

DEK TIME

02 | 2013

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

**REKONSTRUKCE
PLOCHÉ STŘECHY
RODINNÉ VILY**

**RUBRIKA ZNALCI
PORUCHY NA BUDOVÁCH
SPORTOVNÍHO AREÁLU**



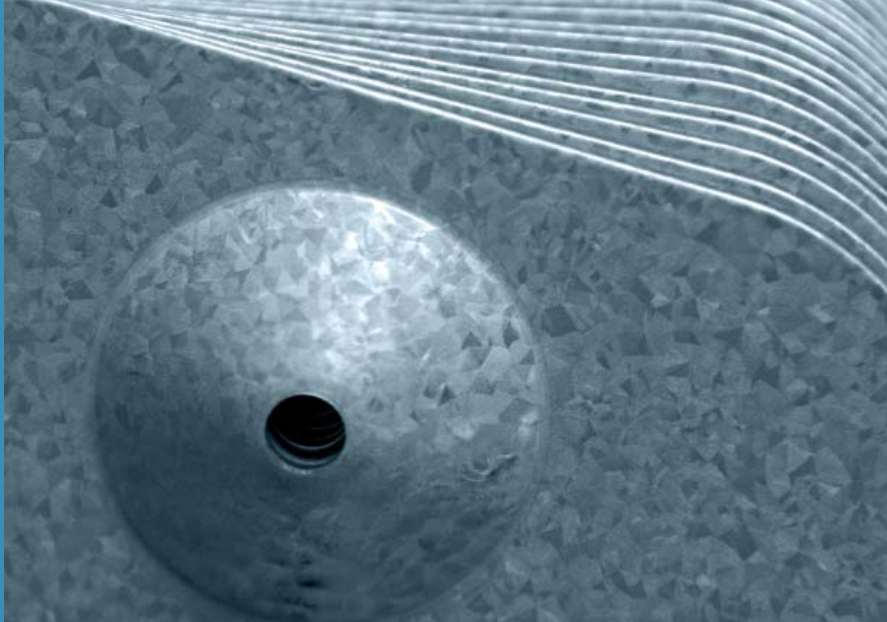
GARÁŽOVÁ VRATA NORMSTAHL

- v sortimentu výklopná, stropní sekční a boční sekční vrata
- široký výběr barev a motivů
- tradice od roku 1946
- dokonalá izolace, stabilita sekce a životnost díky panelům o tloušťce 42mm
- nejvyšší bezpečí díky zakrytým pohyblivým částem
- záruka 10 let na všechny mechanické díly vrat
- maximální pohodlí zajišťují motory ve spojení s vícekanálovými ovladači
- stupeň zabezpečení proti vloupání až do třídy WK 2

Normstahl
ENTRE//MATIC

DEKTRADE®

www.dektrade.cz



ČÍSLO
2013 **02**

V TOMTO ČÍSLE NALEZNETE

- 04** REKONSTRUKCE PLOCHÉ STŘECHY RODINNÉ VILY
Petr NOSEK
- 12** DVOJITÝ HYDROIZOLAČNÍ SYSTÉM DUALDEK VE SKLADBÁCH
PROVOZNIČH STŘECH II
Ing. Jan MATIČKA
- 24** STABILITA KONTAKTNÝCH ZATEPLOVAČÍCH SYSTÉMŮV
Ing. Pavol MAJDLEN
- 32** PORUCHY NA BUDOVÁCH SPORTOVNÍHO AREÁLU
Ing. Radim MAŘÍK

FOTOGRAFIE NA OBÁLCE

detail podložky
kotevního prvku

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

datum a místo vydání: 19. 06. 2013, 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

REKONSTRUKCE PLOCHÉ STŘECHY RODINNÉ VILY

REKONSTRUKCE PLOCHÉ STŘECHY RODINNÉ VILY

Důvodem pro rekonstrukci střechy rodinné vily v Turnově byly problémy způsobené dlouhodobým zatékáním střešní konstrukcí. Majitel domu se před zahájením rekonstrukce obrátil na technika Atelieru DEK

s požadavkem komplexního posouzení střechy, včetně průzkumu, tepelnětechnického posouzení a návrhu opravy střechy.

POPIS STAVBY

Vila /obr. 01/ má 2 nadzemní podlaží, výška objektu je cca 7,5 m.

Zastřešení je řešeno plochou jednoplášťovou nevětranou střechou s klasickým pořadím vrstev.

PRŮZKUM STŘECHY

Povrch střechy tvořil nástřík z PUR pěny, opatřený povrchovým nátěrem. Nástřík byl na střechu aplikován dodatečně v devadesátých letech minulého století se záměrem zlepšit tepleněizolační funkci střechy. Povrchový nátěr měl obnovit hydroizolační funkci střechy zajišťovanou do té doby souvrstvím z oxidovaných asfaltových pásů. Povrch celé střechy vykazoval vizuální vady v podobě boulí a prasklin /obr. 02/. Opravy PUR nástříku nebyly prováděny. V rámci průzkumu střechy byla provedena sonda pro ověření původní skladby a stavu jednotlivých vrstev. Sondou byla zjištěna skladba /tab. 01/ a /obr. 03/.

01 | Pohled na vilu před rekonstrukcí střechy



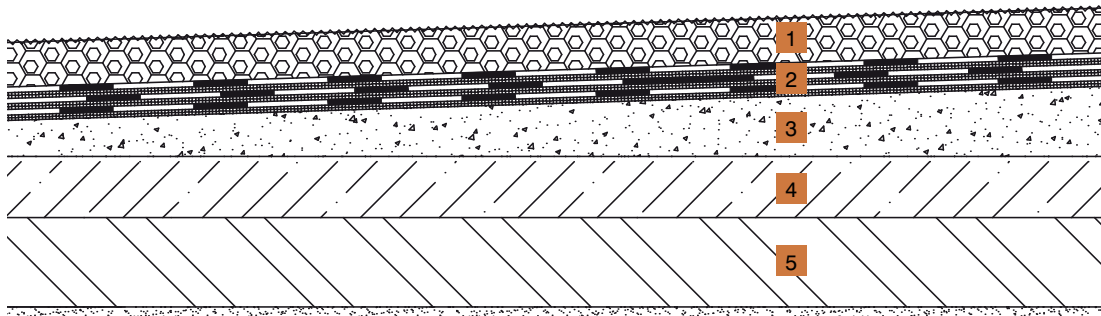


02| Výrazné boule, některé z nich popraskané na povrchu celé střechy. Vtok uprostřed plochy střechy, spád střechy však proměnný, při dešti se tvoří lokální kaluže

Tabulka 01

č.	Vrstva	Funkce vrstvy	Tloušťka [mm]
1	PUR nástřik s hydroizolačním nátěrem	Hydroizolační a tepelněizolační	40
2	Souvrství z více vrstev oxidovaných asfaltových pásů	Pojistněhydroizolační	cca 15
3	Násyp	Spádová	cca 100
4	Betonová mazanina	Roznášecí a podkladní	cca 30
5	Stropní deska	Nosná	120

03| Skladba střechy zjištěná při průzkumu, výpis skladby v /tab. 01/



NÁVRH REKONSTRUKCE

Na základě skutečností zjištěných průzkumem střechy byla Ateliérem DEK navržena oprava střechy s následujícími zásadami:

- odstranění původní skladby střechy až na betonovou mazaninu;
- provedení kontroly soudržnosti a vyspravení betonové mazaniny;
- provedení nové parotěsné vrstvy;
- provedení tepelněizolační a spádové vrstvy z desek EPS (v kombinaci s deskami

PIR), tl. dle požadavků normy ČSN 73 0540-2 [1]

- provedení nové hydroizolační vrstvy;
- provedení nových klempířských prvků.

Investorem byla odsouhlasena a vybrána nová skladba ploché střechy /tab. 02/ a /obr. 04/.

Během realizace opravy střechy probíhaly mezi technikem Ateliéru DEK a realizační firmou zajišťující rekonstrukci střechy technické konzultace při provádění

jednotlivých detailů a technických postupů při zpracování materiálů nové skladby. Fotodokumentace z průzkumu a rekonstrukce střechy viz /obr. 05 až 23/.

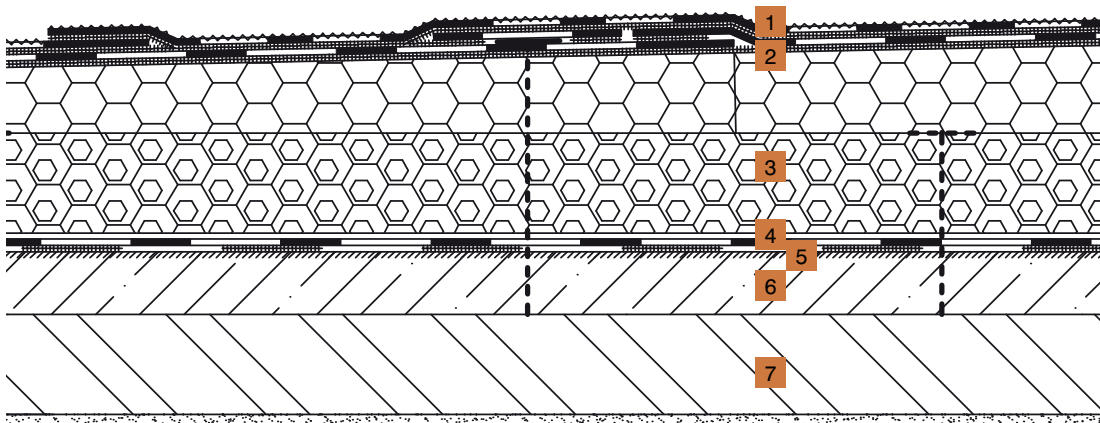
<Petr Nosek>
technik Ateliéru DEK pro pobočky Liberec a Česká Lípa

[1] ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*

Tabulka 02

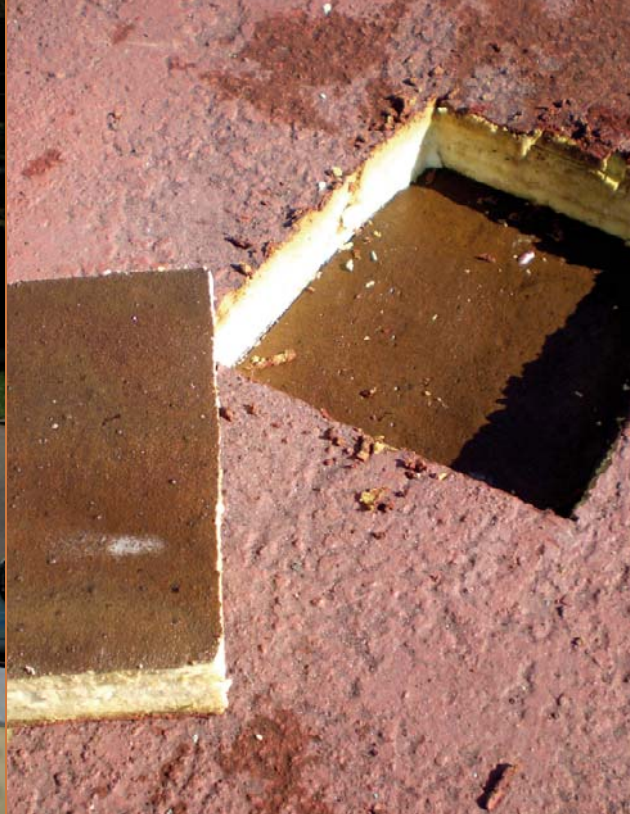
č.		Vrstva	Funkce	Tloušťka [mm]
1	Nové vrstvy skladby	Pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou z polyesterové rohože podélně vyztužené skleněnými vlákny ELASTEK 40 (50) SPECIAL DEKOR (celoplošně natavený k podkladu)	Hydroizolační	5,2
2		Spádové dílce z expandovaného pěnového samozhášivého stabilizovaného polystyrenu EPS 100 S Stabil s nakaširovaným pásem z SBS modifikovaného asfaltu s napětím v tlaku při 10% deformaci > 100 kPa POLYDEK EPS 100 TOP ve 2% spádu (stabilizovány k podkladu mechanickým kotvením)	Spádová, tepelněizolační a první hydroizolační vrstva	Ø 80 u vtoku 30
3		Desky z polyisokianurátu (PIR) opatřeny na obou stranách hliníkovou fólií Kingspan Thermarroof TR 26 (stabilizovány k podkladu mechanickým kotvením)	Tepelněizolační	80
4		Pás z SBS modifikovaného asfaltu s nosnou vložkou ze skleněné tkaniny GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL (bodově natavený k podkladu)	Parotěsnicí	4
5		Nátěr asfaltovou emulzí DEKPRIMER	Penetrační	Spotřeba cca 0,3 kg/m ²
6	Původní skladba	Vyspravená betonová mazanina	Roznášecí, podkladní	50
7		Stropní deska	Nosná	120

