEPELNÁ IZOLACE - TOPDEK 022 PIR
- PAROZABRANA - MODIFIK. ASF. PÁS
- BEDNĚNÍ Z OSB DESEK
- UZAVŘENÁ VĚDUCH. VRSTVA
- NOSNÁ KČE SDK PODHLEDU (PŮVODNÍ)
- SDK PODHLED (PŮVODNÍ)

Obr. 05 | Konečná skladba rekonstruované střechy

že by se na dobu rekonstrukce střechy dočasně přestěhovali. Zvolením skladby TOPDEK mohla být rekonstrukce prováděna převážně z vnější strany střechy, čímž byly minimalizovány zásahy a vstupy pracovníků do bytů (prakticky pouze při zapravování SDK konstrukcí kolem střešních oken). Ohled byl brán i na požadavek, aby byla existující sádkartonová konstrukce plnicí pohledovou funkci zachována. S vyspravením popraskaných spár SDK podhledu, způsobených odtížením krovu, se počítalo.

Parotěsnicí vrstva ze samolepicího asfaltového pásu položená na souvislém bednění se osvědčila jako spolehlivá provizorní hydroizolace chránící podstřešní prostory v průběhu rekonstrukce.

Pro zateplení detailu u pozednice pak byla výhodně využita původní tepelná izolace vyňatá z prostoru mezi krokvy.

## PRŮBĚH REKONSTRUKCE STŘECHY

Při rekonstrukci střechy byla respektována potřeba nepřetržitého využívání podkrovních bytů. Realizační firma musela činnost a přesuny materiálů organizovat tak, aby skládaná krytina mohla být po realizaci nových vrstev střechy vrácena na střešinu. K dalšímu použití byla deponována i původní tepelná izolace. Technologický postup byl plánován tak, aby každý den před odchodem pracovníků byl objekt zabezpečen proti zatečení. Opatření se týkalo především provizorního zabezpečení přechodu mezi původní plochou střechy a již nově položenou částí střechy proti srážkové vodě. V každém úseku střechy byla nejednou provedena demontáž krytiny, vyjmutí tepelné izolace, montáž nového bednění z OSB desek a na něj nalepení samolepicího asfaltového pásu TOPDEK SBS pás 30. Jak již bylo řečeno, parotěsnicí vrstva z pásu TOPDEK SBS pás 30 plnila v průběhu rekonstrukce funkci provizorní hydroizolace.

Různě rozpracované úseky střechy jsou vidět na fotografiích /06/ až /08/. V levé části fotografie /07/ je již



06



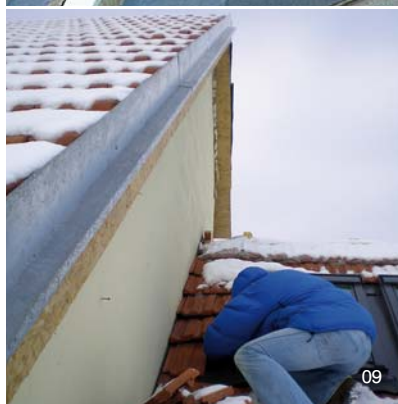
položeno bednění z OSB desek a na něm nová skladba TOPDEK včetně kontralát. S ohledem na různé sklony střechy, trvanlivost, možnost opracovatelnosti detailů a typ krytiny byl zvolen na pozici doplňkové hydroizolační vrstvy skládané krytiny také SBS modifikovaný asfaltový pás TOPDEK SBS pás 30. V přední části fotografie /07/ je položeno bednění z OSB desek před aplikací parozábrany a v horní části fotografie je viditelná ještě původní skladba střechy. Mezera mezi OSB deskami a střešní krytinou tvoří přirozenou hranici pracovního záběru, kterou bylo třeba vždy dočasně zabezpečit proti zatečení do střešní konstrukce, respektive do interiéru. Funkci tepelněizolační vrstvy ve skladbě TOPDEK plní desky DEKPIR TOP 022 spojované na pero a drážku.



