

MARTIN JIRÁNEK

OPATŘENÍ PROTI RADONU VE STÁVAJÍCÍCH BUDOVÁCH

Příručka je určena pro vlastníky a uživatele domů, v nichž byla zjištěna mírně zvýšená koncentrace radonu a jeho produktů přeměny (tzv. ekvivalentní objemová aktivita v rozmezí do 300 Bq/m³). Uvádí základní informace o radonu a o opatřeních vedoucích ke snížení koncentrace pod směrné hodnoty. Publikace je psána tak, aby si vlastníci mohli většinu opatření zrealizovat svépomocí.

VZNIK RADONU A JEHO ZDRAVOTNÍ RIZIKA

Jak je známo, radon je přírodní radioaktivní plyn, který vzniká přeměnou uranu obsaženého v zemské kůře. Uran se samovolně přeměňuje na rádium, to na radon, který se dále s poločasem 3,8 dne přeměňuje na atomy pevných prvků ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi a ^{214}Po a celý řetězec je zakončen neradioaktivním olovem ^{206}Pb .

Pro člověka není nebezpečný ani tak samotný radon, jako jeho produkty přeměny, které jsou po vdechnutí zachyceny v průduškách a plicích a způsobují jejich ozáření. Toto ozařování bývá považováno za jednu z příčin vzniku rakoviny plic. Jedná se však o dlouhodobou záležitost, neboť k vyvolání nemoci dochází zpravidla až po několika desítkách letech pobytu v domě se zvýšenou koncentrací produktů přeměny radonu. Obecně platí, že čím je koncentrace vyšší a čím déle v ní člověk pobývá, tím je riziko vyšší.

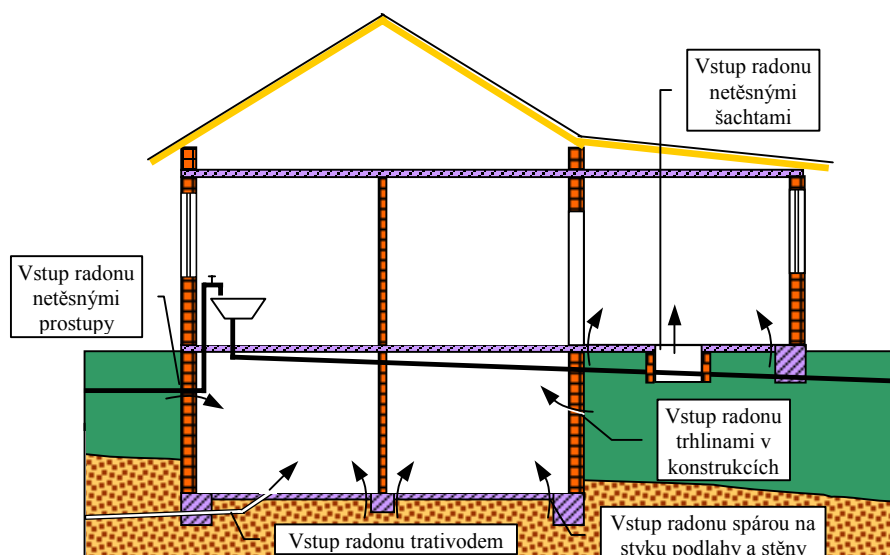
Aby se riziko vzniku rakoviny plic snížilo na rozumnou míru, omezuje vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 184/97 Sb. koncentraci produktů přeměny radonu v obytných místnostech tzv. směrnými hodnotami, které jsou 100 Bq/m^3 pro nové stavby a 200 Bq/m^3 pro stávající stavby.

ZDROJE RADONU V DOMECH

Ve většině případů bývá hlavním a nejzávažnějším zdrojem radonu v budovách podloží. Radon je totiž součástí půdních plynů vyplňujících póry zemin a jeho koncentrace v podloží se běžně pohybuje v rozmezí 10 až 100 kBq/m^3 . Z podloží se radon uvolňuje do atmosféry, kde v důsledku silného naředění klesá jeho koncentrace na pouhé jednotky, maximálně desítky Bq/m^3 . Obdobně proniká skrz kontaktní konstrukce do domů postavených tradičním způsobem. Koncentrace radonu uvnitř se v závislosti na těsnosti kontaktní konstrukce a na násobnosti výměny vzduchu mezi interiérem a exteriérem běžně pohybuje od stovek po tisíce Bq/m^3 . Do domů neproniká radon z podloží jen pouhou difúzí, ale v propustných zeminách je navíc také aktivně nasáván v důsledku podtlaku v nejnižších podlažích domu, který je zde vyvolán komínovým efektem a účinkem větru.

Těsnost kontaktní konstrukce závisí na použitém stavebním materiálu, technologii a kvalitě provedení a konečně na množství poruch vzniklých po dobu užívání. Pro radon zcela prodyšné jsou prkenné podlahy na škvárovém podsypu nebo suché dlažby kladené přímo do zeminy. Malou zábranu představují rovněž popraskané a drolící se betony bez hydroizolace. Naproti tomu kvalitní hutné betony a neporušené cihelné suterénní stěny dokáží transport radonu efektivně snížit. Je-li navíc kontaktní konstrukce opatřena funkční hydroizolací, lze očekávat ještě další snížení. Bariérový efekt kvalitních kontaktních konstrukcí však může být zcela vyeliminován lokálními poruchami těsnosti, mezi něž patří (obr. 1):

- trhliny a praskliny v podlahách a suterénních stěnách,
- netěsnosti kolem prostupů instalačních vedení,
- netěsné revizní, vodoměrné a jiné šachty,
- trativody bez zápachové uzavírky a vsakovací jímky.



Obr. 1. Nejčastější vstupní cesty radonu do domu

Transport radonu těmito netěsnostmi zpravidla řádově převyšuje transport neporušenou konstrukcí. Výsledná koncentrace radonu v domě, kde je zdrojem podloží, závisí tedy na celkové ploše netěsností, koncentraci radonu v podloží, propustnosti podloží a výměně vzduchu.

Vzhledem k tomu, že všechny stavební materiály mají svůj původ v podloží (písky, šterky, cihlářské jíly a hlíny, popílky, struska atd.) a obsahují tudíž určité množství rádia, může být v některých objektech příčinou zvýšené koncentrace radonu i stavební materiál. Stalo se tak v domech, k jejichž stavbě byly v minulosti použity odpady z těžby a zpracování uranových rud (Jáchymov), panely z rynholeckého škvárobetonu a tvárnice z poříčského plynosilikátu. Až na Jáchymov se však většinou nejednalo o významné překročení směrných hodnot. V současné době je radioaktivita všech stavebních materiálů dodávaných na náš trh pod pravidelnou kontrolou Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, která zajišťuje, že prodávané výrobky jsou z hlediska radonu bezpečné.

Jako třetí zdroj radonu se uvádí voda dodávaná do objektů. Dle našich zkušeností se však jedná o nejméně významný zdroj, neboť radon se z vody uvolňuje jen v době její spotřeby, tj. při praní, mytí, sprchování atd. Ke zvýšení interiérové koncentrace tak může docházet jen v koupelnách a kuchyních, které bývají intenzivněji větrány, takže se radon brzy odvětrá, čímž nedochází k překročení směrných hodnot. Veřejné vodovody jsou opět pod pravidelnou kontrolou, pozornost by si tedy měly zasloužit individuální studny, v nichž si obsah radonu musí nechat změřit majitelé sami.

JAK ZJISTIT KONCENTRACI RADONU V DOMĚ

Protože radon nelze vnímat lidskými smysly, je měření jedinou možností, jak věrohodně zjistit koncentraci radonu v domě. Zde je nutno upozornit, že měřicí činnost nemůže vykonávat každý, ale pouze osoba vlastníci osvědčení od Státního úřadu pro jadernou bezpečnost. Ve vlastním zájmu by toto osvědčení měly vyžadovat všichni zájemci o měření.

Další úskalí spočívá v tom, že se měřit může buď koncentrace samotného radonu (nazývaná též jako objemová aktivita radonu a označovaná OAR) nebo koncentrace produktů přeměny radonu (nazývaná též jako ekvivalentní objemová aktivita radonu a označovaná EOAR). Mezi

těmito dvěma veličinami platí následující vztah $EOAR = 0,4 \cdot OAR$, neboli koncentrace radonu je 2,5 krát větší než koncentrace produktů přeměny radonu. Připomeňme si, že směrné hodnoty jsou vyjádřeny v koncentracích produktů přeměny, a proto než s nimi začneme porovnávat koncentrace naměřené v domě, musíme se přesvědčit, zda jsou udány v EOAR.

Vzhledem k tomu, že koncentrace radonu v domě není konstantní, ale mění se v průběhu roku i během jednotlivého dne tak, jak se mění podtlak v tomto domě, musí seriózní měření probíhat po delší časový interval. Je-li potřeba rychle rozhodnout o úrovni koncentrace radonu (např. pro potřeby stavebního či kolaudačního řízení), je minimální uznávaná délka měření jeden týden. Tímto krátkodobým měřením, jehož cena pro rodinný dům se pohybuje do 3000,- Kč, se v současnosti zabývá celá řada soukromých firem. V případě, že na výsledek nespěcháme, doporučuje se provést měření tzv. stopovými detektory, které se v domě osadí na dobu jednoho roku. Toto měření, které je podstatně levnější, neboť 1 stopový detektor vyjde na cca 150,- Kč, organizuje Státní ústav radiační ochrany a Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Detektory lze objednat u těchto institucí nebo na příslušném okresním úřadě.

Ukáží-li výše uvedená měření, že koncentrace produktů přeměny radonu v domě převyšuje směrné hodnoty uvedené ve vyhlášce Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 184/97 Sb., měly by být v závislosti na výši překročení provedeny odpovídající stavební úpravy. Nezbytným podkladem pro projekci těchto úprav je tzv. radonová diagnostika, což je celý soubor měření, jejichž úkolem je identifikovat zdroje a vstupní cesty radonu do domu. Rovněž k provádění radonové diagnostiky musí být vydáno osvědčení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost.

Seznam firem vlastnicích všechna osvědčení potřebná pro měřicí činnost v oblasti radonu je k dispozici na SÚJB nebo na internetových stránkách www.sujb.cz. Přehled o firmách působících v daném okrese má i příslušný okresní úřad.