04 | Nová skladba střechy, výpis skladby v /tab. 02/





05| Okraj střechy ukončen závětrnou lištou. Klempířské konstrukce z ocelového pozinkovaného plechu z části opatřeny PUR nástřikem



06| PUR nástřik nesoudržný s podkladem, vlhkost ve skladbě

07| Pod PUR nástřikem zjištěno souvrství několika oxidovaných asfaltových pásů, jednotlivé vrstvy nespojitě





08 | Pod asfaltovými pásy byl násyp, pod ním betonová mazanina na stropní desce. Materiál ve skladbě byl vlhký



09 | Zahájení rekonstrukce odstraněním PUR nástřiku, nástřik nesoudržný s podkladem

10, 11 | Odkryté hydroizolační souvrství z oxidovaných asfaltových pásů, pásy degradovány





12| Odstraněno souvrství oxidovaných hydroizolačních pásů a násyp až na betonovou mazaninu na stropní konstrukci

13| Betonová deska vyspravena, nabetonování nízké atiky, podklad napenetrován asfaltovou emulzí DEKPRIMER, bodově natavena parozábrana z asfaltového pásu GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL

14| Desky tepelné izolace pokládány ve dvou vrstvách. První vrstva z desek Kingspan Thermarof TR 26 tloušťky 80mm mechanicky kotvena do podkladu





- 15| Druhá vstva z kompletizovaného dílce POLYDEK EPS 100 TOP s nakaširovaným SBS modifikovaným pásem, průměrná tloušťka EPS 80mm. Při spádu 2% minimální tloušťka u vtoků 30mm



- 16| Vytvoření atiky z dřevěných trámů kotvených do podkladu, spád do plochy střechy. Prostor mezi trámky vyplněn příjezy desek Thermarof TR 26



- 17| Přesahy asfaltového pásu dílců POLYDEK EPS 100 TOP svařeny, po svaření přesahů zajišťuje kaširovaný pás dočasnou hydroizolaci střechy

- 18| Opracování atiky podkladním samolepicím asfaltovým pásem

- 19| Celoplošné natavení vrchního asfaltového pásu ELASTEK 50 SPECIAL DEKOR s hrubozrnným minerálním posypem





20, 21 | Detail opravování prostupující konstrukce asfaltovým pásem, vytažení nad přilehlý povrch střechy, zajištění přítačnou lištou

22 | Oplechování okraje střechy pomocí závětrné lišty



23 | Pohled na střechu po rekonstrukci



DVOJITÝ HYDROIZOLAČNÍ SYSTÉM DUALDEK VE SKLADBÁCH PROVOZNÍCH STŘECH II



V předchozím čísle DEKTIME (01/2013) jsme shrnuli naše poznatky o hydroizolačním systému DUALDEK ve skladbách provozních střech, které slouží již více let. Nyní na dvou případech ukážeme, jak jsme ve společnosti DEKPROJEKT získané poznatky uplatnili na novějších projektech.

OBYTNÝ SOUBOR CENTRAL PARK PRAHA (2009)

Jedná se o soubor deseti věžových patnáctipodlažních bytových domů propojených v úrovni prvních 3 nadzemních podlaží. Tyto byty jsou částečně zastřešeny šikmými vegetačními střechami, vytváří tak val plynule navazující na centrální park vytvořený mezi domy.

Na rozdíl od plochých střech bytů byl na jejich šikmých střechách proveden dvojitý hydroizolační systém DUALDEK s možností plošné objektivní kontroly, bez možnosti aktivace hydroizolační funkce. K této koncepci jsme přistoupili s ohledem na speciální travní koberce nevyžadující téměř žádný substrát a tedy relativně snadnou přístupnost hydroizolace pro pozdější opravy. Odpadla tím nutnost provedení ochranné a roznášecí betonové mazaniny na šikmině. U této aplikace dvojitého hydroizolačního systému bylo třeba speciálně řešit stabilizaci systému proti účinkům smykového namáhání. Vedle toho jsme řešili dalších cca 25 nestandardních konstrukčních

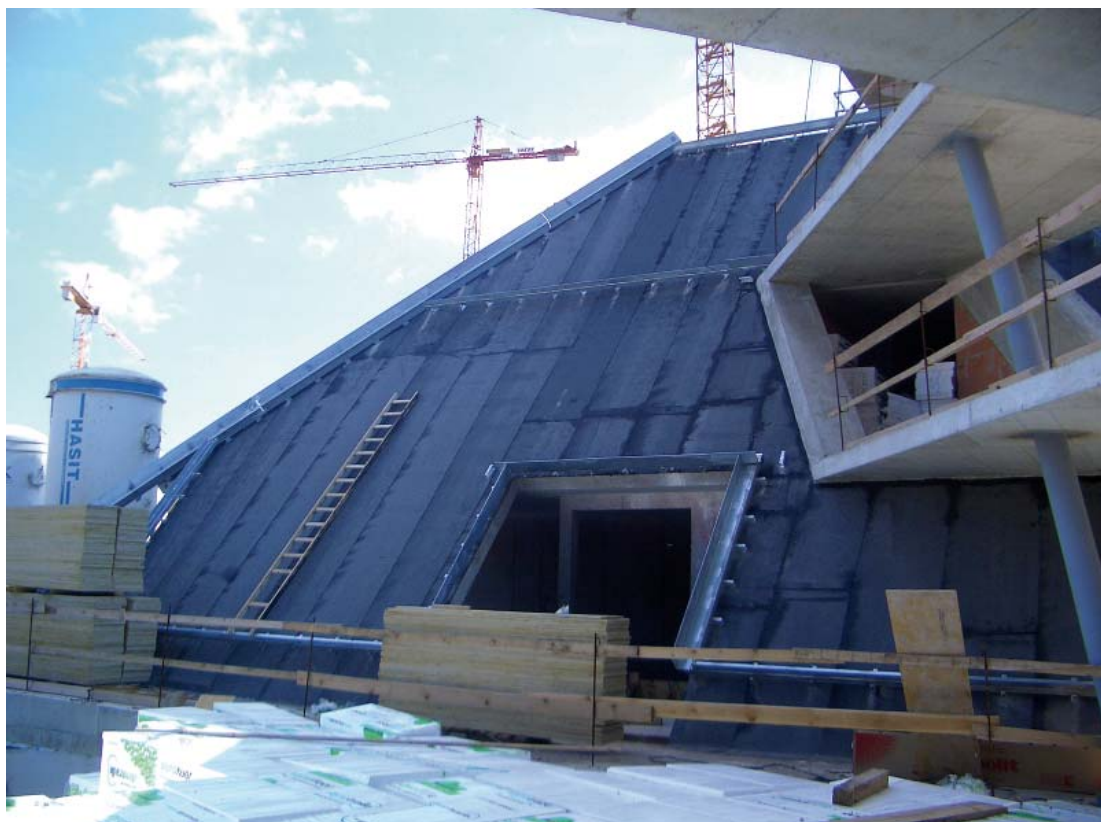
detailů systému DUALDEK a jeho vazby na prostupující a navazující konstrukce.

V průběhu a po dokončení hydroizolačního systému pracovníci firmy DEKPROJEKT provedli kontrolní zkoušky těsnosti celkem 580 sektorů. Po dokončení izolací byl systém předán subdodavatelem izolací generálnímu dodavateli stavby jako těsný.

Průběh realizace a specifické detaily jsou zobrazeny na následujících obrázcích doprovázených komentářem.

◀ 01 | Pohled na staveniště bytových domů Central Park Praha navzájem propojených prstencem bytů

02 | Parozábrana z asfaltového pásu a ocelový stabilizační rošt na šikmé střeše části souboru





03| Pokládka tepelné izolace z EPS mezi ocelový stabilizační rošt



04| Pokládka první vrstvy hydroizolační fólie systému DUALDEK, stabilizace navařením na osнову kotvených poplastovaných plechů

05| Pokládka drenážní vložky z černé smyčkové rohože z plastových vláken a druhé vrstvy hydroizolační fólie systému DUALDEK

06| Detail fixace drenážní vložky z černé smyčkové rohože z plastových vláken. Vrstva je „prošita“ přířezy fólie natavenými k první vrstvě hydroizolace

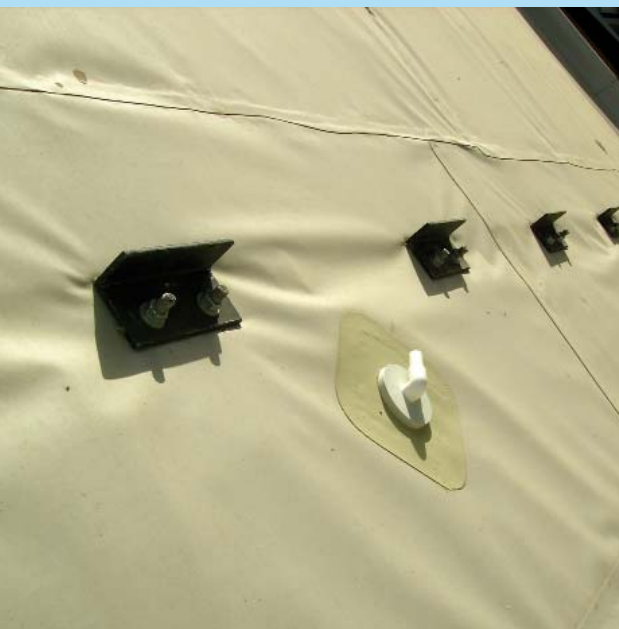




07| Dokončený systém DUALDEK, příprava stabilizačního systému pro vegetační souvrství skladby střechy.

08| Detail ocelových přírub pro stabilizaci vegetačního souvrství. Na snímku je též zřetelná trubice pro podtlakovou kontrolu sektoru systému DUALDEK

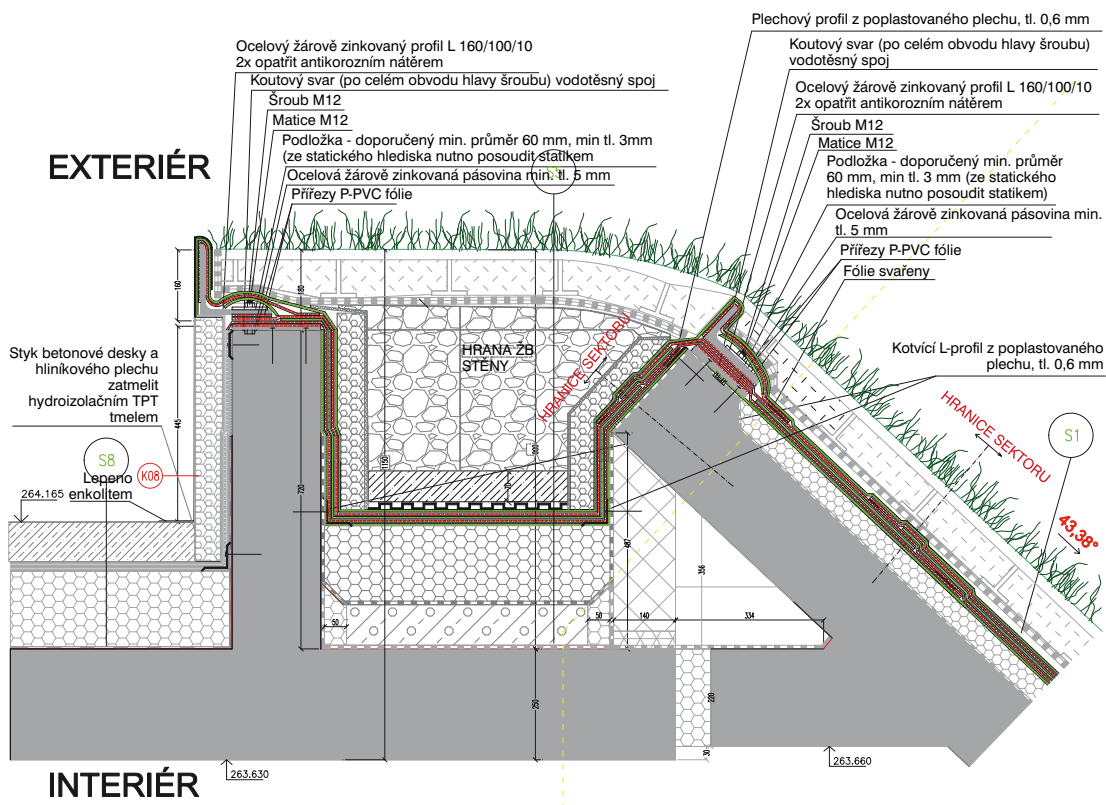
09| Pracovníci firmy DEKPROJEKT provádí podtlakovou kontrolu těsnosti systému DUALDEK (snímek z kontroly ploché části střechy nad byty)