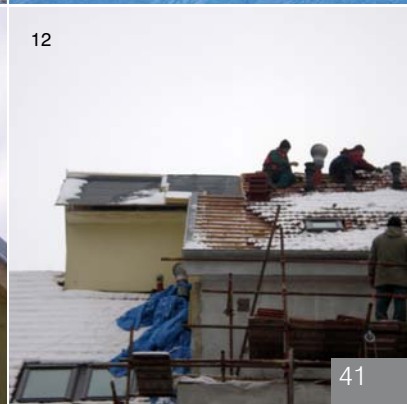
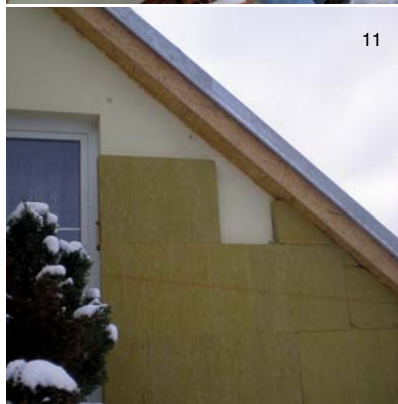
Původní střešní okna byla v rámci rekonstrukce nahrazena novými. Pro osazení střešních oken byly vytvořeny "truhlíky" z OSB desek /foto 08/. Ty byly v konečné fázi rekonstrukce v interiéru opatřeny SDK obkladem.



*Poznámka autora:*  
V současné době je pro některé typy oken VELUX a ROTO dostupný prefabrikovaný tepelněizolační rám "TOPDEK okenní dílec". TOPDEK okenní dílec umožní systémové řešení jinak obvykle problematického detailu napojení skladby střechy na střešní okno. Použití TOPDEK okenního dílce zjednoduší a zrychlí montáž. Současně se snadno a spolehlivě dosáhne dostatečné vzduchotěsnosti a zateplení v tomto detailu, což vede k významnému omezení rizika kondenzace vodních par v okolí střešního okna. Reportáž z montáže okenního dílce TOPDEK byla uveřejněna v DEKTIME 02|2012 (časopis je dostupný na [www.dektime.cz](http://www.dektime.cz)).



Obvykle se přesah střechy přes štítovou stěnu v systému TOPDEK řeší vykonzolováním dřevěných námětků připevněných přes parotěsnicí vrstvu do krovu /obr. 06/. Přesahy střešních rovin přes svislé konstrukce nadezdívky a štítové stěny byly v našem případě minimální /foto 09, 10/ a proto bylo zvoleno vykonzolování střechy přes štítovou stěnu pouze pomocí OSB desek bez dřevěných námětků.





13

Od řešení přesahu střechy přes štítovou stěnu OSB deskou se očekávalo, že bude funkční po dotěsnění kontaktním zateplovacím systémem, který se v rámci rekonstrukce domů také realizoval. Veškeré netěsnosti v místě styku podkladní OSB desky a štítové stěny byly navíc vyplněny nízkoexpanzní PU pěnou. Detail byl tedy prováděn s předpokladem vzduchotěsného a parotěsného napojení při realizaci kontaktního zateplovacího systému /foto 11/.