PRINCIPY OCHRANY PROTI RADONU NEPŘEKRAČUJE-LI EOAR 300 Bq/m³

V domech, kde v jednotlivých pobytových místnostech nepřekračuje EOAR 300 Bq/m³, dochází pouze k mírnému překročení směrné hodnoty, a proto zpravidla není důvod k nijak razantním zásahům do stávající konstrukce. Primárně se volí opatření jednoduchá, rychle a snadno realizovatelná, která se co nejméně dotýkají stavební konstrukce a při jejichž provádění nedochází k výraznému omezení provozu v domě. Současně se většinou jedná o opatření poměrně levná, která si postupně může provádět vlastník domu sám. Mezi tato opatření patří (obr. 2):

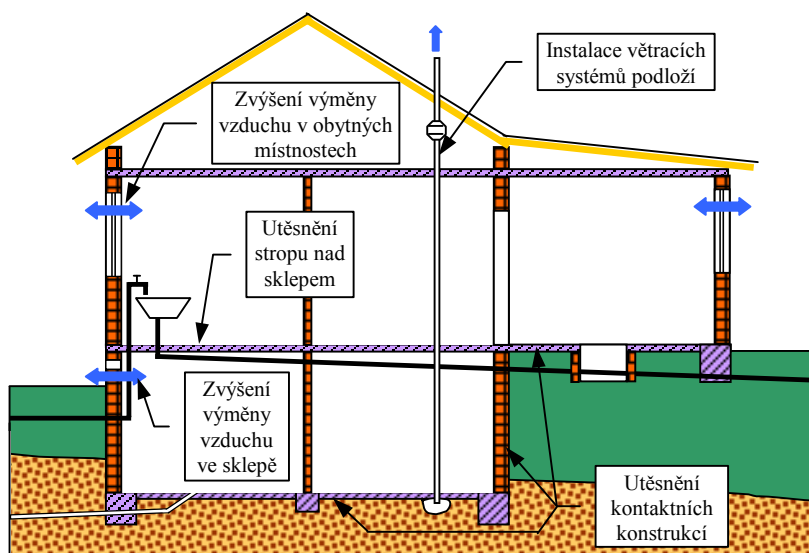
- zvýšení těsnosti kontaktních konstrukcí utěsněním trhlin, prostupů, trativodů, atd.
- zabránění transportu radonu ze sklepních prostor s nepobytovými místnostmi do vyšších podlaží,
- zvýšení výměny vzduchu v neobytných sklepech a v ostatních prostorech pod 1. nadzemním podlažím, uskutečňuje-li se přes ně transport radonu,
- zvýšení výměny vzduchu v obytných místnostech, v nichž je stávající výměna pod hodnotou 0,3 h⁻¹,
- odvětrání radonu z podloží pod stávajícím domem bez výměny podlahové konstrukce.

Druh a rozsah protiradonových opatření volíme podle typu domu (podsklepený, nepodsklepený), jeho stavebně technického stavu (typ a těsnost kontaktních konstrukcí) a dispozičního řešení a podle výsledků radonové diagnostiky.

Kromě posledně jmenovaného opatření ve výše uvedeném výčtu se jedná o úpravy, které samy o

sobě nebývají nijak vysoce účinné, neboť dokáží snížit EOAR o 30 %, maximálně 50 %. Proto je většinou používáme ve vzájemné kombinaci v závislosti na typu domu. U podsklepených budov obvykle utěsníme kontaktní konstrukce, zvýšíme výměnu vzduchu ve sklepě a zamezíme transportu radonu ze sklepa do vyšších podlaží. U nepodsklepených objektů utěsníme kontaktní konstrukce, zvýšíme výměnu vzduchu v obytných místnostech a případně instalujeme větrací systém podlaží.

Podrobné návody, jak postupovat při instalaci jednotlivých opatření, jsou uvedeny v následujících kapitolách.



Obr. 2. Principy protiradonových opatření

TĚSNĚNÍ KONSTRUKCÍ V KONTAKTU S PODLOŽÍM

Jak již bylo uvedeno výše, bývají nejdůležitější cestou transportu radonu z podlaží do objektu všechny netěsnosti v základových konstrukcích a suterénních stěnách, tj. trhliny, prostupy instalačních vedení, otvory do zeminy, trativody bez zápachové uzavírky, vsakovací jímky, studánky atd. Princip utěšňovacích technik je založen na předpokladu, že podaří-li se nám utěsnit všechny výše popsané transportní cesty, sníží se významně množství radonu vstupujícího do domu a v důsledku toho se výsledná koncentrace v interiéru sníží.

Ve skutečnosti však účinnost opatření spočívajících v těsnění jednotlivých vstupních cest nebývá nijak vysoká, v průměru se takto podaří snížit koncentraci na 2/3 až maximálně na jednu polovinu. Za příčinu bývá označována skutečnost, že se v reálném domě jen velmi obtížně daří objevit všechny trhliny a další netěsnosti, neboť řada z nich bývá ukryta pod finálními povrchovými úpravami jako jsou podlahové lišty kolem stěn, nebo jsou nepřístupné za zabudovanými spotřebiči, kuchyňskými linkami, atd. Určitou část neúspěchu lze přičíst i nevhodné volbě těsnících prostředků či jejich špatné aplikaci.

Na druhé straně bývá těsnění netěsností považováno za prvotní opatření, které by mělo být realizováno v domech, kde EOAR nepřevyšuje 300 Bq/m³, neboť je poměrně snadno realizovatelné, téměř neovlivňuje provoz v objektu a s jeho instalací si poradí téměř každý majitel domu. Pořizovací cena je minimální a těsnící materiály jsou dostupné v běžné obchodní síti.

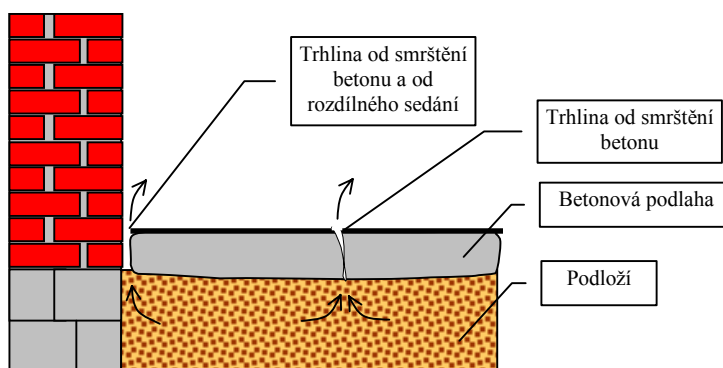
Utěšňování prostupů a trhlin je určeno pro podlahové konstrukce z betonu a pro suterénní stěny. Není vhodné pro prkenné podlahy spočívající přímo na podloží a pro dlažby různého druhu (cihelné, kamenné, betonové atd.) kladené na sucho do písku, škváry nebo přímo do zeminy. Tyto podlahové konstrukce jsou totiž vzhledem k množství spár mezi prkny či dlaždicemi netěsné v celé své ploše. Je-li nutné takovéto podlahy utěsnit, lze tak učinit pouze jejich nahrazením podlahou betonovou s příslušnými izolačními vrstvami. V žádném případě nedoporučujeme překrývat prkenné podlahy neprodyšnými vrstvami jako jsou PVC a PE fólie, neboť takovéto úpravy zpravidla končí napadením podlahy dřevokaznými houbami a hnilobou.

Těsnění trhlin

Dříve než se pustíme do utěšňování, je nezbytné určit typ konstrukce, v níž se nachází trhliny, její stavebně technický stav a vztah k celkovému konstrukčnímu systému budovy. Další pozornost musí být věnována umístění, šířce a směru trhlin. Výsledkem tohoto šetření by mělo být zařazení trhliny do kategorie pasivních, resp. aktivních trhlin.

Pasivní trhliny jsou takové, u nichž není pravděpodobné, že by se někdy v budoucnu dále šířily či rozevíraly. Aktivní trhliny mohou naopak v čase vykazovat další šíření a rozevírání v důsledku toho, že ve spáře dochází k různým pohybům např. z důvodu dynamického zatížení, objemových změn od teploty nebo vlhkosti, kolísání hladiny podzemní vody, pohybu podloží (vysychání a bobtnání jílovitých zemin) atd. Tato klasifikace je důležitá z hlediska použití vhodných materiálů k sanaci trhlin, tj. tuhých pro pasivní a pružných pro aktivní trhliny. Zpravidla každý majitel, který alespoň několik let obývá sanovaný dům, dokáže určit, která trhlina je aktivní a která pasivní. Tam, kde máme pochybnosti, umístíme přes trhlinu sádrový pásek. Protože je sádra po vytvrzení křehká, vlivem pohybů v trhlíně by praskla. Počkat však musíme alespoň půl roku (lépe celý 1 rok).

Klasický případ aktivní trhliny je trhlina na styku betonové podlahy a ohraničujících stěn (obr. 3). Tato trhlina zde vzniká jednak v důsledku smrštění betonu položeného mezi stěny a jednak od rozdílného sedání vlastní podlahy a stěn přenášejících zatížení z celé budovy. Přestože smršťovací trhliny vznikají pouze v době vysychání a tvrdnutí betonové směsi a trhliny od rozdílného



Obr. 3. Výskyt trhlin v betonových podlahách

sedání v průběhu několika málo let od realizace stavby, považujeme tento typ trhlin za aktivní, neboť v nich může docházet neustále k drobným pohybům. Ty jsou většinou způsobeny objemovými změnami podloží od měnící se vlhkosti a teploty, které se přenášejí do konstrukce v důsledku obvykle malé hloubky založení starších staveb. Trhlina bývá často skryta pod omítkou nebo podlahovou lištou.

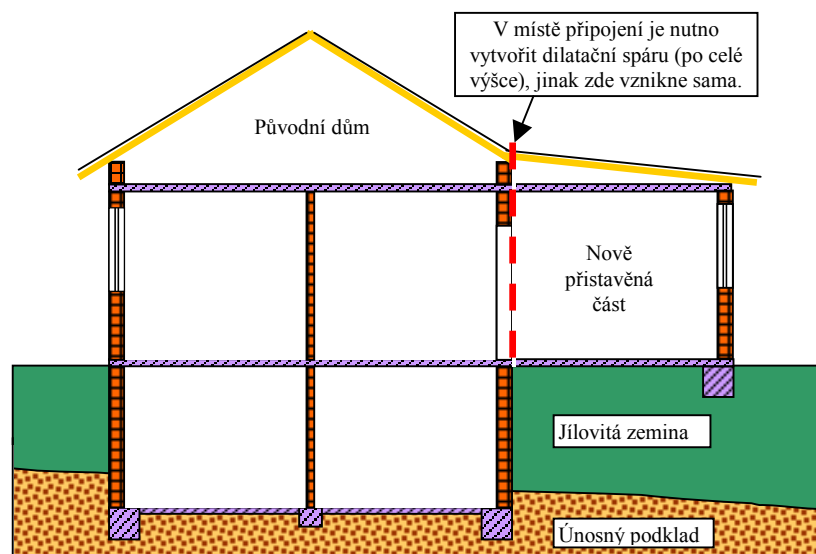
S aktivní trhlínou se můžeme setkat i na styku přístavby s původním domem (obr. 4) a to zejména tehdy, mají-li obě části jinou hloubku založení. Například původní objekt je podsklepen a přístavba nepodsklepena, nebo má původní objekt mělké základy, zatímco přístavba hlubší. Trhlina vzniká také tehdy, jsou-li základy pod každou částí zbudovány z

jiných materiálů (základ pod původní částí je z kamenů pojených zvětralou maltou a základ pod přístavbou je betonový) nebo když jsou obě části založeny v jiných druzích zemin. Tento typ trhlin prochází obvykle všemi konstrukcemi, tj. jak podlahami, tak stěnami po celé výšce styku obou částí.

Trhliny, které objevíme v ploše betonové podlahy, mohou být způsobeny rozdílným sedáním i smrštěním betonu. Často vznikají i v místech, kde došlo k přestávce v betonáži a bylo v ní pokračováno až další den.