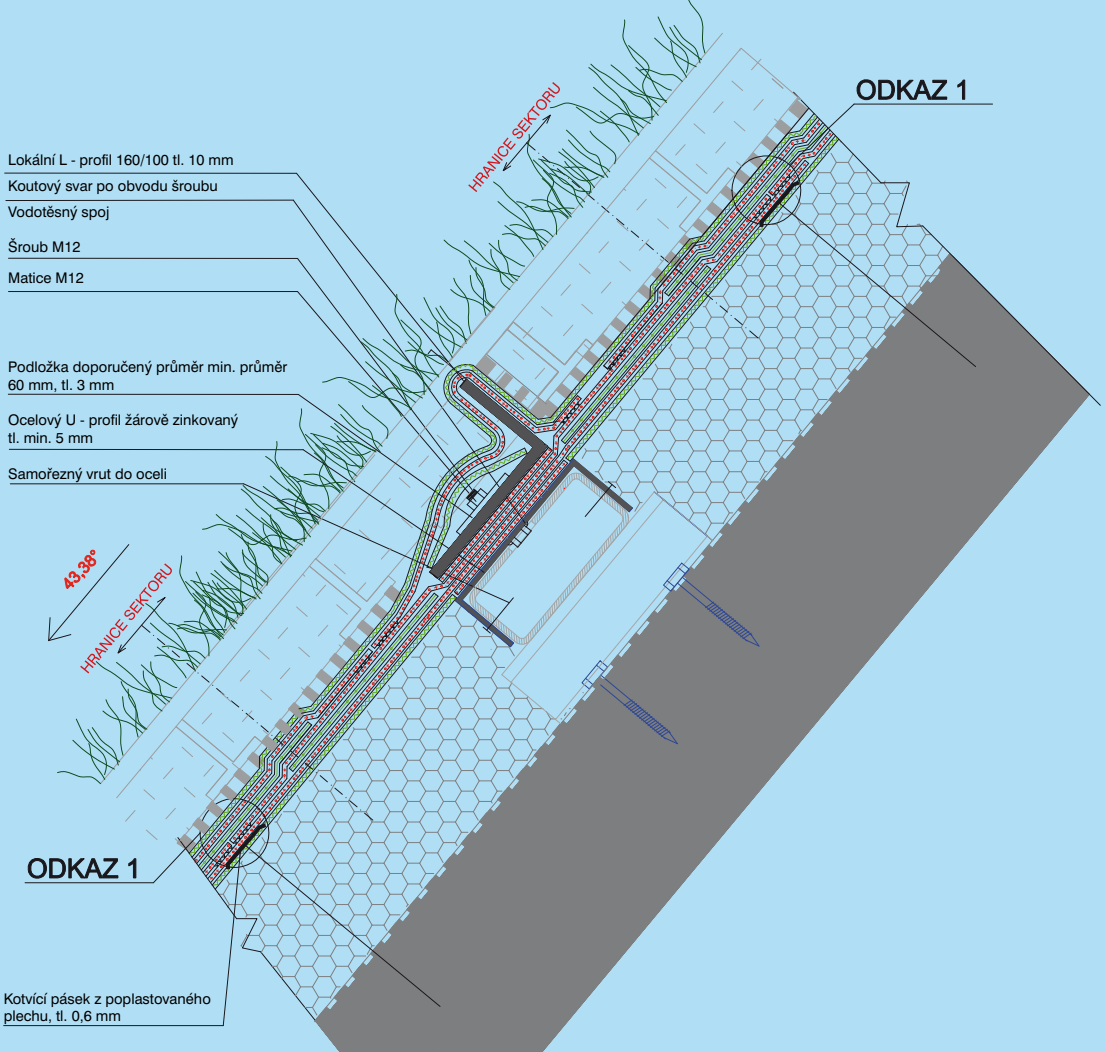


10 | Dokončený systém DUALDEK, krycí plechy okraje teras bytů

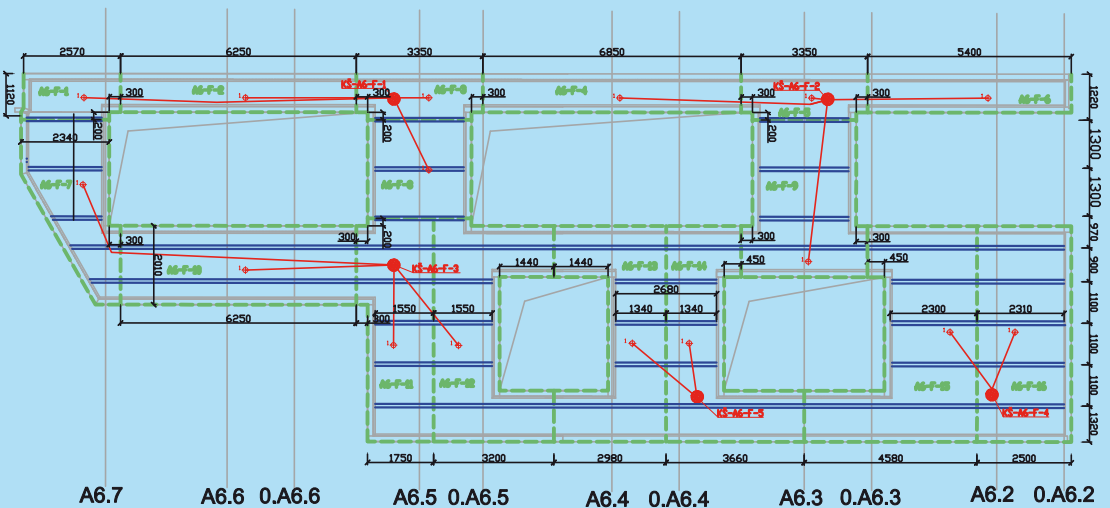
11 | Detail ukončení hydroizolace DUALDEK ve vrchní části šikmé střechy bytové části souboru. Z detailu je zřejmá navržená skladba střechy.



12| Detail způsobu stabilizace vegetačního souvrství na šikmině bodovou ocelovou přírubou kotvenou do stabilizačního roštu



13| Část pohledu na vegetační střechu bytů s osnovou stabilizačního roštu pro vegetační souvrství





14| Rošt a závlaha vegetačního souvrství, pod tím zelená drenážní a hydroakumulační vrstva



15| Pohled na šikmou střechu bytové části po pokládce substrátu a travních koberců

16| Na travní koberce šikmých střech ještě naváží sadové úpravy centrálního parku

17| Šikmá střecha bytové části 1 rok po dokočení stavby



HOTEL VITALITY VENDRYNĚ (2010)

Investor vyžadoval venkovní klidovou zónu wellness centra hotelu. Architekt za tímto účelem navrhl plochou vegetační střechu nad bazénovou halou o výměře cca 1500 m². Hlavní inženýr projektu si pamatoval řešení střešních zahrad OASIS FLORENC prezentované na Seminářích v roce 2008 a obrátil se na pracovníky DEKPROJEKT s žádostí o konzultaci. Výsledkem byl návrh a realizace prakticky

identické skladby střechy. Skladba /obr. 18/, detaily a průběh realizace na dalších obrázcích.

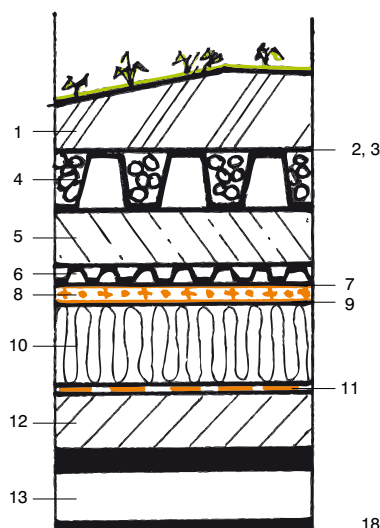
<Jan Matička>

CENTRAL PARK PRAHA

- Projektová dokumentace hydroizolace DUALDEK – DEKPROJEKT s.r.o. (Ing. Leoš Martiš, Ing. Jan Matička)
- Fotodokumentace – Matička, Martiš, Littmann

VITALITY VENDRYNĚ

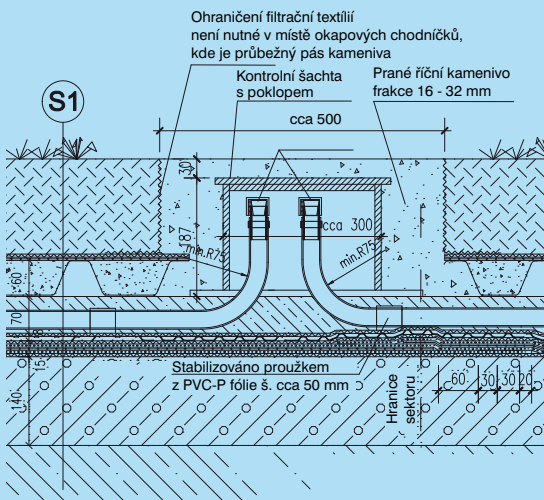
- Projektová dokumentace hydroizolace DUALDEK – DEKPROJEKT s.r.o. (Ing. Petr Schindler, Ing. Jan Matička)
- Fotodokumentace – Matička, Martiš, Littmann, fa. Dvořan izolmont Bzenec (p. Janík)



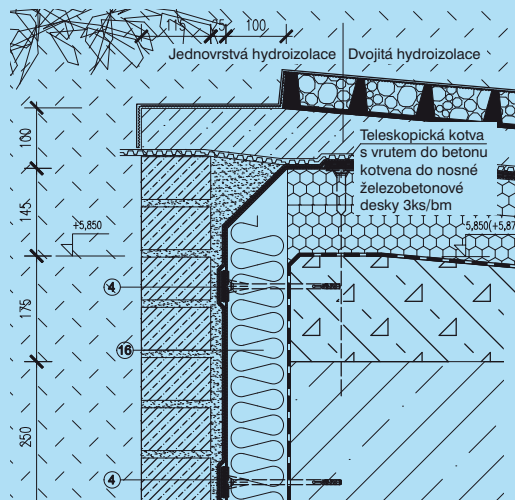
- 1 – vegetační substrát
- 2 – separační netkaná textilie 300 g/m², FILTEK 300
- 3 – rohož z plastových vláken 400 g/m², DEKDREN 400
- 4 – profilovaná fólie z HDPE o výšce nopu 60 mm, DEKDREN L60 vyplněná kamenivem frakce 16 – 32 mm
- 5 – ochranná betonová mazanina z betonu C16/20, tl. 70 mm
- 6 – profilovaná fólie z HDPE s nakaširovanou textilií, DEKDREN G8
- 7 – separační netkaná textilie 500 g/m², FILTEK 500
- 8 – fólie z měkčeného PVC tl. 1,5 mm ALKORPLAN 35 034
- 9 – drenážní vložka z plastových vláken 400 g/m², DEKDREN 400
- 10 – fólie z měkčeného PVC tl. 1,5 mm ALKORPLAN 35 034
- 11 – separační netkaná textilie 500 g/m², FILTEK 500
- 12 – expandovaný polystyren EPS 150 S STABIL, tl. 140 mm
- 13 – pás z SBS modifikovaného asfaltu GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL, tl. 4 mm
- 13 – cementová litá pěna ve spádu
- 13 – nosná konstrukce

18| Schéma skladby střechy

19| Princip osazení kontrolní šachtice ve skladbě střechy. Do šachtice jsou vyvedeny kontrolní a injektážní hadice



20| Detail skladby vegetační střechy u přechodu výškových úrovní střechy. Vodorná část systému DUALDEK je chráněna standardně betonovou mazaninou, svislá část pryzdívkou





21 | Střecha nad bazénem před zahájením izolačních prací



22 | Pohled na systém DUALDEK vč. hadic rozvedených po povrchu a sružených do míst budoucích kontrolních šachtic