Podzim 2010, kdy vrcholily projekty dotované z programu Zelená úsporám, byl pro

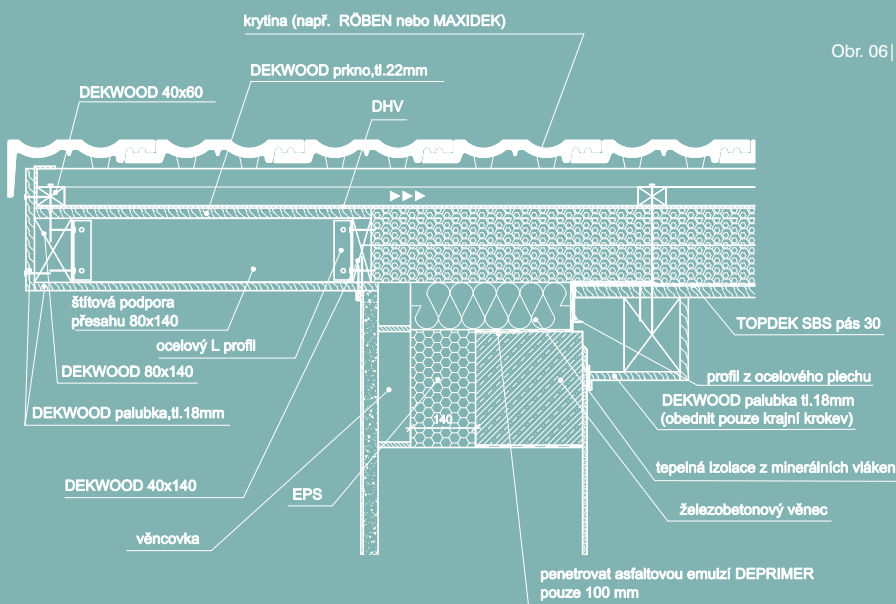
všechny ve stavebním oboru hektický. Realizační firma si dovolila protáhnout rekonstrukci jednoho z domů až do pozdního podzimu. Na fotografiích /11, 12/ z realizace je vidět sníž. K „odvaze“ realizační firmy přispěla asfaltová parozábrana s funkcí provizorní hydroizolace, která tvořila spolehlivou ochranu interiérů proti vodě. Zabezpečení střechy proti zatečení firma využila k tomu, aby stihla zrealizovat jiné stavby, kde byla více limitována klimatickými podmínkami. Celkový pohled na dokončenou rekonstrukci BD je na /foto 13/.

## POZNATKY

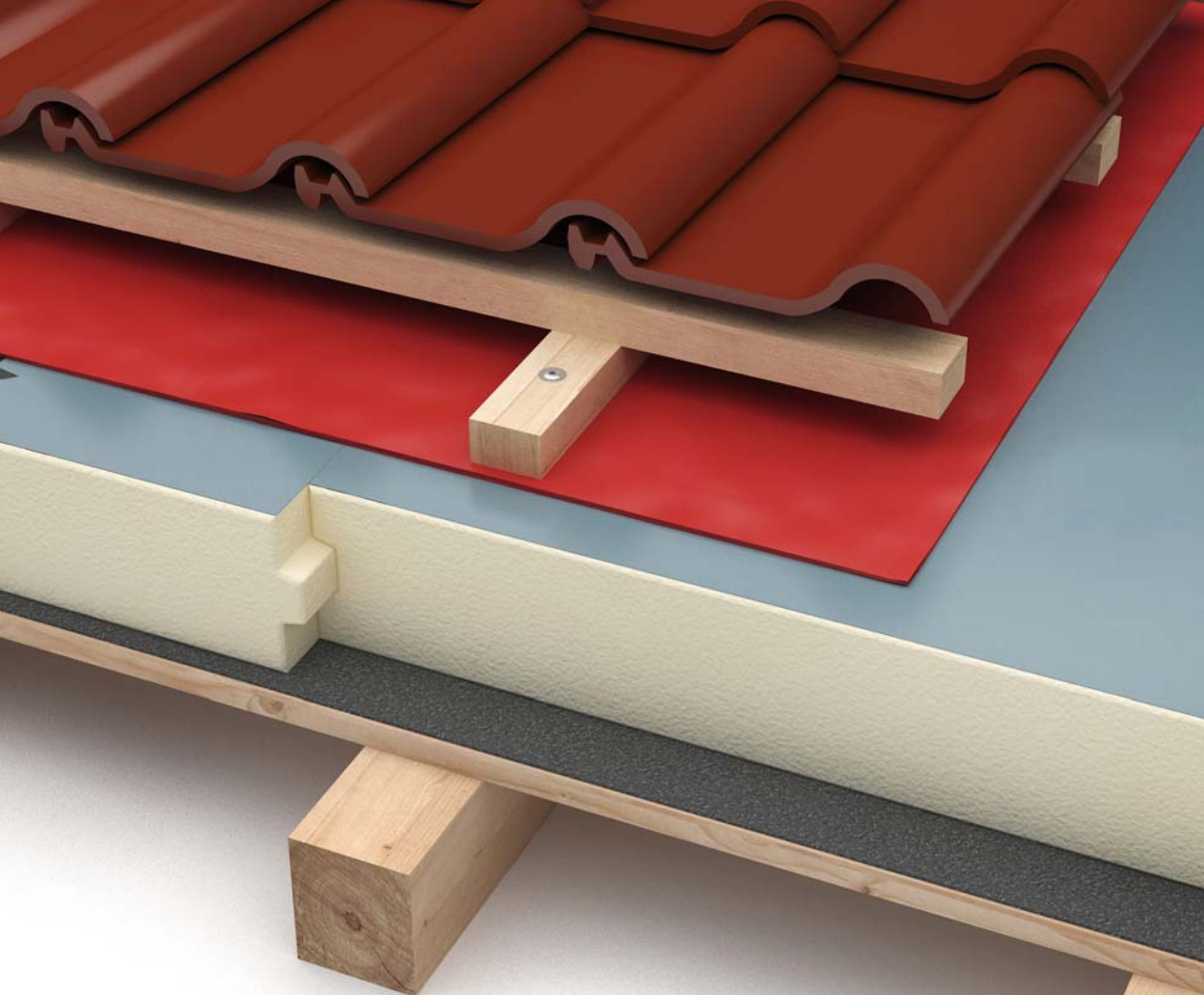
- Provedená rekonstrukce bytových domů potvrdila naše zkušenosti o obecném významu provizorní hydroizolace střechy, nejen v systému TOPDEK, který je tím charakteristický.
- Výhody skladby TOPDEK napomohly dosažení plnohodnotného využívání podkrovních bytů.
- Byty je možno v zimním období uspokojivě vytopit, povrchová kondenzace na rámech a ostění střešních oken se nevyskytuje, snížila se energetická náročnost a náklady na vytápění podkrovních bytů.
- Pozitivně lze hodnotit ohlasy realizační firmy. Po počáteční nejistotě s realizací nadkrovních skladby realizační firma považuje skladbu TOPDEK za snadno realizovatelnou.
- Investor ocenil možnost provedení rekonstrukce střechy bez významného omezení provozu v podkrovních bytech.