Tam, kde byly použity nekvalitní a tenké betony na nedokonale zhuštění podloží nebo na podloží náchylném k objemovým změnám, může být betonová podlaha porušena

velkým množstvím trhlin. Je velmi nepravděpodobné, že by se nám takovouto podlahu podařilo utěsnit tak, že bychom postupovali od jedné trhliny ke druhé. V tomto případě doporučujeme zvážit celoplošný způsob těsnění (viz níže) nebo výměnu stávající podlahy za novou.



Obr. 4. Příklad aktivní spáry na styku původního domu a přístavby, kdy každá část je založena v jiných zeminách

Sanace pasivních trhlin

Praskliny je třeba nejprve na povrchu rozšířit tak, aby výplňový tmel do nich mohl lépe zatéci. K tomu použijeme buď ostrý tenký majzlík, jímž trhlínu z vrchu proškrábneme nebo ji můžeme i proříznout rozbrušovačkou. Poté trhlínu pečlivě očistíme od prachu a volných částic, nejlépe vysavačem.

Tradiční těsnicí technologií je vyspravení cementovou maltou. Šířka trhliny v tomto případě musí být větší asi 3 krát až 4 krát než je největší rozměr zrna malty. Tento postup je tedy vhodný pro širší trhlíny. Velmi široké trhlíny a otvory lze přímo vyspravovat betonem z drobného kameniva. Aby se omezilo smršťování musí betonová směs obsahovat co možná nejmenší množství vody a zároveň je nutno velkou pozornost věnovat ošetřování povrchu nového betonu za účelem zabránění předčasnému vyschnutí.

Pro zlepšení zpracovatelnosti cementové malty, zvýšení přilnavosti k povrchu trhliny a omezení projevů smršťování se do cementové báze přidávají epoxydové nebo syntetické pryskyřice či syntetické latexy. Množství přidávané polymerní látky závisí na požadovaných vlastnostech výsledné hmoty. Pro zajištění stabilní kvality a z důvodu jednoduchosti aplikace dodávají výrobci na trh pod různými obchodními názvy již předem odměřená množství obou složek - složky práškovité (směs cementu s pískem v poměru obvykle 1:4 až 1:6 a případně i s dalšími přísadami) a složky tekuté. Jedná se tedy o dvoukomponentní hmoty, které lze pořídit i v malých 2 až 5 kg baleních nejčastěji v obchodech se stavebninami nebo v supermarketech typu „vše pro dům a zahradu“.

Materiály na bázi epoxydových pryskyřic tuhnou i ve vlhkém prostředí, vyznačují se vysokou přilnavostí i k vlhkému betonu, vykazují nízké smrštění a mají vysokou pevnost. Směsi s polyesterovými pryskyřicemi jsou levnější, ovšem hůře tuhnou ve vlhku. Také ony dosahují vysokých pevností, a proto mohou být spolu s epoxydovými pryskyřicemi používány vskutku jen na pasivní trhliny, v nichž nedochází k žádným pohybům.

Směsi obsahující syntetické latexy, což jsou většinou mléčně bílé tekutiny, jako styren-butadien, akryláty, polyvinylacetáty a jejich kopolymery jsou opět levnější než směsi na bázi polyesterových pryskyřic, ale mají značně nižší pevnost a v prostředích trvale vlhkých mohou ztrácet přilnavost. Nižší pevnost však může být i výhodou, neboť výsledná polymercementová hmota je do určité míry elastická, takže by měla být schopna přenést i případné drobné pohyby v trhlinách.

Velmi tenké trhliny, u nichž nelze použít cementové ani polymercementové směsi, lze vyspravit přímo samotnými epoxydovými nebo polyesterovými pryskyřicemi, které jsou schopny penetrovat i do velmi úzkých trhlin, řádově 0,01 mm. Vyzkoušet můžeme i polyuretanové nebo epoxydové nátěry.

Sanace aktivních trhlin

K těmto trhlinám musíme přistupovat tak, aby i po jejich sanaci byly schopny přenést předpokládaný pohyb, aniž by při tom došlo k poruše tmelu. I pro tento druh je k dispozici celá řada těsnících materiálů. Jejich použití závisí většinou na druhu a velikosti pohybu, který musí umožnit, na vhodnosti jejich aplikace v interiéru (přihlíží se k oděrovým vlastnostem, hygienické nezávadnosti, vzhledu atd.) a na možnosti dalších povrchových úprav. Tyto požadavky většinou vylučují ze hry mastixy (viskózní kapaliny na bázi nevysychavých olejů nebo asfaltů) a termoplasty (asfalty, gumoasfalty a látky na bázi smůly nebo dehtu). Pro použití v interiérech se jeví jako nejvýhodnější elastomery, což je skupina zahrnující celou řadu materiálů, z nichž se ve stavebnictví nejčastěji používají polyuretany, silikony a akryláty. Ve srovnání s ostatními tmely mají mnoho předností, např. před aplikací nemusí být zahřívány, mají výbornou přilnavost k betonu, neměkknou (v rozsahu běžných teplot) a vyznačují se velkou roztažností.

Akrylátové tmely - jedná se o jednosložkové elastické nebo plastoelastické tmely pro vnější i vnitřní použití, které jsou vhodné k utěsnění spár, v nichž dochází k pohybům až do 15 % původní šíře spáry. K zaschnutí povrchu dochází po 10 až 15 minutách, po jedné hodině bývají přetíratelné běžnými nátěrovými hmotami. Rychlost vytvrzování se pohybuje kolem 1 mm za 24 hodin. Dodávají se v kartuších po 310 ml, z nichž se vytlačují pomocí speciálních aplikačních pistolí (obr. 5). Tyto tmely nemají škodlivé účinky na zdravou pokožku.

Silikonové tmely - jednosložkové trvale elastické tmely pro vnější i vnitřní použití, které jsou vhodné k utěsnění spár, v nichž dochází k pohybům běžně do 25 % (u některých profesionálních výrobků až do 50 %) původní šíře spáry, ale jsou dražší než tmely akrylátové. Pro aplikace ve stavebnictví na pórézní a alkalické materiály jsou vhodné jen neutrální, nízkomodulové typy. K zaschnutí povrchu dochází po 10 až 20 minutách, ale nejsou přetíratelné. Rychlost vytvrzování se pohybuje kolem 2 až 3 mm za 24 hodin. Dodávají se ve stejných baleních jako tmely akrylátové. Tyto tmely by se měly používat jen na dobře větraných místech, neztvrdlá silikonová pryž může dráždit pokožku.

Polyuretany - ve stavebnictví se používají buď ve formě trvale elastické těsnící hmoty dodávané jako předchozí typy tmelů v 310 ml kartuších nebo častěji ve formě jednosložkových montážních pěn, které se na vzduchu rychle rozpínají až na padesátinásobek svého původního objemu. Pěna bývá nelepivá po cca 10 minutách a k plnému vytvrzení

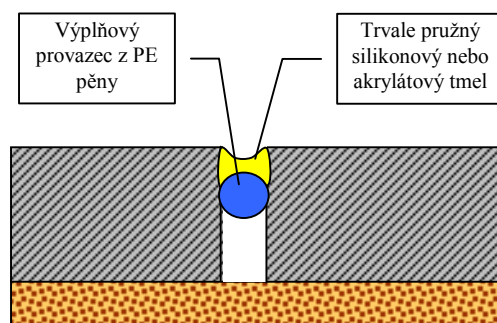
dochází po cca 90 minutách. Po vytvrzení vzniká trvanlivá pevná pružná pěnová struktura, která je vodotěsná, odolává hnilobě, avšak je nutno ji chránit před slunečním světlem. Povrch lze krájet, řezat, brousit, natírat i omítat. Hlavní použití se soustřeďuje na opravy cihlového zdiva nebo betonů v místech, kudy bylo vedeno potrubí a jako výplň dutin, prasklin a otvorů. Pěna se dodává v 500 ml až 750 ml dózách pod stálým tlakem s bezfreonovým hnacím plynem. Pěna smí být používána jen na dobře větraných místech, uvolňující se výpary jsou výbušné a hořlavé, dráždí oči a dýchací systém. Při práci je nutno používat vhodné rukavice, aby se zabránilo styku pěny s pokožkou.



Obr. 5. Různé druhy akrylových a silikonových tmelů a aplikační pistole

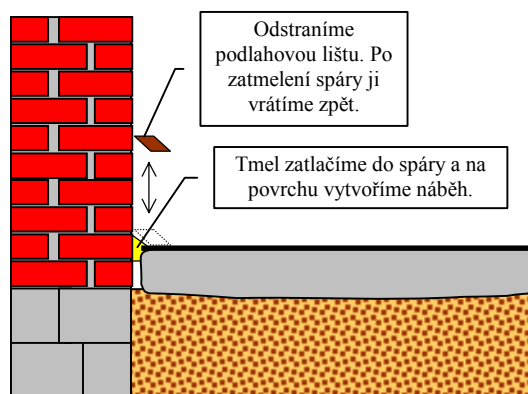
Při práci s výše uvedenými tmely postupujte přesně podle návodu výrobce, neboť aplikační zásady se mohou v jednotlivých detailech lišit. To se týká zejména použití podkladních, primérních nátěrů (některé tmely je potřebují, jiné nikoliv). Obecně se však vyžaduje, aby povrchy pro nanášení tmelů byly suché, čisté, pevné a bez námrazy. Spára se musí odmastit (lze použít např. následující odmašťovací prostředky: metylalkohol, aceton, perchloretylen), zbavit prachu a špíny (nejlépe pomocí vysavače), starých tmelů a jiných nečistot, které by mohly zhoršit přilnavost.

Důležitá je rovněž úprava spáry. U spár o šíři do 6 mm bychom se měli snažit zachovat poměr mezi šířkou a hloubkou 1:1, s rostoucí šířkou spáry se tento poměr zvětšuje a od šířky spáry 12 mm až 15 mm by měl být poměr šířky a hloubky 2:1. Maximální šíře spáry, na kterou lze tyto tmely použít, je 25 až 30 mm. Širší spáry musí být nejprve zúženy např. pomocí polymercementových hmot. U všech spár širších jak 6 mm se vyžaduje, aby byl tmel přichycen pouze k protilehlým povrchům ohraničujícím spáru a ne i k výplni spáry, což by mohlo vést k popraskání tmelu. Proto se do takovýchto spár vkládá provazec z polyetylenové pěny, ke které tmel nepřilne (obr. 6.). Tímto provazcem se také vymezí budoucí hloubka spáry.



Obr. 6. Tmelení širších aktivních spár

U rohových spár na styku podlahy a stěny se doporučuje počítat alespoň se 6 mm tmelu na každém z podkladů. Aby se dosáhlo důkladného kontaktu mezi tmelem a podkladem, je třeba tmel do spáry zatlačit a povrch spáry do 5 minut po aplikaci uhladit (obr. 7). Tuto spáru však tmelíme až po odstranění podlahových lišt. Je-li na podkladním betonu umístěna lehká plovoucí podlaha z dřevotřískových nebo jiným obdobných desek, obnažíme povrch betonu vyjmutím pružného těsnění ze spáry probíhající po obvodě podlahy. Toto zvukoizolační těsnění, které bývá tvořeno minerálními či skleněnými vlákny nebo polystyrenem, po zatmelení spáry opět nezapomeneme vložit na své místo. U podlah laminátových je důležité, aby i po zatmelení rohové spáry zůstala po jejich obvodě mezera o minimální šířce předepsané výrobcem podlah.