23 | Řešení izolačního souvrství u přechodu výškových úrovní před provedením ochranných betonových konstrukcí



24 | Pohled na část střechy s výřivkou



25 | Pracovník DEKPROJEKT provádí podtlakovou zkoušku těsnosti systému DUALDEK před provedením ochranných betonových konstrukcí. Ve 2 etapách bylo odzkoušeno 53 sektorů. Odhalené netěsnosti byly opraveny před zakrytím následnými vrstvami

26 | Pohled na střechu před pokládkou drenážní rohože navržené pod ochrannou betonovou mazaninu

27 | Drenážní rohož provedena s integrovanou tkaninou na horním povrchu, aby beton mazaniny neomezil drenážní profil rohože. Hlavní funkcí drenážní vrstvy je vytvoření prostoru pro odvod vody z povrchu hydroizolace a omezení tvorby výluhů z ochranného betonu, které jinak rychle zanášejí odvodňovací prvky střechy

28 | Ochranná betonová mazanina v ploše střechy. V pozadí v místě přechodu výškových úrovní je svislá část systému DUALDEK chráněna přízdívkou z betonových tvárnic





29| Po provedení ochranných betonových konstrukcí je možné na střeše vykonávat obvyklé stavební činnosti, systém DUALDEK je dostatečně ochráněn před poškozením

30| Svazek kontrolních a injektážních hadic před osazením kontrolní šachtičky a provedením vegetačního souvrství

31| Do této kontrolní šachtičky jsou sdruženy kontrolní a injektážní hadice několika sektorů. Je tak nepřímo umožněn přístup k hydroizolaci, kterou je možné v celé ploše kontrolovat a případně aktivovat bez nutnosti rozkrývání vrstev nad ní

32| Po osazení kontrolních šachtiček je střecha připravena na instalaci provozních konstrukcí a vegetačního souvrství. Z pochopitelných důvodů nebylo doporučeno lávky skrz hydroizolaci kotvit k podkladu

33| Střecha hotelu těsně po dokončení



MAXI DEK[®]

www.plechovestrechy.cz

**VELKOFORMÁTOVÁ
PROFILOVANÁ PLECHOVÁ
STŘEŠNÍ KRYTINA**



DEK RAIN[®]

www.dekrain.cz

**LAKOVANÝ
OKAPOVÝ SYSTÉM**

STABILITA KONTAKTNÝCH ZATEPLOVACÍCH SYSTEMOV

NA ZABEZPEČENIE STABILITY KONTAKTNÉHO
ZATEPLOVACIEHO SYSTÉMU (ETICS) MÁ ZÁSADNÝ
VPLYV KVALITA PODKLADU A PRILEPENIA
TEPELNOIZOLAČNÉHO MATERIÁLU LEPIACOU
MALTOU A V NEPOSLEDNOM RADE KVALITA
MECHANICKÉHO PRIPEVNENIA – KOTVENIE
ROZPERNÝMI KOTVAMI.

Nasledujúci článok Vás prevedie práve posledne spomínanou časťou, t.j. zaistením stability ETICS mechanickým kotvením, nakoľko od začiatku roka 2013 na území Slovenskej republiky nadobudla platnosť nová norma STN 73 2902:2012 [1].

Funkciou rozpernej kotvy je prenesenie síl od účinkov sania vetra do podkladu. Práve v závislosti od druhu materiálu nosnej vrstvy podkladu sa rozperné kotvy podľa normy STN 73 2902 [1] rozlišujú

do tried použitia, viď tab. /01/. Pri výbere rozperných kotiev je potrebné okrem druhu podkladu rešpektovať, či je navrhovaná rozperná kotva súčasťou daného tepelnoizolačného systému. Túto skutočnosť je možné si overiť napr. v Európskom Technickom Osvedčení (ETA) daného ETICS, ktorý má väčšina výrobcov ETICS k nahliadnutiu na svojej internetovej stránke, ale i na výrobku /obr. 01, 02/.

V prípade tepelnoizolačného materiálu na báze minerálnej vlny je

potrebné použiť výhradne rozpernú kotvu s kovovým trňom. Pre úspešnú realizáciu je dôležitou podmienkou stanovenie dĺžky samotnej rozpernej kotvy /obr. 03/. Stanoviť sa musí vždy tak, aby sa jej minimálna kotviaca dĺžka nachádzala vždy celá v nosnej časti podkladovej konštrukcie. Na stanovenie dĺžky je potrebné zohľadniť okrem hrúbky tepelnoizolačného materiálu aj hrúbku lepiacej malty, v prípade starej povrchovej úpravy (pôvodná omietka, nástrek a pod.) aj maximálnu hrúbku tejto vrstvy a samotnú kotevnú dĺžku.

Druh materiálu nosnej vrstvy podkladu ¹	Trieda použitia rozpernej kotvy ²
Obyčajný prostý alebo vystužený betón triedy C 12/15 až C 50/60	A
Murivo z plných tehál alebo kameňa	B
Murivo alebo dielce z dutých alebo dierovaných tehál, tehlových blokov alebo tvaroviek, ktoré sú definované v schválenej dokumentácii rozpernej kotvy	C
Murivo alebo dielce z betónu, z pórovitého kameniva triedy pevnosti LAC 2 až LAC 25	D
Murivo alebo dielce z autoklávaného pórobetónu triedy pevnosti P 2 až P 7	E
Iný druh podkladného materiálu ²	Nie je stanovená

STN 73 2902 – Vonkajšie tepelnoizolačné kontaktné systémy (ETICS). Navrhovanie a zhotovovanie mechanického pripevnenia na spojenie s podkladom

¹ Triedy použitia, pre ktoré sú určené rozperné kotvy overené podľa ETAG 014 sa uvádzajú v ich označení.

² Doskové materiály (napr. cementotrieskové, drevoštiepkové alebo sadrovláknité dosky) a podklady z plechu alebo dreva sa považujú za iný druh podkladového materiálu.

³ Každý výrobca rozperných kotiev musí mať vo svojom certifikáte ETA podľa ETAG 014 označenie, do ktorých tried podkladov je daná kotva určená. Toto označenie musí byť uvedené ako na rozpernej kotve tak aj na balení /obr. 02/.



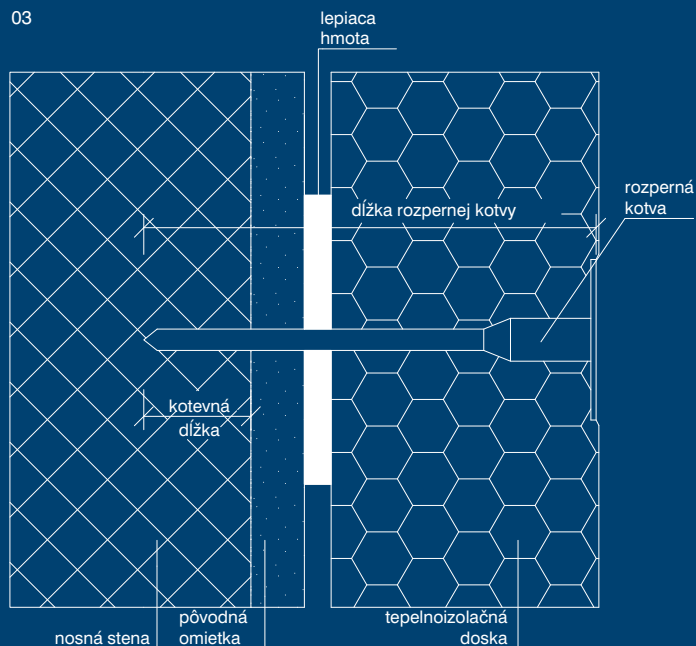
01, 02 | Označenie triedy použitia rozpernej kotvy

Najpodstatnejšie je však určenie správneho počtu a priestorového rozmiestnenia rozperných kotiev, t.j. stanovenie počtu rozperných kotiev na m². Väčšina projektantov sa spoliehala na odporúčané návrhy kotevného plánu pre daný počet rozperných kotiev, ktoré uvádzajú výrobcovia rozperných kotiev, resp. výrobcovia ETICS vo svojej technickej dokumentácii. Vo všeobecnosti ale platí, že za vypracovanie projektovej dokumentácie, ktorej súčasťou by mal byť aj kotevný plán nie

je zodpovedný dodávateľ, resp. výrobca rozperných kotiev alebo tepelnoizolačného systému, ale projektant.

Pozitívnym posunom v tejto oblasti je nová norma STN 73 2902 Vonkajšie tepelnoizolačné kontaktné systémy (ETICS), Navrhovanie a zhotovovanie mechanického pripevnenia na spojenie s podkladom, ktorá nadobudla platnosť dňa 1. 1. 2013. Táto norma od daného dňa ruší článok 6.2 a 6.3 STN 73 2901 Zhotovovanie

vonkajších tepelnoizolačných kontaktných systémov (ETICS) z mája 2008. Týmto dňom sa podľa normy vyžaduje návrh mechanického pripevnenia ETICS bez ohľadu na to kedy sa projektová dokumentácia začala pripravovať. Norma vychádza z Eurokódu STN EN 1991-1-4 [2] a jej pozitívom je možnosť „zjednodušeného“ výpočtu, ktorý však počíta s o niečo vyšším počtom rozperných kotiev na m². Neodmysliteľnou súčasťou stanovenia počtu rozperných kotiev je aj určenie okrajových oblastí



03 | Stanovenie dĺžky rozpernej kotvy

04 | Rozmiestnenie rozperných kotiev v závislosti od ich množstva podľa STN 73 2902 [1]

05 | Ťahová skúška – osadenie kotvy

06 | Ťahová skúška – ťahomer

budovy, v ktorých by mal byť počet rozperných kotiev vyšší. Taktiež táto norma stanovuje minimálny počet – 6 kusov, a maximálny odporučený počet – 12 kusov rozperných kotiev na m^2 /obr. 04/. V prípade väčšieho počtu rozperných kotiev (12 kusov), je potrebné zväžiť vplyv pripievňovania ETICS na celistvosť nosnej vrstvy podkladu. V prípade dosiek tepelnej izolácie s rozmermi

inými ako 1000×500 mm výrobca stanoví najvyšší odporučený počet rozperných kotiev na jednu dosku tepelnoizolačného materiálu vo svojej technickej dokumentácii ETICS.

Návrh a posúdenie mechanického pripievnenia ETICS je súčasťou projektovej dokumentácie podľa STN 73 2901.

V prípade panelových budov sú pre správnu voľbu rozpernej kotvy rozhodujúce vlastnosti podkladového materiálu. U väčšiny panelových domov sa ETICS pripievňujú k sendvičovým panelom, ktoré pozostávajú z betonovej monierky hrúbky 40 až 60 mm, ktorá tvorí podklad na pripievanie kontaktného zatepľovacieho systému. V prípade menších hrúbok ako 100 mm sa podľa ETAG 014 [3] musí na stavbe vždy vykonať skúška uvažovaných rozperných kotiev na vytrhnutie z podkladu. Nakoľko pôsobením poveternostných vplyvov môžu nosné materiály degradovať, je potrebné mieru degradácie overiť a vychádzať skôr z hodnôt únosnosti kotiev v ťahu overených meraním in-situ na stavbe – ťahová skúška. Účelom skúšky je overenie únosnosti navrhovaných rozperných kotiev v ťahu a overenie možnosti úspešnej montáže rozpernej kotvy pri zachovaní schopnosti plniť funkciu v tepelnoizolačnom systéme. Vykonanie ťahovej skúšky je veľmi jednoduché.

Rozperná kotva sa namontuje do nosnej konštrukcie /obr. 05/. Tanier rozpernej kotvy sa následne cez oporný krúžok prichytí do prístroja – ťahomera /obr. 06/, a vyťahuje sa konštantnou rýchlosťou až do zaťaženia 1000 N. Pri hodnote výťažnej sily 600 N nesmie byť vyťahnutie v mieste roviny podkladu väčšie ako 1 mm. Tento postup sa realizuje na 15 skúšobných miestach, ktoré sú rovnomerne rozmiestnené po celej ploche. Výsledkom ťahovej skúšky je stanovenie charakteristickej hodnoty $N_{Rk,1}$ uvedenej v protokole o ťahovej skúške. Táto hodnota sa určí ako stredná hodnota z 5 najmenších nameraných hodnôt z 15 meraní a prenásobí sa hodnotou 0,6. Rozperné kotvy sú skúšané pri minimálnej kotevnej hĺbke tak, aby sa zistili minimálne hodnoty únosnosti. V kotvách je simulované aj zapustenie tanierika rozpernej kotvy do izolantu.