< Jiří Filip >

Technik Ateliéru DEK pro region Hodonín a Brno



Obr. 06 | Systémový detail řešení bočního přesahu střechy – ukončení parozábrany na štítovém zdvu



 **TOPDEK**<sup>®</sup>

## SYSTÉM ŠIKMÝCH STŘECH S TEPELNOU IZOLACÍ NAD KROKVEMI

SYSTÉM TOPDEK JE PROPRACOVANÉ  
TECHNICKÉ ŘEŠENÍ PRO ŠIKMÉ STŘECHY.

Střechy v systému TOPDEK zajišťují dlouhou trvanlivost, výraznou úsporu nákladů na vytápění a navíc dokážou nabídnout atraktivní a prostorný interiér podkroví.

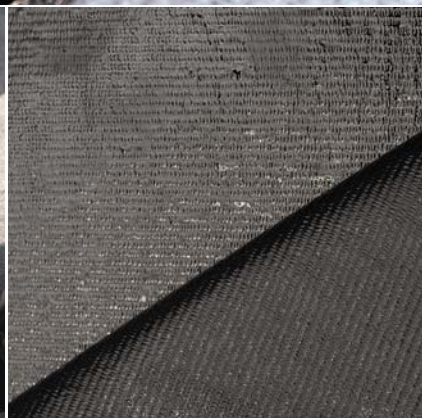
[www.topdek.cz](http://www.topdek.cz)

Systém TOPDEK představuje

- spolehlivé řešení šikmých střech
- dlouhou trvanlivost konstrukce
- vysokou hydroizolační bezpečnost
- zajištění komfortu užívání podkroví
- rozsáhlou technickou podporu projektantům a architektům

# GLASTEK STICKER

ŠPIČKOVÉ SAMOLEPÍCÍ  
SBS MODIFIKOVANÉ ASFALTOVÉ PÁSY



**GLASTEK®**

**GLASTEK 30 STICKER**

PÁS S MINERÁLNÍM POSYPEM A NOSNOU VLOŽKOU ZE SKLENĚNÉ ROHOŽE

**GLASTEK 30 STICKER PLUS**

PÁS S MINERÁLNÍM POSYPEM S NOSNOU VLOŽKOU ZE SKLENĚNÉ TKANINY

**GLASTEK 30 STICKER ULTRA**

PÁS SE SEPARAČNÍ FÓLIÍ A NOSNOU VLOŽKOU ZE SKLENĚNÉ TKANINY