Obr. 7. Tmelení spáry na styku podlahy a stěny

Výše uvedené tmely, které jsou dodávány na náš trh celou řadou našich i zahraničních výrobců, lze běžně zakoupit v drogeriích, železářstvích, stavebninách a supermarketech typu „vše pro dům a zahradu“. Standardně je k dispozici následující barevný sortiment tmelů: transparentní, bílá, šedá, hnědá a černá. Cena 310 ml kartuše akrylátového tmelu se pohybuje kolem 90,- Kč a tmelu silikonového kolem 120,- Kč (profesionální výrobky mohou být dražší). Přitom jedna kartuše vystačí na cca 12 m spáry široké i hluboké 5 mm nebo na cca 6 m spáry o šířce i hloubce 7 mm. Cena aplikačních pistolí se pohybuje od cca 50,- Kč (hobby provedení) po cca 180,- Kč (profesionální provedení pro řemeslníky). Polyuretanové pěny lze zakoupit v cenovém rozpětí od cca 120,- Kč za 500 ml dózu po cca 230,- Kč za 750 ml dózu.

Celoplošná těsnění

Je-li betonová podlaha porušena velkým množstvím drobných větvičích se trhlin, ale je soudržná a nerozpadá se, doporučuje se takovou podlahu utěsnit v celé ploše. K těmto účelům lze použít betonové stěrky, polymercementové stěrky nebo samonivelizační hmoty, které se dodávají jako předem smíchané suché směsi. K dostání jsou v obchodech se stavebninami zpravidla v 5 kg nebo 25 kg pytlích v cenových relacích od cca 170,- Kč za 25 kg pytel betonové stěrky po cca 450,- Kč za 25 kg pytel samonivelizační stěrky.

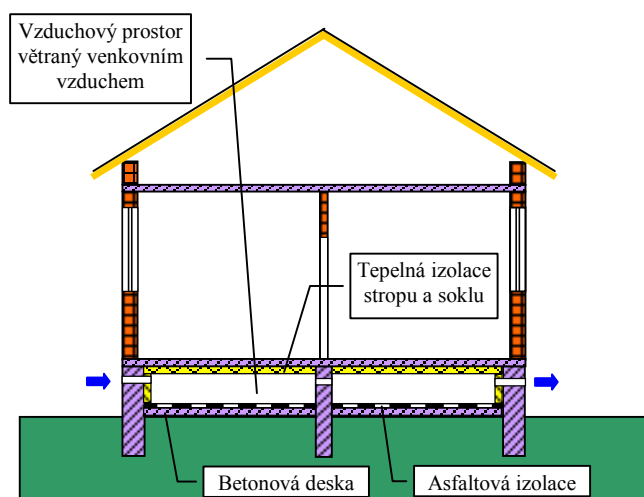
Při pokládce stěrky postupujte podle návodu výrobce. Zpravidla se vyžaduje čistý odmaštěný podklad zbavený prachu a špíny. Pro zajištění co nejlepšího spojení nové stěrky s původním betonem by se stávající beton měl opatřit vhodným penetračním nátěrem dle udání výrobce, nejčastěji na bázi akrylátů. Obecně lze říci, že nejhorší adhezi má samotná betonová stěrka, polymercementové materiály přilnou mnohem lépe a jsou rovněž pružnější, což znamená, že méně praskají. Výhoda samonivelizačních stěrek spočívá v tom, že se sami vyrovnají do vodorovné roviny.

V případě, že si nemůžeme dovolit zvýšit podlahu o vrstvu stěrky, je možno provést celoplošné utěsnění i nátěrovými hmotami. Epoxydové nátěry jsou vhodné tehdy, nepředpokládáme-li již žádné pohyby v trhlinách, polyuretanové nátěry dokáží menší pohyby v existujících trhlinách přenést. Nevýhodou všech nátěrových hmot je však jejich náchylnost k poškození, zejména nebudou-li chráněny dalšími podlahovými vrstvami. Vznikne-li v již natřeném betonu nová trhlina, pak v tomto místě praskne každý nátěr.

Dříve než natřeme celý povrch podlahy neprodyšným nátěrem, měli bychom uvážit, zda tímto zásahem nedojde ke zvýšení vlhkosti přilehlých stěn. Může se tak stát zejména tehdy, je-li podloží trvale vlhké a nepropustné a stěny nejsou od podloží izolované. Po aplikaci nátěru se totiž vlhkost již nebude moci odvětrávat do interiéru skrz podlahu, a tak si může najít cestu dovnitř oklikou přes stěny.

Betonové podlahy, které jsou ve velmi špatném stavu (drolí se, rozpadají se v celé své tloušťce) se již nevyplatí celoplošně sanovat. V tomto případě doporučujeme jejich odstranění a nahrazení podlahami novými, pod které do drenážní šterkové vrstvy vložíme perforované PVC hadice odvětrávané svislým potrubím nad střechu domu. Podrobněji v kapitole „Větrací systémy podloží“ v závěru příručky.

Za zvláštní případ celoplošného těsnění můžeme považovat úpravu povrchu zeminy ve vzduchovém prostoru pod zvýšenou podlahou 1. nadzemního podlaží (obr. 8.). Aby se omezilo uvolňování radonu, ale i vlhkosti z podloží do tohoto vzduchového prostoru, je výhodné provést izolaci povrchu základové půdy. Izolační vrstvu může v nejjednodušším případě tvořit volně položená PE nebo PVC fólie (90,- až 110 Kč/m²) v tloušťce alespoň 1 mm se svařenými spárami zatížená



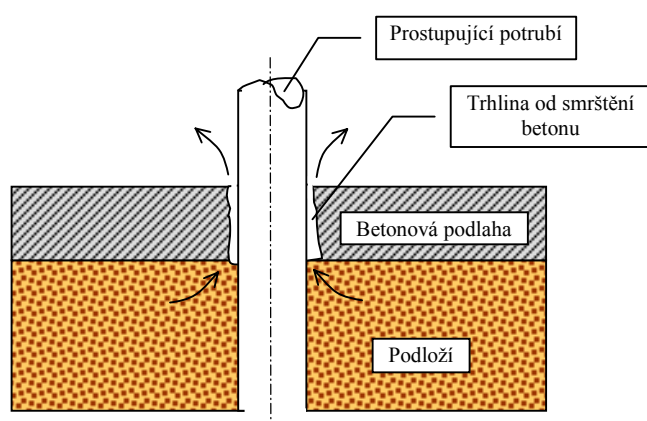
Obr. 8. Těsná úprava povrchu zeminy ve vzduchovém prostoru pod zvýšenou podlahou 1. NP

alespoň 50 mm písku či oblázků. Nevýhodou této varianty je velmi obtížně řešitelné těsné napojení fólií na obvodové stěny a nutnost použití speciálního svařovacího agregátu na provádění spojů. Rozhodnete-li se pro toto řešení, bude lepší, svěříte-li izolační práce odborné firmě.

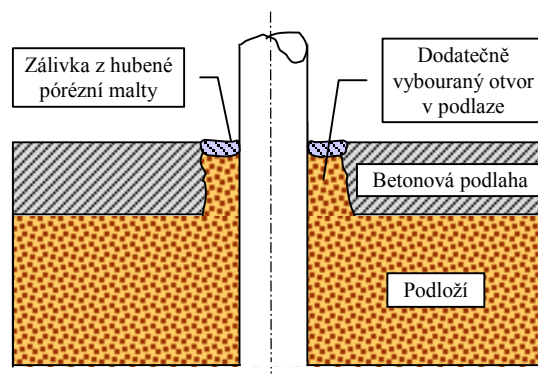
Bezpečnější a svépomocí lépe proveditelné je zakrytí zeminy betonovou deskou v tloušťce alespoň 80 mm rozprostřenou mezi základové stěny. Styk desky a základu se musí utěsnit některým z výše uvedených trvale pružných tmelů. Na beton můžeme pro zajištění větší účinnosti natavit asfaltový izolační pás, jehož cena se u kvalitnějších oxidovaných typů pohybuje kolem 60,- až 80,- Kč/m² a u modifikovaných typů kolem 100,- Kč/m².

Prostupy kontaktními konstrukcemi

Suterénními stěnami a podlahami, které jsou v kontaktu s podloží, vstupují do objektu přípojky vody, plynu a elektřiny a odchází kanalizační potrubí. V případě, že tyto přípojky již byly instalovány v době, když byla pokládána betonová podlaha, budou se kolem jejich obvodu vyskytovat jen drobné netěsnosti od smrštění betonu (obr. 9). Ty však nemusí být vidět, neboť jsou zpravidla zaneseny prachem. Pro starší objekty je ale typické, že mnohé z těchto přípojek byly prováděny až mnohem později v souvislosti s modernizací domu,



Obr. 9. Smršťovací trhlinka kolem potrubí

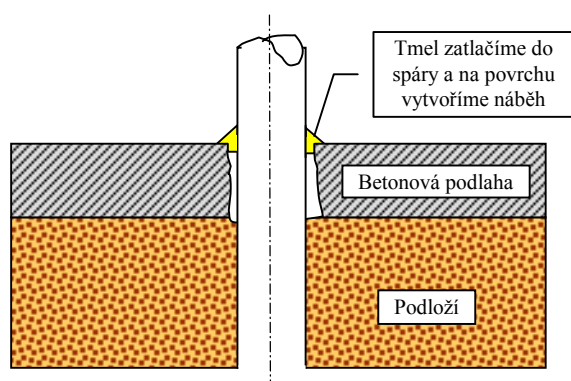


Obr. 10. Nekvalitní utěsnění dodatečně provedeného prostupu

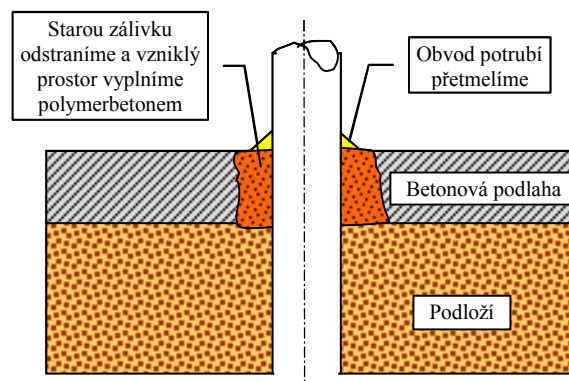
plynofikací atd. Dodatečné osazení přípojky znamenalo, že se ve stávající konstrukci vyboural otvor, většinou mnohem větší než bylo třeba, a po protažení instalačního vedení se zbývající prostor měl zpětně vyplnit. Kvalita výplně je však mnohdy velmi špatná, výplň často nepřilnula ani k původní konstrukci, ani k prostupujícímu potrubí, někdy byla místo betonu použita jen hubená malta v tenké vrstvě, nezřídka je prostor vyplněn jen částečně a v řadě případů vůbec (obr. 10). Obdobně jsou na tom prostupy suterénními stěnami, neboť ty téměř vždy vznikají dodatečně. Prostupující potrubí se těsní v otvoru připraveném v již hotové stěně. U silnějších zdí se často setkáváme s tím, že je vstup utěsněn jen na vnitřním povrchu.