Protokol z ťahovej skúšky slúži ako podklad pre statický výpočet projektovej dokumentácie ETICS.

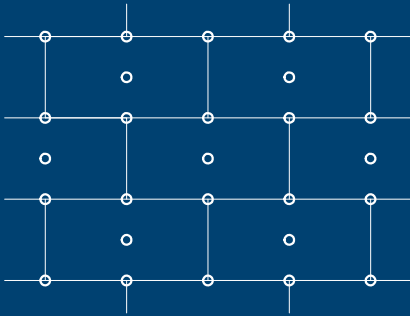


Schéma 1 | Rozmiestnenie rozperných kotiev pri množstve 6 ks/m², z toho 4 ks v stykoch tepelneizolačných dosiek

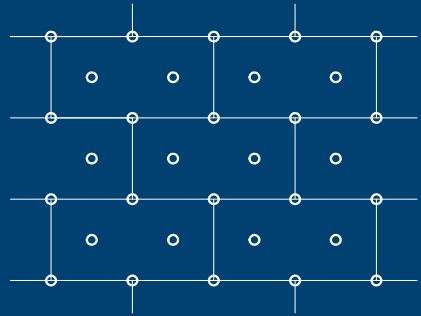


Schéma 2 | Rozmiestnenie rozperných kotiev pri množstve 8 ks/m², z toho 4 ks v stykoch tepelneizolačných dosiek

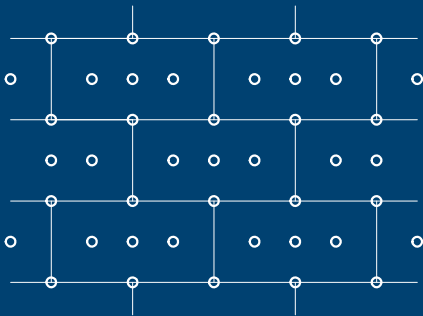


Schéma 3 | Rozmiestnenie rozperných kotiev pri množstve 10 ks/m², z toho 4 ks v stykoch tepelneizolačných dosiek

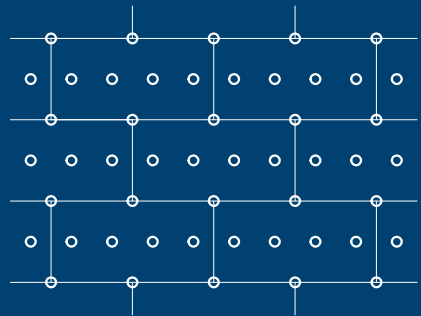


Schéma 4 | Rozmiestnenie rozperných kotiev pri množstve 12 ks/m², z toho 4 ks v stykoch tepelneizolačných dosiek

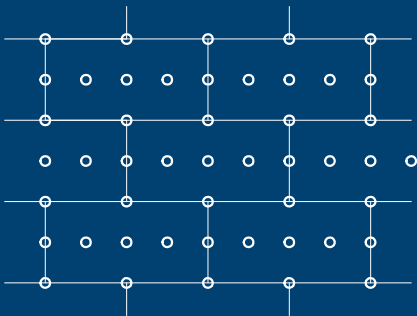
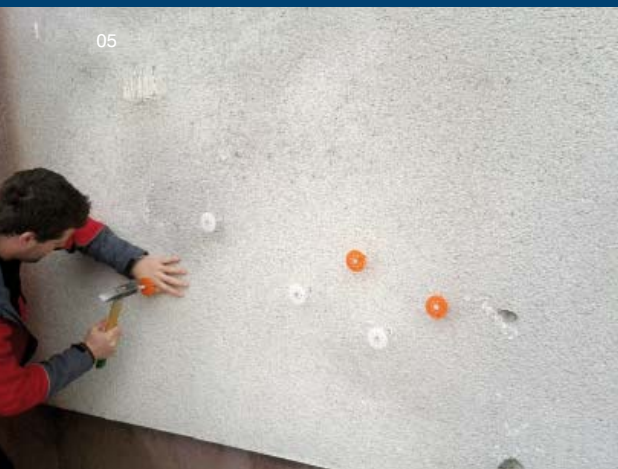


Schéma 5 | Rozmiestnenie rozperných kotiev pri množstve 12 ks/m², z toho 6 ks v stykoch tepelneizolačných dosiek





07

Renomovaní výrobcovia rozperných kotiev už overovanie únosnosti kotiev v ťahu (ťahovú skúšku) realizujú, nakoľko táto požiadavka má svoje opodstatnenie a odstraňuje počet nefunkčne osadených rozperných kotiev. Je pochopiteľné, že uplatňovanie prísnejších požiadaviek na mechanické kotvenie prináša navýšenie ceny stavby, ale treba mať na mysli, že podcenenie stability tepelnoizolačného systému má za následok deštrukciu ETICS /obr. 07 a 08/ a tým aj zmarenie vložených investícií. A v neposlednom rade sa tým môže ohroziť zdravie a životy ľudí.

DOPORUČENIE PRE PREVENCIU CHÝB

Jednou zo základných chýb je absencia odborného výpočtu – návrhu kotvenia a priestorového rozmiestnenia rozperných kotiev /obr. 09/. S tým súvisí použitie rozperných kotiev, pri ktorých nie je známa hodnota odolnosti proti preťaženiu a ani hodnota odolnosti proti vytrhnutiu. Samozrejme, ďalšou chybou je aj použitie rozpernej kotvy, ktorá výrobcom nie je určená na kotvenie od danej nosnej obvodovej konštrukcie /obr. 10, 11/. Taktiež chyby vznikajú aj pri samotnom osadzovaní rozperných kotiev, t.j. spôsobe vŕtania otvorov /obr. 12 a 13/. Do dutinových či mäkkých materiálov sa neodporúča vŕtanie s príklepom. Je to z dôvodu prípadného zväčšenia otvoru vnútorných rebier dutinového materiálu alebo môže dôjsť k ich vyvŕtaniu. Taktiež je potrebné meniť po vyvŕtaní určitého počtu otvorov (závisí od druhu materiálu obvodovej konštrukcie) vŕták z dôvodu jeho opotrebovania a dodržiavať dostatočnú hĺbku otvoru pre osadenie rozpernej kotvy. Hĺbka zhotoveného vrtu by mala byť o 10 mm dlhšia, ako je predpísaná kotviaca dĺžka použitej rozpernej kotvy. Na samotnú stabilitu ETICS môže mať vplyv aj nedodržanie technologickej prestávky medzi lepením tepelnej izolácie a kotvením. Rozperné kotvy sa zvyčajne osádzajú 1 až 3 dni po nalepení tepelnoizolačných dosiek. Nie menej dôležitým faktorom je aj teplota, pri ktorej je možné realizovať mechanické pripevnenie ETICS. Montáž zatŕkacích rozperných

kotiev sa môže uskutočniť pri teplote do -5°C , montáž skrutkovacích rozperných kotiev sa môže uskutočniť pri teplote najmenej 0°C , ak nie je v dokumentácii ETICS a projektovej dokumentácii určené inak.

Návrhová sila vetra sa v priebehu posledných 50 až 60 rokov zvýšila takmer o 50%. Z tohto dôvodu hodnoty zaťaženia vetrom môžu najmä v okrajových pásmach vyšších panelových budov dosahovať vyššie návrhové hodnoty ako 3 kN/m^2 . Na túto skutočnosť by mali brať ohľad najmä projektanti, ktorí majú rozhodujúce slovo pri návrhu skladby použitého ETICS a mali by vykonávať aj dozor pri jednotlivých technologických operáciách montáže ETICS. Najmä pri tých, ktoré môžu ovplyvniť stabilitu vonkajšieho tepelnoizolačného kontaktného systému.

KONTAKTNÝ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM DEK THERM (ETA – 06/0084) SPOLOČNOSTI DEKTRADE SR s.r.o.

Systémové komponenty:

- lepiaca a výstužná hmota DEKkleber,
- tepelnoizolačná doska z expandovaného polystyrénu,
- rozperná kotva s plastovým/kovovým trňom,
- lepiaca a výstužná hmota DEKkleber,
- sklotextilná mriežka,
- podkladný náter weber 700,
- tenkovrstvá omietka weber.pas.

<Pavol Majdlen>

technik Ateliero DEK
DEKTRADE SR s.r.o.

- [1] STN 73 2902:2012 Vonkajšie tepelnoizolačné kontaktné systémy (ETICS). Navrhovanie a zhotovovanie mechanického pripevnenia na spojenie s podkladom
- [2] STN EN 1991-1-4 Eurokód 1. Zaťaženia konštrukcií. Časť 1-4: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženie vetrom
- [3] ETAG 014:2004 Plastové kotvy na pripevňovanie vonkajších kontaktných tepelnoizolačných systémov s omietkou
- [4] foto archív EJOT SLOVAKIA, s.r.o.



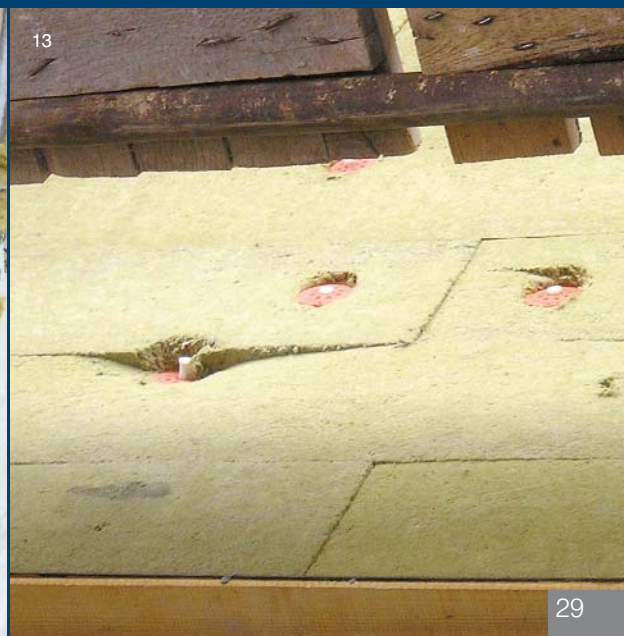
08



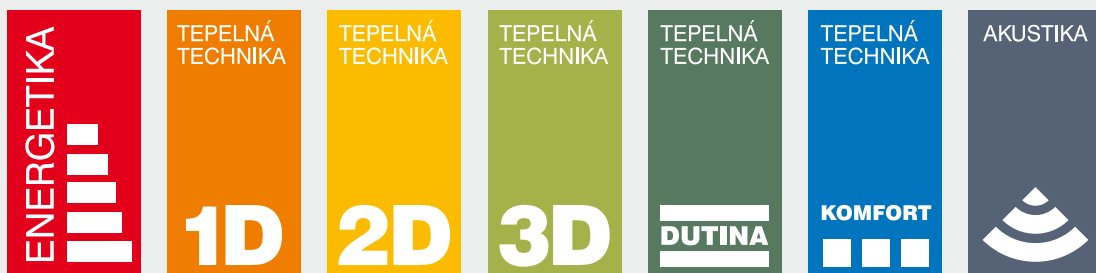
09



- 07 | Havária ETICS v dôsledku nesprávneho kotvenia [4]
- 08 | Havária ETICS v dôsledku nesprávneho lepenia a kotvenia [4]
- 09 | Nevhodné rozmiestnenie kotiev [4]
- 10 | Dôsledok použitia nesprávneho kotvenia [4]
- 11 | Dôsledok použitia nesprávneho typu kotvy do podkladového materiálu (natĺkacia kotva do pórobetónu) a nesprávneho lepenia [4]
- 12, 13 | Nefunkčne osadená rozperná kotva [4]



SOFTWARE PRO STAVEBNÍ FYZIKU



ENERGETIKA | TEPELNÁ TECHNIKA | AKUSTIKA

- Software se skládá ze samostatných aplikací, kterými je možné řešit různé typy výpočtů.
- Již nyní je k dispozici aplikace

ENERGETIKA

- Pomocí této aplikace je možné zpracovat Průkaz energetické náročnosti budovy dle nové české legislativy. Připravujeme také modul pro Energetické certifikáty a dotační program Nová Zelená úsporám.

Od roku 2013 budeme postupně spouštět další aplikace:

- TEPELNÁ TECHNIKA – 1D pro tepelnotechnické výpočty skladeb
- TEPELNÁ TECHNIKA – 2D pro dvojdimenzionální tepelnotechnické výpočty detailů
- TEPELNÁ TECHNIKA – 3D pro trojdimenzionální tepelnotechnické výpočty detailů.
- TEPELNÁ TECHNIKA – DUTINA pro výpočet průběhu teplot a vlhkostí ve větrané vzduchové vrstvě.
- TEPELNÁ TECHNIKA – KOMFORT pro výpočet letní a zimní tepelné stability.
- AKUSTIKA pro výpočty neprůzvučností stavebních konstrukcí.

SOFTWARE PRO TEPELNOU TECHNIKU

ATELIER DEK již po mnoho let nabízí projektantům a architektům technickou podporu v oborech hydroizolační techniky, stavební fyziky a energetiky. Část této podpory je poskytována našimi techniky v regionu zdarma, část formou různých placených odborných posudků či studií firmou DEKPROJEKT s.r.o. V oboru stavební fyziky pro projektanty a architekty nejčastěji zpracováváme tepelně-technické posudky, hlukové studie a studie oslunění a denního osvětlení. Zatímco hlukové studie a studie osvětlení a oslunění se zpravidla týkají jen větších projektovaných budov, kde se s určitými náklady na pořízení v těchto studiích v ceně projektu počítá, tepelnou techniku je potřeba do určité míry řešit prakticky ve všech projektech, i těch nejmenších, například na rodinné domy. A právě u těchto menších projektů často projektant či architekt nemá v ceně moc velký prostor pro to, aby si nechal zpracovat nějaké komplexnější tepelně-technické posouzení projektu. Služeb specialistů pak využívá jen v omezeném rozsahu. Stále častěji si pak musí v lepším případě vystačit s vlastním tepelně-technickým posouzením, v horším případě neřeší tepelnou techniku vůbec. To s sebou samozřejmě nese vzhledem ke komplexnosti současných požadavků na tepelnou techniku řadu budoucích rizik. Projektovou dokumentaci může zpochybnit realizační firma a projektová dokumentace pak musí být často na náklady projektanta dopracována nebo dokonce hrozí určité poruchy na dokončené stavbě způsobené nevhodným řešením z hlediska tepelné techniky, kdy zodpovědnost za škody může jít za projektantem. V rámci naší technické podpory jsme se tedy rozhodli připravit cenově dostupnou sadu softwaru pro oblast tepelné techniky, která umožní i „tepelně-technickým laikům“ komplexně tepelně-technicky posoudit svůj projekt. První software z této sady – TEPELNÁ TECHNIKA 1D, spouštíme právě nyní. Aktuální informace naleznete na webových stránkách www.stavebni-fyzika.cz.

SOFTWARE PRO ENERGETIKU

Další specifickou oblastí našeho zájmu je energetika. Pro projektanty a architekty zpravidla zpracováváme do jejich projektů průkazy energetické náročnosti budovy. Dle zákona 406/2000 Sb. v aktuálním znění může průkaz energetické náročnosti budovy zpracovávat pouze osoba oprávněná Ministerstvem průmyslu a obchodu. Toto oprávnění může získat po odborném přezkoušení energetický auditor nebo ve smyslu zákona 360/1992 Sb. autorizovaný architekt, inženýr nebo technik. Oprávněných osob z řad projektantů a architektů zatím není mnoho, ale postupně těchto osob přibývá.

Na podzim roku 2012 byla vydána novela zákona 406/2000 Sb. o hospodaření energií, s účinností od 1. 1. 2013, a na ni navázala prováděcí vyhláška 78/2013 Sb., která vyšla na konci března roku 2013, s účinností od 1. 4. 2013. Již v roce 2012 bylo zřejmé, že tyto dva dokumenty zásadně změní náležitosti průkazů energetické náročnosti budov tak, že nebude možné pro jejich zpracování používat dosavadní výpočtové programy, ale bude potřeba vytvořit nové. Z tohoto důvodu jsme se rozhodli připravit aplikaci ENERGETIKA, která zpracování průkazů dle nové legislativy umožní. Tuto aplikaci jsme spustili již v den vydání nové vyhlášky, tedy 29. 3. 2013 na webu www.stavebni-fyzika.cz.

WEBOVÉ APLIKACE

Velký rozvoj technologií spojených s využíváním internetu v posledních letech nám umožnil veškeré programy koncipovat jako webové aplikace. Toto řešení přináší pro uživatele řadu výhod. Programy není potřeba na počítač žádným způsobem instalovat, stačí pouze spustit internetový prohlížeč a zadat adresu webu. Uživatel má zároveň jistotu, že je k dispozici vždy aktuální verze programu. Veškerá data je možné ukládat na zabezpečené serverové úložiště a mít je tak okamžitě k dispozici z jakéhokoliv počítače nebo jiného zařízení připojeného k internetu. Výhodou webových aplikací bude

bezesporu také rychlost výpočtů složitějších úloh. Výpočty budou probíhat na výkonném serveru, kterému se svou rychlostí nemohou osobní počítače rovnat.

NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM (NZÚ)

Aplikace ENERGETIKA a TEPELNÁ TECHNIKA 1D lze využít i pro výpočty pro program Nová zelená úsporám (NZÚ). Pro usnadnění práce budou přímo v aplikacích připraveny protokoly dle požadavků Státního fondu životního prostředí. Obě aplikace budou zároveň mezi sebou úzce propojeny, aby umožnily co nejrychlejší a neefektivnější zpracování posudků. Využívání aplikací pro účely NZÚ spouštíme v právě této době. Aktuální informace naleznete na webových stránkách www.stavebni-fyzika.cz.

HODINOVÝ KROK VÝPOČTU

Při tvorbě aplikace ENERGETIKA jsme se zaměřili na možnost provádět výpočty v hodinovém kroku (výpočet pro 8760 hodin v průběhu roku). Tento způsob výpočtu je výrazně přesnější, než doposud používané měsíční metody v obdobných programech a umožňuje velmi přesně zohlednit i nerovnoměrný provoz budovy a provést podrobnější analýzu spotřeby energie budovy. Nejvíce se pak rozdíl mezi měsíčním a hodinovým výpočtem projeví u chlazení budovy, kdy měsíční hodnocení může vést k nereálně nízké spotřebě. V současné době jsou primárně ve výpočtu využívána měsíční data, která jsou uvedena v TNI 73 0331 a data, která jsou vyžadována pro NZÚ.

PORUCHY NA BUDOVÁCH SPORTOVNÍHO AREÁLU

V MNOHA MĚSTECH A OBCÍCH DOCHÁZÍ K BUDOVÁNÍ VÍCEÚČELOVÝCH SPORTOVNÍCH HAL A ZAŘÍZENÍ. TENTO TYP OBJEKTŮ MÁ ČASTO NESTANDARDNÍ VNITŘNÍ PODMÍNKY (NAPŘ. VYŠŠÍ TEPLoty A VLHKOST V INTERIÉRU) A NESTANDARDNÍ KONSTRUKCE (VELKÉ ROZPONY). TO VEDE K VĚTŠÍM NÁROKŮM NA PRÁCI PROJEKTANTA PŘI NÁVRHU STAVBY A NA REALIZAČNÍ FIRMU PŘI REALIZACI STAVEB. CHYBY V NÁVRHU ČI REALIZACI ZPŮSOBUJÍ, VZHLEDEM K ROZMĚRŮM OBJEKTŮ PODOBNÉHO DRUHU, VELKÉ ŠKODY.



01

02



V letech 2009 až 2010 jsme v našem znaleckém ústavu řešili zatékání střechou do sportovní haly a do souvisejícího objektu s wellness provozem. V první části našeho článku se budeme věnovat problémům sportovní haly.

POPIS OBJEKTU

Jedná se o halový objekt /obr. 01/, jehož obvodové stěny jsou z ŽB

skeletu s vyzdívkou a střecha je nesená krovem z lepených vazníků /obr. 02/.

POPIS STŘECHY

Nosnou konstrukci tvoří dřevěné lepené vazníky, na kterých jsou umístěny samonosné kompletizované dřevěné panely s integrovaným tepelným izolantem, parozábranou i doplňkovou

hydroizolací. Princip střešního panelu je vyobrazen na /obr. 03/. Skladba střechy je uvedena v tabulce /01/.

POPIS PORUCH

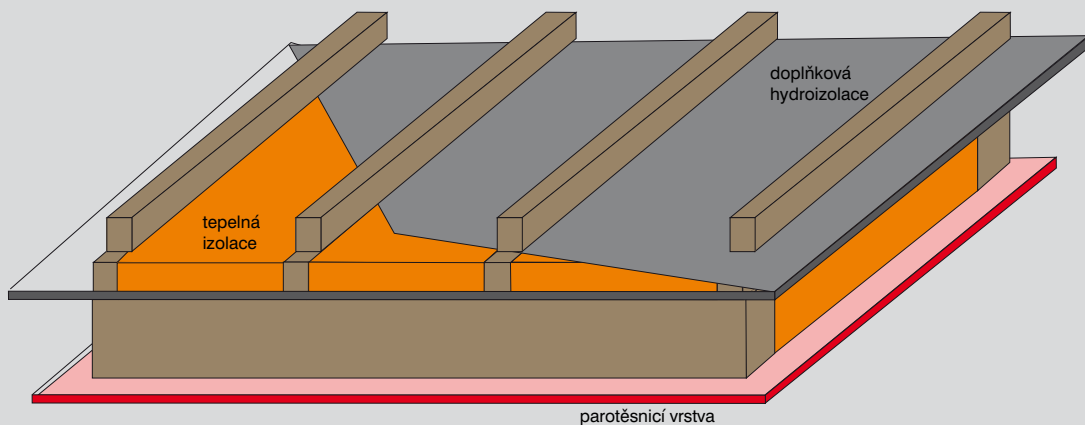
Během první zimy po dokončení stavby a zahájení provozu se začalo objevovat zatékání z pohledu haly. Voda kapala na podlahy tenisových kurtů /obr. 04/.

Tabulka 01 | Skladba střechy haly

Funkce	Výrobek	Tl. vrstvy d [mm]	Návrhová hodnota součinitele tepelné vodivosti λ_v [W/(m.K)]	Faktor difúzního odporu μ_d [-]
1 Podhled	dřevěný palubkový podhled	15	0,197	9
2 Uzavřená vzduchová vrstva + nosná konstrukce	vzduch + nosný rošt	20	0,328 ¹⁾	0,2
3 Parotěsnicí vrstva	PE fólie	0,2	0,350	2000 ²⁾
4 Tepelná izolace	minerální vlákna – Isover	200	0,040	1,5
5 Doplňková hydroizolace	mikroporézní difúzní fólie	0,25	0,390	100
6 Nosná konstrukce krytiny + větraná vzduchová vrstva	vzduch + kontralatě	40	-	-
7 Nosná konstrukce krytiny + větraná vzduchová vrstva	vzduch + latě	35	-	-
8 Skládaná krytina	velkoformátová plechová krytina MAXIDEK	1	-	-

¹⁾ Ekvivalentní hodnota součinitele tepelné vodivosti zohledňující materiály vrstvy
²⁾ Ekvivalentní hodnota pro běžnou realizaci – více viz kapitola „Parametry parozábrany ovlivněné způsobem montáže“ na str. 40

03





Generální dodavatel stavby povolal pracovníky našeho znaleckého ústavu, aby odhalili příčiny zatékání a navrhli způsob opravy. Pro zjištění příčin zatékání byly provedeny dva typy průzkumů. Byly provedeny lokální sondy z horní a spodní strany střešního pláště a současně bylo provedeno termovizní měření

střešního pláště za podtlaku – viz dále.