Drobné netěsnosti po obvodě potrubí osazeného před betonáží nebo provedeného dodatečně, ale s kvalitní vysprávkou mohou být utěsněny silikonovými nebo akrylátovými tmely (obr. 11). Nejprve je však třeba proškrábnout spáru kolem potrubí a dokonale ji vyčistit. Potrubí se

musí odmastit, zbavit rzi a dalších nečistot. Tmel vytáhneme i na potrubí do výšky alespoň 6 mm.

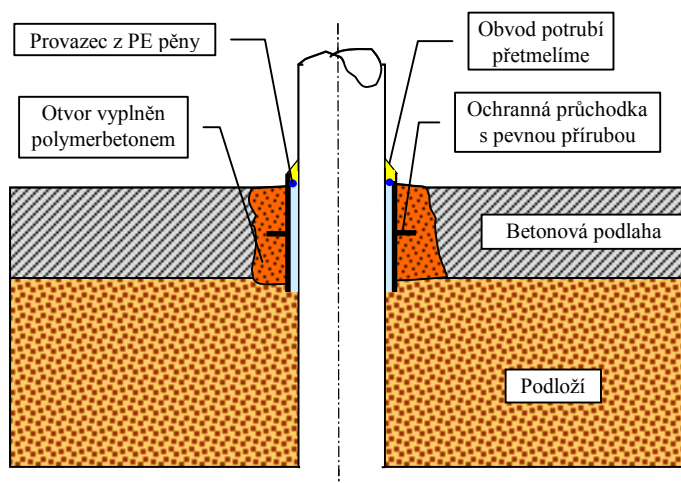


Obr. 11. Utěsnění drobných smršťovacích trhlin



Obr. 12. Utěsnění dodatečně realizovaných prostupů

Je-li výplň kolem dodatečně provedeného prostupu nekvalitní, zcela ji odstraníme. Otvor kolem potrubí prohloubíme na tloušťku obklopující konstrukce, jejíž odkryté plochy očistíme od zbytků zeminy a všech volných částic. Není-li procházející potrubí vystaveno teplotním ani jiným dilatačním pohybům, je možno vzniklý otvor vyplnit kvalitní zálivkou, nejlépe z polymerbetonu (obr. 12). Alternativně můžeme otvor vypěnit polyuretanovou pěnou. Po vyschnutí dotěsníme styk potrubí a zálivky silikonovým nebo akrylátovým tmelem.



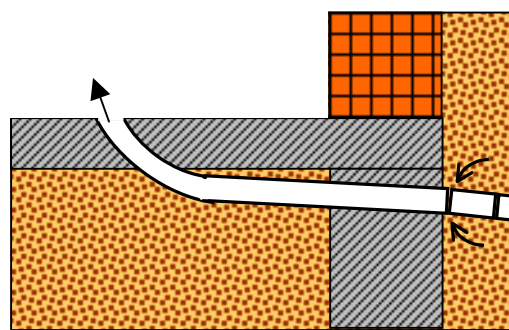
Obr. 13. Utěsnění prostupu pomocí průchodky

Dochází-li k dilatačním pohybům procházejícího potrubí nebo musí-li být vyloučen přenos napětí z konstrukce do potrubí (např. u plynového potrubí), umístíme do otvoru kolem potrubí podélně dělenou průchodku o průměru o cca 20 mm větším. Průchodka může být plastová i ocelová, pro větší bezpečnost ji lze opatřit pevnou přírubou, která přeruší smršťovací spáru (obr. 13). Prostor mezi konstrukcí a průchodkou vyplníme polymerbetonem nebo polyuretanovou pěnou, prostor mezi průchodkou a potrubím se vyplní pružnou hmotou, např. polyetylenovou pěnou a na povrchu silikonovým nebo akrylátovým tmelem.

Trativody, vsakovací jímky

Ve starších budovách bývá někdy odvodnění sklepů řešeno pomocí tzv. trativodů. K jejich konstrukci se používaly keramické nebo betonové trouby obsypané štěrkem a kladené ne na

sraz, ale s mezerami, aby protékající voda mohla vsakovat do okolní zeminy. Vyústění trativodu v budově bylo buď v nejnižším místě podlahy nebo ve vsakovací jímce, odkud se jím odváděla voda, která se nestačila v jímce vsáknout. Ústí nebylo opatřeno žádnou zápachovou uzavírkou (tzv. sifonem), která by přerušila proudění půdního vzduchu z trativodu do budovy. Trativody se tak stávají významným zdrojem radonu, neboť v důsledku podtlaku ve sklepních prostorách je jimi radon účinně nasáván do objektu (obr. 14).

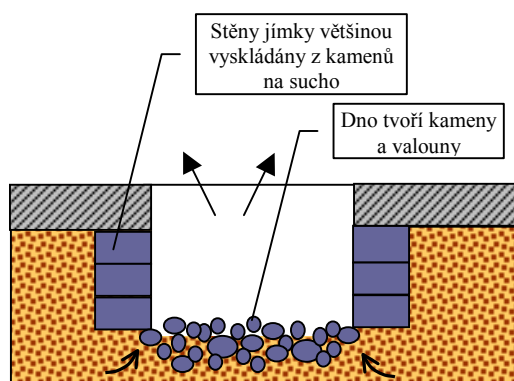


Obr. 14. Trativod ústící do sklepa

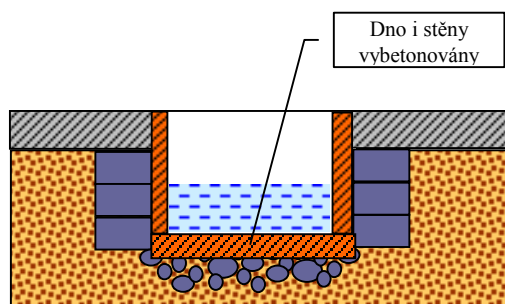
Možnosti, jak tomu zabránit, jsou dvě.

Rozhodneme-li se stávající trativod využívat i nadále, osadíme na jeho konec podlahovou gulu se zápachovou uzavírkou, která transport vzduchu přerušuje a kterou pořídíme za cenu do 180,- Kč. Nebo je-li to možné, napojíme prostřednictvím podlahové guly odvodnění sklepa na kanalizaci. V tomto případě část trativodu ústící do sklepa zalejeme betonem.

Vsakovací jímky (obr. 15) musíme však v každém případě zrušit. Nelze-li jejich funkci nahradit ani trativodem s gulou, ani odvodněním do kanalizace, přeměníme vsakovací jímky na jímky sběrné, jejichž úkolem je vodu pouze shromažďovat. Za tímto účelem vybetonujeme dno i stěny jímky z hutného betonu, popř. z polymerbetonu (obr. 16). Navíc pro zvýšení těsnosti můžeme betonovou konstrukci jímky natřít epoxydovými nebo jinými vodotěsnými nátěry. Nahromaděnou vodu budeme muset čas od času odčerpávat.



Obr. 15. Vsakovací jímka



Obr. 16. Přeměna vsakovací jímky na jímku sběrnou

Revizní šachty

Revizní šachty se budují většinou na kanalizačním svodném potrubí v místě, kde je osazena čistící tvarovka. U starších budov bývají stěny šachet vyzděny z cihel a dno jen málokdy tvoří beton, většinou je zde obnažená zemina. Zakrytí obstarávají zpravidla lehké poklopy z ocelového plechu osazené do rámečku z ocelových úhelníků, ovšem bez jakéhokoliv těsnění (obr. 17). Obdobným způsobem bývají ve starších stavbách postaveny vodoměrné šachty, sloužící k umístění vodoměrné sestavy. Je zřejmé, že takováto konstrukce šachet je velmi netěsná a v důsledku toho může tudy pronikat do interiéru značné množství radonu.

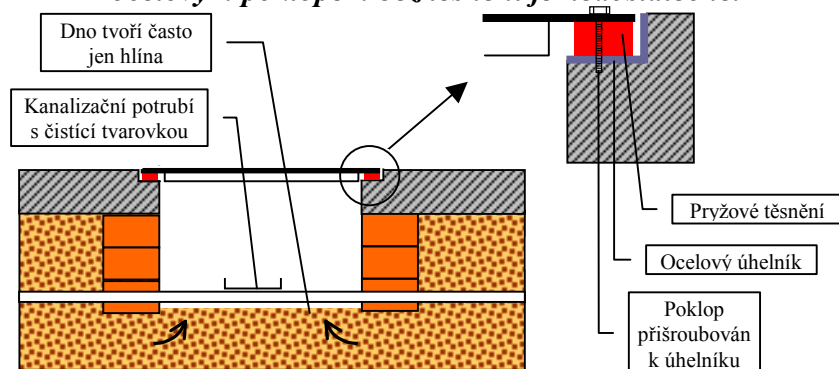
Stávající stav vylepšíme buď tak, že se pokusíme utěsnit konstrukci šachty, například obdobným způsobem jako při přeměně vsakovací jámy na jáмку sběrnou. Navíc musíme



utěsnit prostupy potrubí stěnami (viz výše).

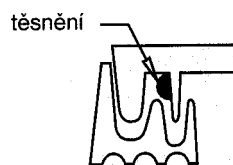
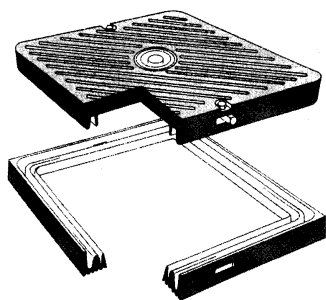
Druhou možností je, že utěsníme poklop nad šachtou, aby vzduch s radonem pod poklopem nemohl pronikat do interiéru. Dostatečné těsnosti dosáhneme tak, že poklop osadíme po celém obvodu na souvislé pryžové těsnění, jehož aktivaci provedeme přišroubováním poklopu k rámu (obr. 18). Nejbezpečnější řešení představuje samozřejmě kombinace obou způsobů.

Obr. 17. Hliněné dno a netěsná konstrukce revizní šachty z cihelného zdiva. Zakrytí ocelovým poklopem bez těsnění je nedostatečné.



Obr. 18. Utěsnění revizní šachty

Je-li stávající zakrytí šachty nepoužitelné (koroze rozpadlý osazovací rám, poklop z prken atd.), doporučujeme osadit zcela nový plynotěsný poklop. Na našem trhu jsou k dostání poklopy kovové a nověji i plastové (obr. 19), s nimiž se díky výrazně nižší hmotnosti lépe manipuluje.