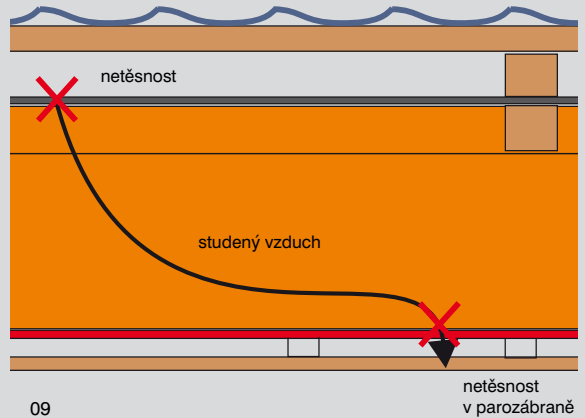
VÝSLEDKY PRŮZKUMU SONDAMI

Při lokálním průzkumu střechy z exteriéru byly zjištěny následující skutečnosti:

- Pod plechovou krytinou se objevuje voda (buď v důsledku netěsnosti krytiny, ale spíše v důsledku kondenzace na spodním povrchu plechové krytiny).
- Spojení doplňkové izolace z fólie mezi jednotlivými střešními panely je na některých místech nefunkční



- 05| Netěsnosti doplňkové izolace v místě styku čtyř panelů
- 06| Mezera mezi panely z exteriéru
- 07| Mezera mezi panely z interiéru a netěsnost v parozábraně
- 08| Netěsnosti parozábrany v místě styku dvou panelů



09

netěsnost
v parozábraně

(zvláště v místech styku čtyř panelů). Je to dáno i tím, že krajní kontralatě, které jsou součástí panelu, jsou tak blízko u spáry, že napojení vrstvy doplňkové izolace nebylo možné správně provést.

- Mezi jednotlivými panely v úrovni tepelněizolační vrstvy jsou mezery – tím vzniká ve skladbě střechy „tepelný most“.
- Systém odvětrání vrstvy pod plechovou krytinou je nefunkční.

Při lokálním průřezu střechy z interiéru byly zjištěny následující skutečnosti:

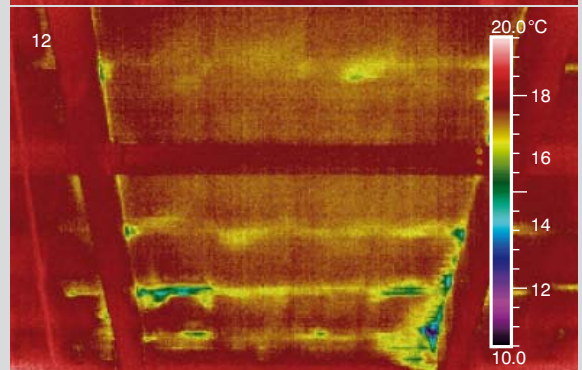
- V některých záhybech parozábrany z fólie je voda.
- Spojení parozábrany z fólie mezi jednotlivými střešními panely je na některých místech nefunkční (zvláště v místech styku čtyř panelů).

Dokumentace průřezu je na obr. /05 až 08/.

VÝSLEDKY TERMOVIZNÍHO MĚŘENÍ ZA PODTLAKU

Princip měření vychází z toho, že při vytvoření podtlaku v interiéru dochází případnými netěsnostmi v obálce k nasávání studeného vzduchu z exteriéru /obr. 09/. Porovnání termovizních snímků za běžného stavu a za podtlaku lokalizuje chladnější místa – tj. netěsnosti parozábrany /obr. 10 až 12/.

Měření prokázalo, že ve střešním plášti jsou netěsnosti. Změřením celé střechy byly tyto netěsnosti na spodním povrchu střechy (netěsnosti parozábrany) přesně lokalizovány.



SHRNUTÍ PŘÍČIN ZATĚKÁNÍ

Příčinou zatékání byla dle našeho názoru netěsnost parozábrany a doplňkové izolace střešního pláště. Vlhký teplý vzduch, který pronikal netěsnostmi v parozábraně, zkonduzoval na spodním povrchu plechové krytiny. Kondenzát poté ukápl zpátky na doplňkovou izolaci a jejími netěsnostmi pronikal do střechy a posléze vytekl netěsnou parozábranou do interiéru.

Dle našeho názoru byl jedním z hlavních důvodů nekvalitního spojení doplňkové izolace i parozábrany sám princip kompletizovaných střešních panelů. Tak, jak byly panely konstruovány, nedávaly šanci montážní firmě provést spolehlivé spojení vrstev. I mezery mezi panely byly dány montážní tolerancí a i při nejlepší vůli se tento problém nedal systémově řešit.

OPRAVA STŘECHY

Na základě zhodnocení příčin zatékání jsme společně

s investorem a generálním dodavatelem rozhodli o následujícím způsobu rekonstrukce střešního pláště.

Odstranit vrstvy:

- plechová krytina;
- laťování;
- doplňková izolace;

Poté provést celoplošně nové vrstvy:

- tepelná izolace ve dvou vrstvách;
- doplňková izolace s lepenými spoji;
- kontralatě vymežující dostatečnou větranou mezeru;
- laťování a původní krytina.

Tato část rekonstrukce střechy vyřeší tepelný most mezerou mezi panely. Nová doplňková izolace bude souvislá v celé ploše a bude bránit pronikání vody do střechy při případném zatečení krytinou při kondenzaci na spodku plechové krytiny.

Záběry z pokládky doplňkové izolace, laťování a krytiny jsou na obr. /13 a 14/.

CO ALE S NETĚSNOU PAROZÁBRANOU? JE NUTNÉ PROVÉST JEJÍ VÝMĚNU?

Tato výměna bude na rozdíl od výměny vrchních vrstev střechy technologicky velmi nepříjemná (použití vysokého věžového lešení v již hotovém interiéru). Nepříjemnosti nastanou i z hlediska provozního – oprava zvenku provoz v hale výrazně neomezí, ale oprava zevnitř provoz v hale uzavře (tj. pro investora nastane ekonomická ztráta). Proto jsme zvažovali a výpočtově hodnotili nutnost opravy parozábrany. Vzali jsme v úvahu, že:

- Střecha byla doplněna novou tepelnou izolací.
- V hale jsme změřili relativně příznivé parametry vnitřního prostředí (17 °C, 45 %).
- Stávající parozábrana plní částečně funkci, zvláště, pokud se podaří utěsnit největší netěsnosti.

Výpočty prokázaly, že při započtení nové skladby a změřených parametrů vnitřního prostředí, jsme schopni připustit



Tabulka 02 | Hodnocení střešní skladby

Parametr	Jednotka	Požadavek	Vnitřní prostředí 17°C, 45%	Vyhoví
Teplotní faktor (povrchová teplota) – extrém plísňě	[-] (°C)	> 0,764 (8,75)	0,958 (15,51)	+
Teplotní faktor (povrchová teplota) – extrém kondenzace	[-] (°C)	> 0,672 (5,51)	0,958 (15,51)	+
Součinitel prostupu tepla	[W/(m²K)]	< 0,24 (0,31)	0,17	+
Kondenzace	[-]	ANO/NE	NE	+
Bilance kondenzace	[-]	AKTIVNÍ	AKTIVNÍ	+
Množství zkondenzované vodní páry	[kg/(m².rok)]	< 0,10	0	+
Vlhkost ve větrané vzduch. mezeře	[%]	< 90	85	+
Teplotní faktor horního pláště	[-]	> 0,305	0,333	+
Dřevo průměr venku i uvnitř	[%]	< 18	11	+

difúzní odpor parozábrany ve výši 0,5% (více informací o započítávání funkčnosti parozábrany v kapitole „Parametry parozábrany ovlivněné způsobem montáže“ viz str. 40). Tj. pro správné fungování nové skladby střechy nám postačuje i nekvalitně udělaná parozábrana.

Vyhodnocení takto hodnocené střešní skladby ukazuje tab. /02/.

Pro větší spolehlivost řešení jsme se rozhodli využít přesné lokalizace netěsností parozábrany na základě provedeného termovizního měření za podtlaku a nechali jsme parozábranu lokálně opravit.

Následující dva roky jsme prováděli kontinuální měření parametrů vnitřního prostředí pod střechou a sledovali, zda nepřekračují hodnoty, které jsme zahrnuli do posouzení. Hodnoty teploty a vlhkosti během

sledovaného období nepřekročily „mezní hodnoty“.

Po dvou letech fungování haly jsme provedli průzkum stavu střechy. Zatékání se během sledovaného období neobjevilo a při měření vlhkosti dřeva a tepelné izolace střechy z interiéru nebyla změřena nadměrná vlhkost.





15

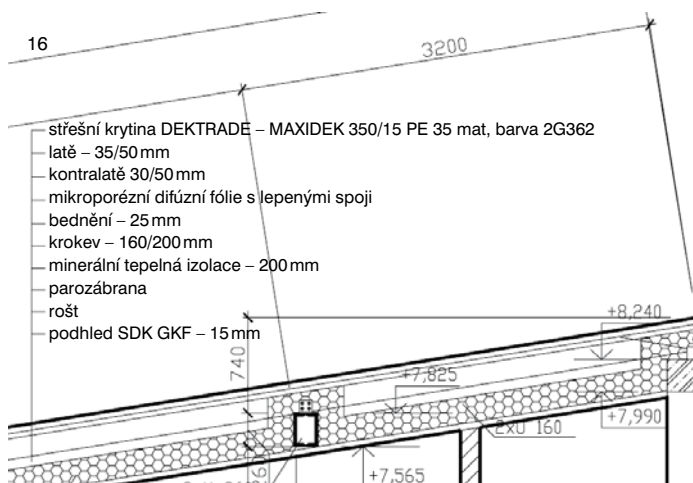
V druhé části našeho článku se budeme věnovat problémům wellness provozu.

POPIS OBJEKTU WELLNESS

Wellnes provoz /obr. 15/ je umístěn spolu s posilovnou v objektu s obvodovými stěnami z cihelného zdiva, popis skladby střechy viz následující odstavec.

POPIS SKLADBY STŘECHY

Střecha je nesena krovem s dřevěnými krokvemi a vaznicemi z ocelových profilů. Skladba celé střechy je uvedena v tabulce /03/ a na obr. /16/.



Funkce	Výrobek	Tl. vrstvy d [mm]	Návrhová hodnota součinitele tepelné vodivosti λ_v [W/(m.K)]	Faktor difúzního odporu μ_s [-]
1	Podhledová vrstva	sádkokarton	15	0,197
2	Uzavřená vzduchová vrstva + nosná konstrukce	vzduch + nosný rošt	50	0,328 ¹⁾
3	Parotěsnicí vrstvy	PE fólie	0,2	0,350
4	Tepelná izolace	minerální vlákna – Isover	200	0,040
5	Uzavřená vzduch. vrstva + krokve	vzduch + dřevo	200	1,026
6	Dřevo	dřevěné bednění	25	0,410
7	Doplňková hydroizolace	mikroporézní difúzní fólie	0,25	0,390
8	Nosná konstrukce krytiny + větraná vzduchová vrstva	vzduch + kontralatě	40	-
9	Nosná konstrukce krytiny + větraná vzduchová vrstva	vzduch + latě	35	-
10	Skládána krytina	velkoformátová plechová krytina MAXIDEK	1	-

¹⁾ Ekvivalentní hodnota součinitele tepelné vodivosti zohledňující materiály vrstvy

²⁾ Ekvivalentní hodnota pro běžnou realizaci – více viz kapitola „Parametry parozábrany ovlivněné způsobem montáže“ na str. 40

³⁾ Tyto vrstvy již nejsou v tepelnétechnickém výpočtu níže zohledněny – ve výpočtu jsou uvažovány vrstvy po větranou vzduchovou vrstvou, tedy vrstvy 1 až 7

POPIS PORUCH

Během první zimy po dokončení stavby a zahájení provozu se začalo objevovat masivní zatékání a vlhnutí konstrukcí pod stropem /obr. 17/.

V rámci průzkumu objektu jsme provedli sondy z exteriéru střechy a hlavně jsme se zaměřili na posouzení samotného návrhu skladby (vzhledem k náročnosti vnitřního prostředí pod střechou).

VÝSLEDKY PRŮZKUMU

Při lokálním průzkumu střechy z exteriéru bylo zjištěno následující:

- Pod plechovou krytinou se objevuje voda (v důsledku kondenzace na spodním povrchu plechové krytiny a případně i netěsnosti krytiny v některých detailech).
- V místě prostupů střechou (vývod vzduchotechniky) není doplňková izolace dotěsněna.
- Systém odvětrání vrstvy pod plechovou krytinou je nefunkční.

ZHODNOCENÍ NÁVRHU SKLADBY

Provedli jsme zhodnocení výše uvedeného návrhu skladby. Návrhové parametry vnitřního

vzduchu jsme použili dle ČSN 73 0540-3 pro wellness provoz (pro bazénové haly).

Návrhové parametry vnějšího vzduchu dle ČSN 73 0540-3 pro teplotní oblast 4 a pro nadmořskou výšku 800 m n. m.:

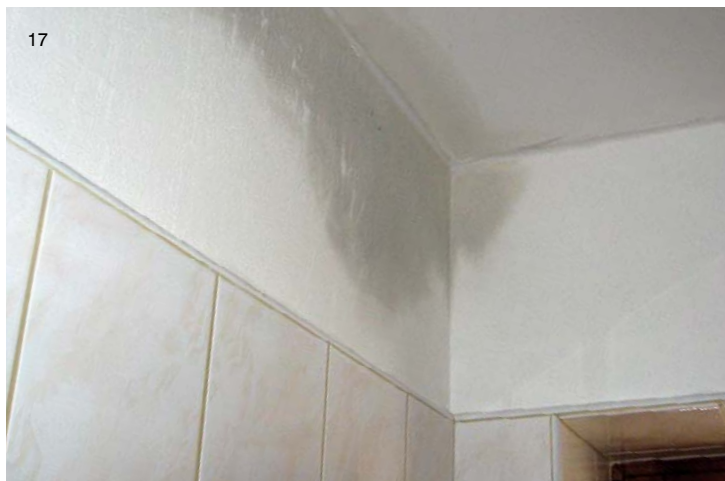
- návrhová teplota vnějšího vzduchu θ_e : -18 °C;
- návrhová relativní vlhkost vnějšího vzduchu ϕ_e : 85 %.

Návrhové parametry vnitřního vzduchu dle ČSN 73 0540-3 [3] pro wellness provoz (pro bazénové haly):

- návrhová teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai,u}$: 29 °C;
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\phi_{ei,u}$: 85 %;
- vlhkostní třída: V.

Posouzení dle požadavků ČSN je v tabulce /04/.

Původní skladba šikmé střechy výpočtově nevyhovuje v prostředí nad wellness z hlediska součinitele prostupu tepla, množství zkondenzované vodní páry, celkové bilance vlhkosti, vlhkosti dřeva a relativní vlhkosti ve větrané vzduchové vrstvě. Příčinou chybného návrhu byl pravděpodobně nesprávný způsob započítání parametrů parozábrany – viz následující kapitola.



17

Hodnota	Jednotka	Požadavek	26 °C / 85 % + 65 %	Hodnocení
Součinitel prostupu tepla	[W/(m ² K)]	< 0,14	0,18	!
Kondenzace	[-]	ANO/NE	ANO	
Bilance kondenzace	[-]	AKTIVNÍ	AKTIVNÍ	+
Množství zkondenzované vodní páry	[kg/(m ² .rok)]	< 0,10	2,4907	!
Vlhkost ve vzduch. mezeře extrém – kondenzace	[%]	< 100	100	!
Dřevo průměr venku i uvnitř	[%]	< 18	28	!
+ ... vyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2 ! ... nevyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2				

PARAMETRY PAROZÁBRANY OVLIVNĚNÉ ZPŮSOBEM MONTÁŽE

Při hodnocení skladby je třeba započítat správně parametry jednotlivých vrstev.

Velký zřetel je třeba brát na započítání parametrů parozábrany. Výrobci fólií pro parozábrany standardně udávají faktor difúzního odporu (tj. parametr, který popisuje těsnost materiálu vůči pronikání vzduchu) v ploše materiálu, tj. např. 100 000. Je ale třeba si uvědomit, že parozábrana musí být parotěsná jako „celá vrstva“. Co je nám platná úžasná těsnost (tj. vysoký faktor difúzního odporu) ve výseku plochy základního materiálů, když při montáži vznikají netěsnosti ve spojích a napojení na okolní konstrukce. S tímto faktem pracuje i často využívaný software TEPLO. V sekci zadávání parametrů jednotlivých vrstev

umožňuje uživateli započítat vliv způsobu zabudování parozábrany na celkovou hodnotu faktoru difúzního odporu.

V praxi našeho znaleckého ústavu počítáme s tím, že i při **pečlivém a kvalitním** zabudování parozábrany „zespodu“ je reálné dosáhnout pouze průměrně **10%** hodnoty faktoru difúzního odporu deklarované pro daný materiál. Při **běžném provedení** (spíše nekvalitním) pak může průměrná hodnota klesnout až na **2%** deklarovaného difúzního odporu.

Ještě horší je fakt, že v lehké skladbě netěsnosti vedou nejen ke snížení difúzního odporu, ale také k netěsnosti pro proudící vzduch, jejichž vliv ve výpočtu nelze postihnout.

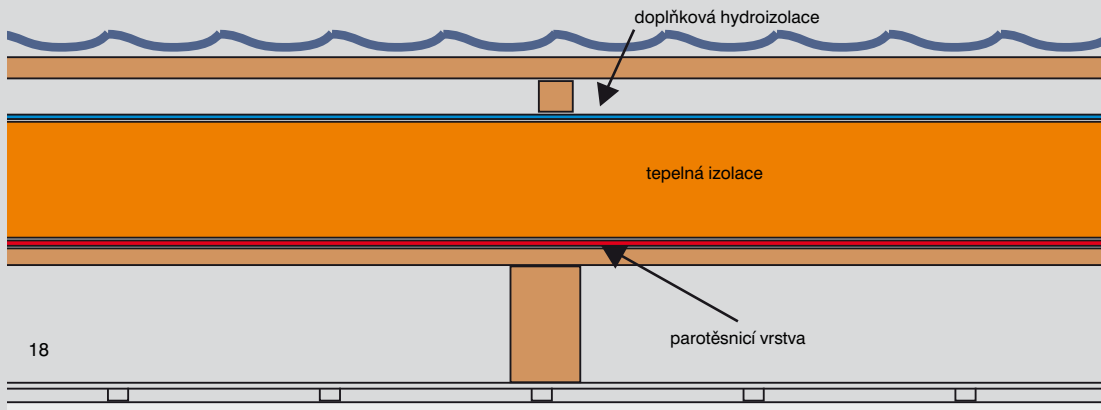
Způsob započítání parozábrany je závažné pochybení a vede k návrhům střešních skladeb, které jsou poté zatíženy nadměrnou kondenzací. Pro

ilustraci je níže provedeno posouzení střešní skladby nad řešeným wellness, ve kterém nebyl uvažován „vliv zabudování“ na parametry parozábrany a současně nebyly uvažovány specifické parametry interiéru. Takto posuzovaná skladba výpočtově vyhoví, ale jak ukázala realita, již po prvním roce se objevily vážné funkční problémy.

Zajištění vyššího procenta funkčnosti parozábrany je jeden z hlavních důvodů, které nás vedou k podpoře tzv. nadkroevních skladeb, při kterých se parozábrana aplikuje na rovný podklad „shora“ bez potřeby řešit některé složité detaily (např. ukončení na dělicích stěnách podkroví). Při tomto řešení s využitím samolepicích asfaltových pásů si troufáme počítat hodnotu průměrného difúzního faktoru až na 100% hodnoty uváděné pro materiál v ploše.

Tabulka 05 | Posouzení skladby bez započítání vlivu zabudování parozábrany a se standartními podmínkami interiéru

Hodnota	Jednotka	Požadavek	21 °C / 50 %	Hodnocení
Součinitel prostupu tepla	[W/(m ² K)]	< 0,24	0,18	+
Kondenzace	[-]	ANO/NE	ANO	
Bilance kondenzace	[-]	AKTIVNÍ	AKTIVNÍ	+
+ ... vyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2 ! ... nevyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2				



18

SHRNUTÍ

Příčinou zatékání do prostoru wellness byl dle našeho názoru špatný návrh střešní skladby z tepelněizolačního hlediska. Ve skladbě během roku kondenzovalo nadměrné množství vody, která pak vytékala ven.

Zatékání do střešní skladby bylo podpořeno ještě nedostatečným sklonem střechy a netěsnostmi v doplňkové izolaci, což vedlo k pronikání srážkové vody dovnitř.

OPRAVA STŘECHY

Princip opravy střechy spočíval v nahrazení stávající skladby střechy, která nad náročným prostorem těžko vyhoví, správně dimenzovanou skladbou tzv. „nadmakroevní střechy“. Princip této skladby je zachycen na obr. /18/. Hlavními výhodami této skladby jsou:

- princip montáže parozábrany (seshora, v ploše na pevný podklad);
- odstranění tepelných mostů skrz nosné prvky střechy.

Při rekonstrukci střechy /obr. 19 až 21/ byly tedy navrženy a zrealizovány následující práce:

Byly odstraněny následující vrstvy střechy z exteriéru:

- plechová krytina;
- laťování;
- doplňková izolace;
- lokálně bylo odstraněno bednění a vybrána tepelná izolace.

Poté bylo provedeno:

- doplnění bednění;
- souvrství z asfaltových pásů (jeden s hliníkovou vložkou) – pojistná a parotěsná vrstva;
- tepelněizolační desky

- DEKPIR TOP 022 tl. 80mm + DEKPIR TOP 022 tl. 80mm;
- doplňková hydroizolace – fólie s monolitickou funkční vrstvou;
- kontralatě + odvětrávaná mezera tl. 80 mm;
- velkoformátová plechová krytina MAXIDEK.

Nová skladba vyhověla posouzení dle ČSN /tab. 06/.

Po dvou letech fungování haly jsme provedli průzkum stavu střechy. Zatékání se během sledovaného období neobjevilo.

Tabulka 06| Posouzení nové skladby

Hodnota	Jednotka	Požadavek	26 °C / 85% + 65%	Hodnocení
Součinitel prostupu tepla	[W/(m²K)]	< 0,14	0,14	+
Kondenzace	[-]	ANO/NE	ANO	+
Bilance kondenzace	[-]	AKTIVNÍ	AKTIVNÍ	+
Množství z kondenzované vodní páry	[kg/(m².rok)]	< 0,10	0,0068	+
Vlhkost ve vzduch. mezeře extrém – kondenzace	[%]	< 100	72,6	+
Dřevo průměr venku i uvnitř	[%]	< 18	13	+
+ ... vyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2 ! ... nevyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2				



19



20



21

ZÁVĚR ZNALCE

Poruchy na sportovní hale ilustrují problematiku používání velkoplošných kompletizovaných panelů. Princip kompletizace sice urychluje montáž, ale přináší s sebou problém s napojením jednotlivých dílců. Napojení všech funkčních vrstev mezi jednotlivými dílci bývá technologicky nedotažené a prováděcí firmy nejsou schopné provést kvalitní napojení. V naší praxi se s poruchami způsobenými netěsnostmi mezi kompletizovanými panely často setkáváme.

Poruchy na wellness provozu ukazují na problematické fungování střech s mezikroevní izolací. Princip těchto střech vede ke komplikované montáži některých funkčních vrstev (např. parotěsnicí vrstvy). Princip skladby s sebou nese i riziko tepelných mostů přes nosné prvky střechy. Tato rizika jsou ještě zvýrazněna použitím skladby s „náročnými“ parametry interiéru. Při návrhu střešních skladeb zatím často dochází k pochybení při započítání správných parametrů parozábrany.

<Radim Mařík>
Znalecký ústav
ATELIER DEK

DEKTEN MULTI-PRO

Fólie lehkého typu určená pro vytvoření doplňkové hydroizolační vrstvy ve skladbách šikmých střeš. Nosnou vrstvou tvoří netkaná textilie na bázi polyesteru. Na ni je nanášena funkční vrstva difúzně propustného zátěru na bázi polyakrylátu. Fólie je v podélném přesahu opatřena samolepicím pruhem pro snadné slepení přesahů fólie. Fólie má zvýšenou odolnost proti UV záření.



DEK TEN[®] MULTI-PRO

DEKTEN PRO

Fólie lehkého typu určená pro vytvoření doplňkové hydroizolační vrstvy ve skladbách šikmých střeš. Fólie DEKTEN PRO je třívrstvá. Funkční vrstva je tvořena difúzně propustným filmem na bázi polyesteru. Na horní a spodní straně je fólie opatřena ochrannými vrstvami z netkané polypropylenové textilie.



DEK TEN[®] PRO

Podrobné informace k fóliím DEKTEN jsou uvedeny v technických listech na www.dektrade.cz.

NOVÉ BODOVÉ SVĚTLÍKY



DEKLIGHT[®] ACG

NOVÁ GENERACE SYSTÉMU BODOVÝCH SVĚTLÍKŮ

- patentovaný světlíkový systém z plastu, kompozitu a skla
- zcela nový design, funkčnost a parametry
- U_g od 0,63 W/m² K, U_w od 0,9 W/m² K
- pohodlnější a rychlejší instalace
- žádné vrtání kopulí, žádné praskliny, jen čisté zasklení a lepší parametry
- kopulové nebo skleněné výplně pro náročné aplikace
- tradiční česká výroba s vlastním vývojem