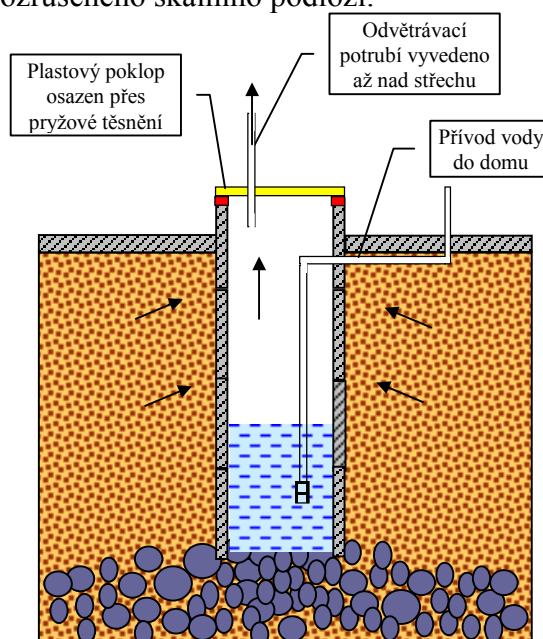
Obr. 19. Poklop na šachty a jámy systému Hermelock vyrobený z polyuretanu vyztuženého skleněnými vlákny. Firma Gabex s.r.o. dodává standardně poklopy o rozměrech od 400 x 400 mm po 700 x 700 mm.

Studny

Někdy bývají studny situovány přímo uvnitř domů. V některých starších domech tak byly postaveny zcela úmyslně, mnohdy se však studna stojící blízko domu ocitne pod objektem až v důsledku větších přístaveb. Z hlediska radonu jsou studny nebezpečné tím, že tvoří jakousi jímku, do které kromě vody proniká i půdní plyn s radonem a ten netěsným zakrytím pak vstupuje do objektu. Čím bude podloží propustnější a čím více radonu bude obsahovat, tím větší koncentrace se vytvoří ve studni a následně i v domu. Největší pozornost bychom měli věnovat velmi hlubokým studnám s hladinou vody několik metrů pod podlahou domu, zvláště tehdy, jsou-li vysekány do zvětralého a puklinami rozrušeného skalního podloží.

Jedinou možností, jak zabránit vstupu radonu ze studny do domu, je provést současně utěsnění poklopu nad studnou a odvětrání studny (obr. 20). Musí-li být zajištěn pravidelný vstup do studny z důvodu jejího čištění, kontroly vodovodních instalací, čerpadla, atd., doporučujeme nahradit těžké betonové zákrytové desky, které se velmi špatně těsní rozebíratelným způsobem, deskami plastovými např. z polypropylénu. Dosedací plochu vrchní skruže vytmelíme do roviny polymercementovou maltou a poté na ni přilepíme pryžové těsnění. Těsnění zaktivujeme přišroubováním plastového poklopu ke skruži.

Odvětrání studny zajistíme PVC potrubím o průměru 70 až 110 mm, kterým odvedeme vzduch ze studny nejlépe až nad střechu domu. Je-li objem vzduchu ve studni velký (několik m³) a podle radonové diagnostiky je studna významným zdrojem radonu, osadíme na odvětrávací potrubí ventilátor o výkonu do 20 W. Aktivním odvětráním studny bychom mohli odsát i radon z podloží pod domem, čímž by se měl významně snížit jeho přísun do domu.



Obr. 20. Odvětrání a utěsnění studny v domě

OMEZENÍ TRANSPORTU RADONU ZE SKLEPNÍCH PROSTOR DO VYŠŠÍCH PODLAŽÍ

Ve sklepech a suterénech obklopených podložím, ale i ve vzduchovém prostoru pod zvýšenou podlahou přízemí, bývá zpravidla vyšší koncentrace radonu než v ostatních částech domu. Nevyskytují-li se v těchto prostorech obytné místnosti, nemusí být zvýšená koncentrace důvodem k razantním stavebním zásahům. Mnohdy postačí, utěsníme-li základní vstupní cesty radonu do domu (např. podle předcházející kapitoly) a zabráníme-li šíření radonu ze sklepa nebo ze vzduchového prostoru pod přízemím do vyšších podlaží. To konkrétně znamená utěsnit prostupy instalací stropní konstrukcí nad sklepem nebo nad vzduchovým prostorem, uzavřít schodišťový prostor a utěsnit dveře do sklepa či poklop do vzduchového prostoru pod přízemím.

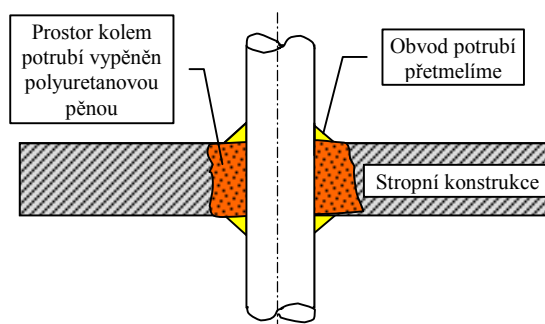
Těsnění prostupů stropem

Stropní konstrukce nad podzemním podlažím nebo nad vzduchovým prostorem pod zvýšenou podlahou přízemí bývá nejčastěji tvořena cihelnou nebo kamennou klenbou, betonovými nebo keramickými deskami do ocelových I profilů a v některých případech se můžeme setkat i s monolitickými železobetonovými stropy. Tyto stropy samy o sobě vytvářejí dostatečnou zábranu proti proudění vzduchu s radonem. Slabým místem jsou však dodatečně prováděné prostupy instalací, zejména vodovodního, kanalizačního a plynového potrubí (obr. 21). S největší frekvencí se ale vyskytují nedotěsněné prostupy ústředního topení, kterých také bývá v domě nejvíce, protože ležaté rozvody probíhají zpravidla pod stropem sklepa a z nich se napojují otopná tělesa ve všech místnostech v přízemí.



Obr. 21. Dodatečně realizovaný a neutěsněný prostup odpadního a vodovodního potrubí stropem nad sklepem z betonových desek do ocelových I nosníků

Způsob utěšňování těchto prostupů je obdobný jako v případě kontaktních konstrukcí. Na drobné netěsnosti kolem potrubí postačí silikonové nebo akrylátové tmely, větší otvory však musíme nejprve zaplnit. Častěji se zde místo betonových a polymercementových zálivek uplatňují polyuretanové pěny, neboť při jejich použití odpadá nutnost provizorního bednění či zaslepování otvorů na spodní straně stropní konstrukce tak, aby tekutá zálivka nepropadla. Zároveň jsou polyuretanové pěny dostatečně pružné, takže dokáží přenést teplotní dilatační pohyby potrubí například od ústředního topení. Silikonovým nebo akrylátovým tmelem opatříme nakonec obvod prostupujícího potrubí na obou stranách stropu (obr. 22).



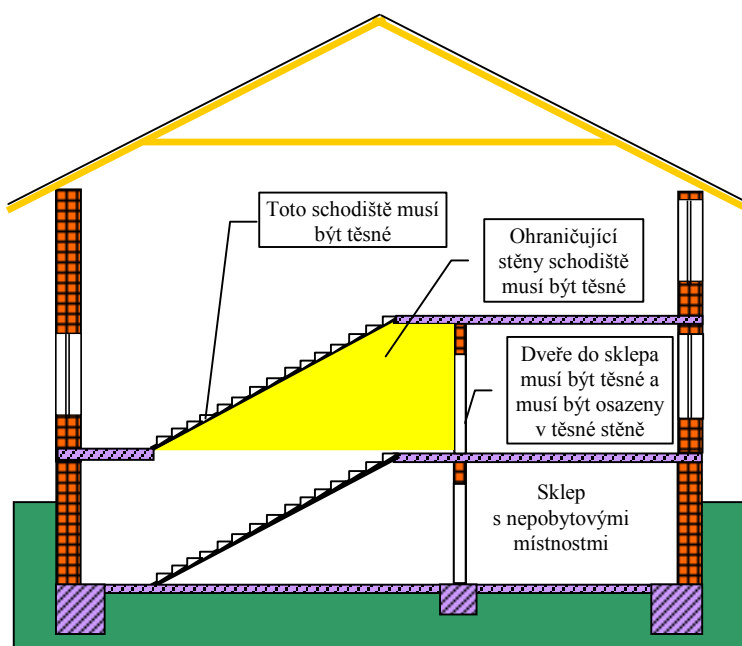
Obr. 22. Utěsnění prostupů stropem

Schodišťový prostor

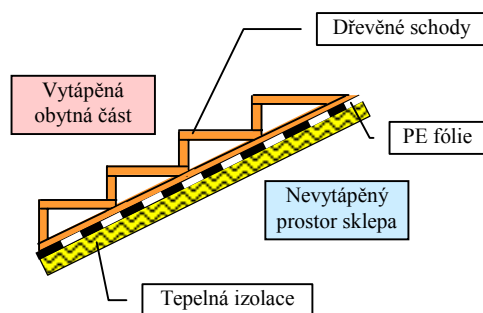
Z hlediska omezení šíření radonu po domě schodišťovým prostorem by bylo nejlepší, kdyby se do sklepa vstupovalo samostatným vchodem přímo zvenčí. S takovýmto řešením se sice u některých domů můžeme setkat, nicméně u většiny objektů je sklep přístupný schodištěm uvnitř domu. Podívejme se proto nyní, jaká slabá místa takové vnitřní schodiště skýtá.

Z dispozičního i konstrukčního hlediska bývá nad schodištěm ze sklepa do přízemí umístěno schodiště z přízemí do prvního patra a tak to jde dál podle počtu podlaží (obr. 23). Zatímco schody do sklepa jsou téměř vždy betonové, kamenné, či alespoň cihelné, u schodiště do prvního patra již tomu tak být nemusí. Mnohdy je zde dřevěné schodiště, u něhož jsou vlivem stáří a opotřebení spáry mezi prkny otevřené. Netěsné nemusí být jen dřevěné schodiště, ale například i schodiště tvořené ze samostatných kamenných či betonových stupňů, mezi nimiž jsou popraskané spáry. Rovněž stěny oddělující schodišťový prostor od ostatních částí domu mohou být dřevěné a tudíž netěsné.

Vzhledem ke značné konstrukční variabilitě je obtížné dát jednoznačný návod, jak postupovat při utěšňování schodišťového prostoru. Obecně platí, že otevřené spáry mezi betonovými či kamennými stupni poměrně snadno utěsníme silikonovými nebo akrylátovými tmely. U dřevěného schodiště by těsnění jednotlivých spár bylo neefektivní, a proto se zde volí utěsnění celého schodišťového ramene pomocí svařované polyetylénové fólie v tloušťce 1 mm. Tato úprava by se však měla provádět zároveň se zateplením schodiště (obr. 24), aby se omezila kondenzace vodní páry v dřevěných prvcích a tím i možnost jejich napadení hnilobou. Je-li stav dřevěného schodiště velmi špatný, doporučujeme zvážit jeho výměnu za schodiště nové a těsné. Takový zásah by však již musela provést odborná stavební firma. Dřevěné stěny kolem schodiště by bylo možné utěsnit rovněž celoplošným pokrytím polyetylénovou fólií se současným zateplením, nebo po konzultaci se stavební firmou zvažte jejich nahrazení stěnou cihelnou.



Obr. 23. Prvky schodišťového prostoru vyžadující pozornost z hlediska těsnosti



Obr. 24. Celoplošné utěsnění dřevěného schodiště

Dveře do sklepa

Dveře do sklepa mohou představovat velmi významnou vstupní cestu radonu do obytné části domu. Je tomu tak zejména v těch případech, kdy jsou dveře od vlhkosti rozklížené a zkroucené a nedoléhají k zárubni. Rovněž zárubeň sama o sobě hraje v těsnosti vstupu velmi důležitou roli. Běžně se u starších staveb setkáváme s prkennými či fošnovými zárubněmi, jejichž společnou a velmi častou vadou je, že jsou ve spodní části vlivem vlhkosti stěn ztrouchnivělé a rozpadlé (obr. 25). Podobný problém postihuje i prahy, které bývají navíc sešlapané.

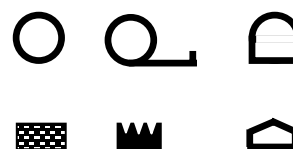
Náprava je v těchto případech poměrně jednoduchá a účinná. Zkroucené dveře se zpravidla již nikdy nepodaří vyrovnat, a proto je vyměníme za nové. Při volbě typu dveří musíme přihlídnout hlavně k vlhkosti vzduchu ve sklepe. Sololitové dveře by ve vlhkém prostředí dlouho nevydržely, přednost dáme raději dražším dveřím z masivního dřeva nebo vodovzdorných překližek a desek. Ztrouchnivělé zárubně a zárubně, které se uvolnily ze zdiva (mezi zárubní a zdivem je mezera, či volná spára), odstraníme a na jejich místo osadíme zárubeň novou. Pro tyto účely plně vyhovuje ocelová lisovaná zárubeň nebo zárubeň z nerezového plechu. Před vyjímáním staré zárubně je třeba se přesvědčit, že nenese zdivo nad ní. Máte-li pochybnosti, svěřte práci raději odborné stavební firmě.



Obr. 25. Vstupní dveře do sklepa. Ze zdi uvolněná prkenná zárubeň, navíc v dolní části shnilá, musí být vyměněna.

Důležitým prvkem v těsnosti vstupu je dubový práh, který alespoň částečně uzavírá mezeru mezi dveřmi a podlahou. V kombinaci s plastovými nebo pryžovými lištami, připevněnými na spodní hranu dveří, lze mezeru poměrně dobře uzavřít. Tam, kde by trvale vysunuté lišty vadily při otevírání dveří, použijeme tzv. padací lišty, které se automaticky spustí při dovržení dveří a při jejich otevření se zase zasunou (výška zdvihu je obvykle 20 mm). Tento typ lišt je možné osazovat jak z boku dveří, tak do vyfrézovaných drážek na jejich spodku. Pevné lišty lze zakoupit v ceně kolem 100,- Kč, cena padacích lišt se pohybuje v rozmezí 300,- až 600,- Kč.

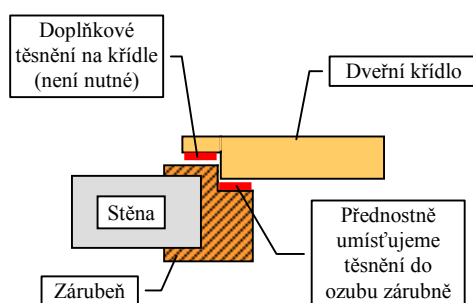
Dále je potřeba utěsnit spáru mezi zárubní a dveřním křídlem. K tomuto účelu je k dispozici celá řada těsnících plastových nebo pryžových pásek či trubiček, které se většinou dodávají v různých profilech (obr. 26 a 27). Při výběru je rozhodujícím kritériem minimální a maximální tloušťka mezery. Duté profily jsou vhodnější na širší mezery a také se většinou lépe přizpůsobí měnící se tloušťce než profily plné. Pásky z vypěněného plastu mají menší životnost, neboť pěna po čase slehne a přestává být pružná. Obdobný problém se vyskytuje u těsnění z hliníkových lišt (např. Kovotěs), a proto je nedoporučujeme používat. Těsnící profily mají buď samolepící úpravu, nebo se lepí silikonovými lepidly a tmely. Těsněním se většinou opatřuje zárubeň, ale lze ho umístit i na dveře (obr. 28). Cena jednoho metru běžného těsnění se pohybuje od 5,- do 10,- Kč.



Obr. 26. Základní tvary těsnících profilů z plastů nebo pryže

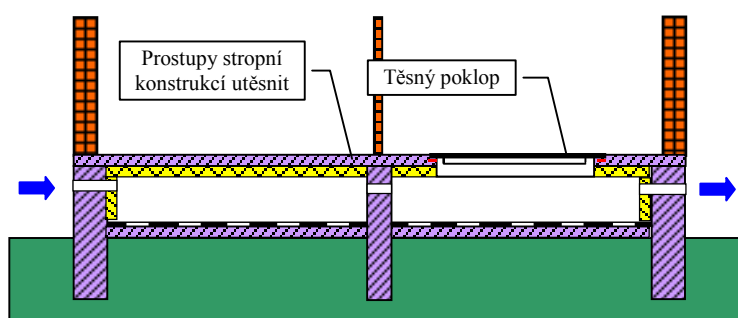


Obr. 27. Různé druhy těsnících profilů pro otevíravé konstrukce (dveře, poklopy atd.). Těsnění z polyetylénové pěny (vlevo) je nejméně vhodné, pryžová trubička (vpravo), která se lepí silikonovým tmelem, je určena převážně na širší spáry.



Obr. 28. Těsnění spáry mezi dveřmi a zárubní

V některých objektech je vstup do sklepa nebo do vzduchového prostoru pod zvýšenou podlahou přízemí poklopem ve stropě (obr. 29.). Ve většině případů se jedná o poklop dřevěný, částečně shnilý a tudíž netěsný (obr. 30). Jediným trvalým řešením je nahrazení stávajícího poklopu, poklopem novým a to buď z ocelového plechu nebo z polypropylénových hladkých nebo žebrovaných desek (obr.



Obr. 29. Vstup do vzduchového prostoru pod zvýšenou podlahou přízemí těsným poklopem

31), které jsou lehké a hodí se proto i na vstupy o větších rozměrech. Spára mezi osazovacím úhelníkem a poklopem se musí utěsnit plastovým nebo pryžovým těsněním obdobně, jako u poklopu nad revizní šachtou (viz výše). Alternativně můžeme vstupní otvor ve stropu zabetonovat a sklep nebo vzduchový prostor pod zvýšenou podlahou přízemí zpřístupnit zvenku.



Obr. 30. Vstup do sklepa otvorem v podlaze, zakrytým netěsným prkenným poklopem, osazeným do rámečku ze rezivělých ocelových úhelníků



Obr. 31. Nový těsný poklop do sklepa z polypropylénových desek, osazený do nového rámečku s plastovým těsněním

ZVÝŠENÍ VÝMĚNY VZDUCHU

Velikost výměny vzduchu mezi interiérem a venkovním prostředím má významný vliv na koncentraci radonu i jeho produktů přeměny v domech. Jednou z možných příčin zvýšené koncentrace radonu v budovách může být právě nízká výměna vzduchu vyvolaná snahami o úsporu energie. Ty jsou totiž doprovázeny snížením průvzdušnosti obvodového pláště vlivem jeho zateplení a hlavně snížením infiltrace okenními a dveřními konstrukcemi v důsledku jejich dodatečného utěsnění či osazení nových velmi těsných oken. Významnou měrou klesne výměna vzduchu také v těch místnostech, kde byla lokální topidla na tuhá paliva, u nichž komín fungoval jako šachtové odvětrání, vyměněna za ústřední vytápění či přímotopy.

Skutečnost, s jakou intenzitou jsou jednotlivé bytové místnosti větrány, lze odhalit při radonové diagnostice nebo při dalším doplňkovém měření. Zjistí-li se, že násobnost výměny

vzduchu je nižší než $0,3 \text{ h}^{-1}$, což znamená, že za hodinu se vymění méně než 30 % objemu vzduchu v místnosti, mělo by se větrání místností zvýšit.

Zajistit přívod potřebného množství vzduchu lze prostřednictvím přirozené nebo nucené ventilace. V objektech, kde ekvivalentní objemová aktivita radonu nepřevyšuje 300 Bq/m^3 se z hlediska efektivnosti volí převážně systémy přirozené a z nucených jen malé větrací systémy či jednotky určené pro odvětrání jednotlivých místností, tedy nikoliv systémy centrální sloužící pro celý dům.

Větrání přirozené

Výměna vzduchu se v tomto případě uskutečňuje na základě tlakového rozdílu daného jednak rozdílem měrné hmotnosti teplého vnitřního vzduchu a studeného vzduchu venkovního (teplý vzduch je lehký, stoupá vzhůru a na jeho místo se tlačí těžký studený vzduch), jednak účinkem větru na budovu. Na návětrné straně budovy vzniká určitý přetlak, který je důsledkem náhlého zabrzdění větrného proudu stěnou budovy, obdobně na závětrné straně dochází k podtlaku. Tlakový rozdíl mezi interiérem a exteriérem závisí tedy přímo úměrně na rozdílu teplot, výšce budovy a rychlosti větru. Vzhledem k tomu, že se jak teploty vzduchu, tak rychlost větru mění v závislosti na čase (největší teplotní rozdíl mezi interiérem a exteriérem je v zimních měsících a během jednotlivého dne časně zrání), je i výměna vzduchu uskutečňovaná přirozeným větráním proměnná. V letních měsících se zpravidla musíme spolehnout jen na účinek větru. Rovněž poloha objektu má na účinnost přirozeného větrání značný vliv (s rostoucí nadmořskou výškou roste teplotní rozdíl a rovněž vzrůstá rychlost větru, budova v otevřené krajině je vystavena většímu účinku větru než chráněný dům v městské zástavbě atd.).

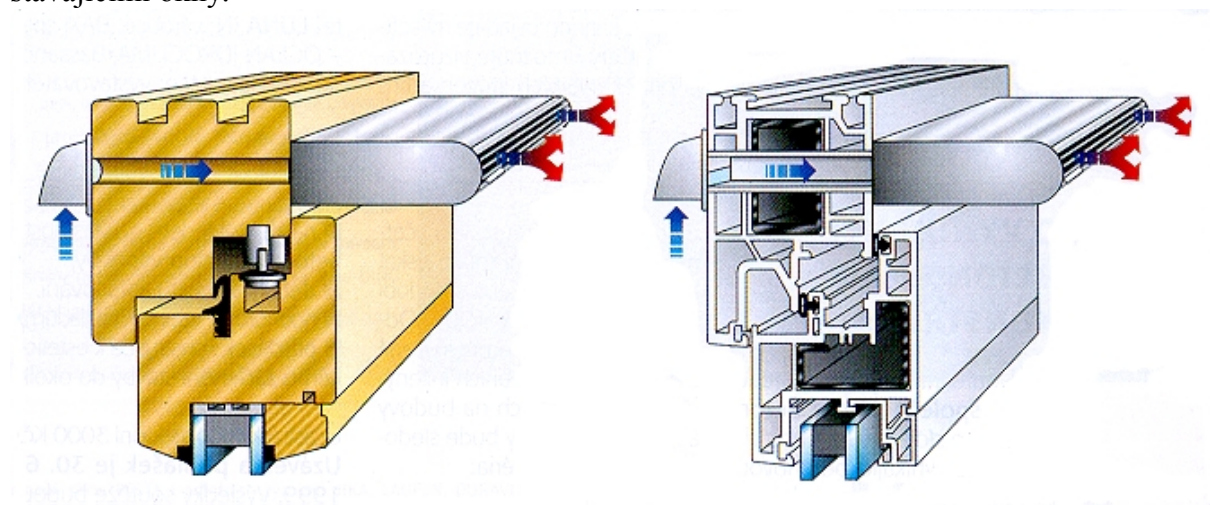
Vzhledem k nízké spolehlivosti a malé účinnosti používáme přirozené větrací systémy pro snížení koncentrace radonu jen při nízkém překročení směrných hodnot (EOAR do 300 Bq/m^3) a navíc většinou v kombinaci s ještě dalším typem protiradonového opatření.

Větrání okny

Jedná se o nejrozšířenější způsob větrání vůbec. Okno po svém otevření slouží současně jako otvor přiváděcí i odváděcí, neboť chladný vnější vzduch vtéká spodní částí dovnitř zatímco teplý vnitřní vzduch odtéká z místnosti horní částí okna. Je zřejmé, že tento způsob větrání je sice velmi účinný, ale vede k velkým tepelným ztrátám. Pro snížení interiérové koncentrace radonu je proto větrání okny používáno jako přechodné, prozatímní opatření do té doby, než se provedou jiné stavební úpravy. Důležité přitom je, aby byla v rodinném domě otevírána pouze okna v přízemí, zatímco okna v 1. patře či podkroví by měla zůstat uzavřená. Kdybychom postupovali obráceně, zvýšil by se podtlak ve spodní části domu a tím i přísun radonu z podlahy. To by mohlo mít za následek, že se celá situace nejen nezlepší, ale může se i zhoršit.

Uvažujete-li o výměně stávajících oken, mějte na paměti, že u starších oken docházelo i v zavřeném stavu k neustálému proudění vzduchu zejména spárou mezi okenním rámem a křídlem. Tato tzv. infiltrace zajišťovala určitou výměnu vzduchu, které odpovídala naměřená koncentrace radonu. Nově vyráběná okna jsou těsněná a podle počtu těsněných zón a použitého druhu těsnění mají nižší až skoro nulovou infiltraci vzduchu. Tím dochází sice ke zlepšení tepelně a zvukově izolačních vlastností, ale z hygienického hlediska není zajištěna dostatečná výměna vzduchu a koncentrace radonu (ale i ostatních škodlivin) by se v takovéto místnosti mohla zvýšit. Požadujte proto jen taková okna, kde je výměna vzduchu zajištěna pomocí regulovatelných větracích štěrbin, které mohou být instalovány buď v okenním rámu

(obr. 32) nebo přímo v okenním křídle. U dřevěných oken lze větrací štěrby nainstalovat i dodatečně a to vyfrézováním několika otvorů o výšce 10 mm nebo vyvrtáním příslušného počtu děr o průměru 12 mm v rámu okna a osazením interiérových a exteriérových profilů. Pomocí větracích štěrbin je tedy možné vylepšit výměnu vzduchu i v místnostech se stávajícími okny.

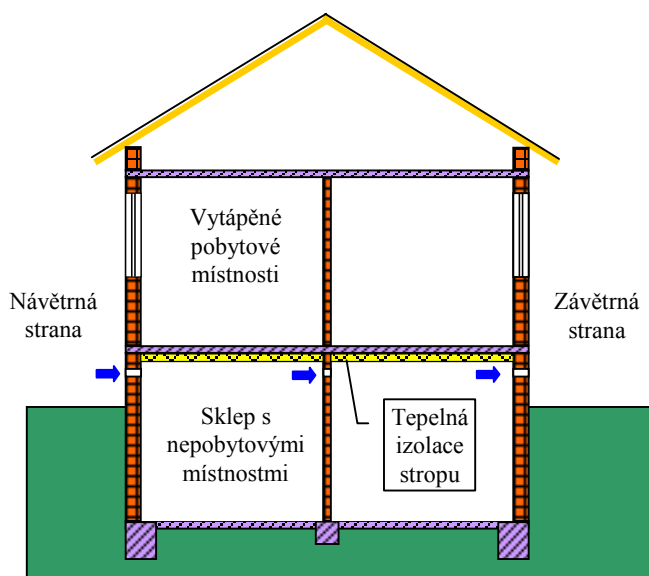


Obr. 32. Větrací štěrby firmy Fresh Ventilation v rámu dřevěného a plastového okna

Větrání příčné

Větrání příčné je druh provětrávání, kdy větrací otvory (průduchy, štěrby, okna, dveře) jsou umístěny v protilehlých stěnách místností tak, že při převládajícím tlakovém účinku větru nad tepelným tlakovým účinkem otvory v jedné stěně slouží jako přiváděcí a v druhé jako odváděcí. Jedná se o velmi účinný způsob větrání, kdy dochází k rychlé výměně vzduchu v místnosti. Nelze jej však použít k dlouhodobému větrání obytných místností, neboť způsobuje značné tepelné ztráty a nadměrné ochlazování lidského organismu (tzv. průvanem).

S výhodou je však tento způsob větrání používán k zajištění potřebné výměny vzduchu v podlažích, kde nejsou obytné místnosti, tj. ve sklepech, suterénech a vzduchových prostorech pod zvýšenou podlahou přízemí (obr. 33). K zajištění trvalého přívodu a odvodu vzduchu se místo oken používají větrací průduchy (nejčastěji o rozměrech 150 mm x 150 mm nebo o průměru 110 mm až 140 mm) nebo větrací štěrby v oknech. Průduchy se umísťují do obvodových stěn zpravidla pod stropem v takových místech, aby byly v dostatečné výšce nad úrovní přilehlého terénu a nebyly chráněny před účinkem větru stromy, keři či drobnou zahradní architekturou. V oblastech s vyšší nadmořskou výškou je nutné přihlédnout i k výšce sněhového pokryvu tak, aby nedocházelo k zasypání



Obr. 33. Příčné větrání sklepa s nepobytovými místnostmi

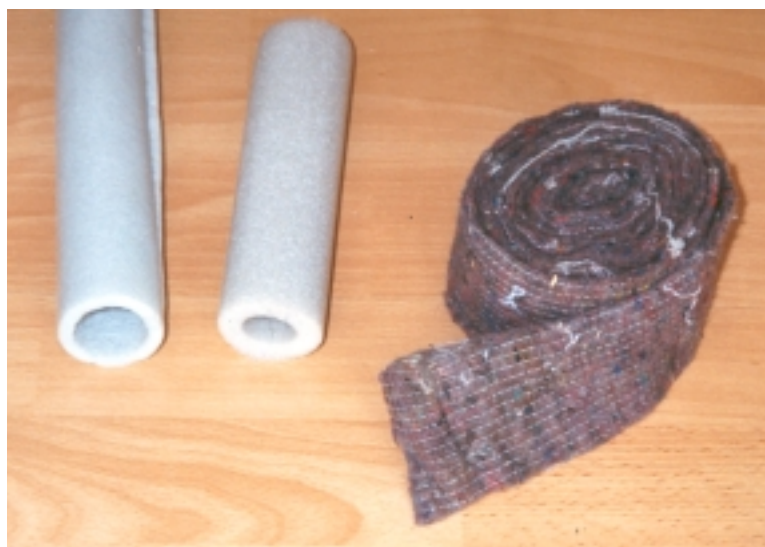
průduchů sněhem. Na fasádě musí být ústí větracích průduchů chráněno mřížkou s dešťovou žaluzií a sítí proti pronikání drobných hlodavců a hmyzu (obr. 34). Větracích mřížek kruhových i hranatých o různých rozměrech a v různých barevných odstínech odpovídajících barvě fasády či soklu je v současné době na našem trhu dostatečné množství a lze je pořídit v cenovém rozpětí od 50,- Kč do 150,- Kč.



Obr. 34. Zakrytí větracích průduchů mřížkou s dešťovou žaluzií

Protože se při tomto způsobu větrání spoléhá převážně na účinek větru, je třeba větrací průduchy umístit do stěn na návětrné a závětrné straně domu, což v našich podmínkách většinou znamená na západní a východní straně.

V zimních měsících může vlivem silnějších větrů a tím i intenzivnějšího provětrávání docházet k ochlazování větraných prostor. Tento jev vede jednak ke zvýšení tepelných ztrát (ty jsou ale výrazně nižší než kdybychom větrali přímo pobytové místnosti, protože sklepy ani prostory pod zvýšenou podlahou přízemí nejsou většinou vytápěny) a jednak k možnosti zamrznutí vodovodního a kanalizačního potrubí vedeného v těchto prostorech. Tyto negativní důsledky lze omezit přivřením větracích průduchů (nikoliv



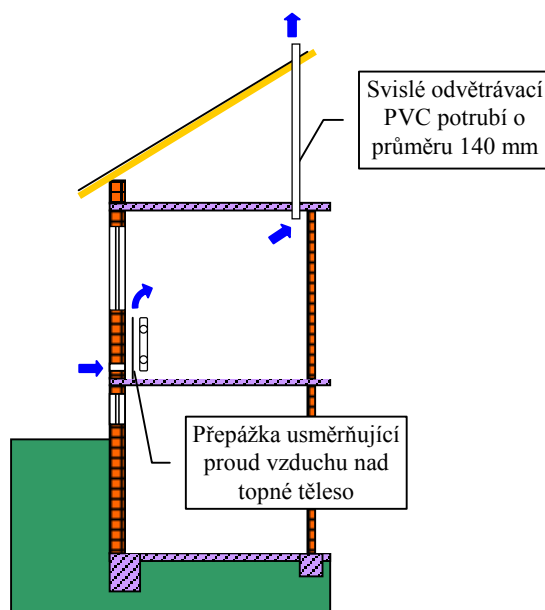
Obr. 35. Materiály na tepelnou izolaci potrubí – profil z vypěněného plastu a plstěná páska

však jejich úplným ucpaním, protože tak bychom systém zcela vyřadili z provozu), tepelným zaizolováním vodovodních a kanalizačních rozvodů, umístěním tepelné izolace na strop (alespoň pod vytápěné místnosti) a utěsněním vstupu do sklepa. Na tepelnou izolaci instalací lze použít izolační profil z měkké polyuretanové pěny ve tvaru dutého válce nebo plstěnou pásku (obr. 35), která se minimálně dvakrát obtočí kolem potrubí. Nevýhoda plstěné pásky spočívá v tom, že ve vlhkých sklepech nebo v důsledku kondenzace vodní páry zvlhne a tak ztratí část svých tepelně izolačních vlastností. Jak profil z polyuretanové pěny, jehož cena se podle průměru a tloušťky izolace pohybuje od 10,- Kč do 20,- Kč za metr, tak plstěná páska jsou k dostání v obchodech s instalatérskými potřebami i v některých železářstvích.

Strop lze tepelně zaizolovat deskami z pěnového polystyrenu v tloušťce 50 mm (cena cca 60 Kč/m²), které přilepíme na strop speciálními lepidly (akrylátovými tmely). Budeme-li chtít strop omítnout, použijeme polystyrénové desky s povrchovou úpravou z dřevěné vlny pojené cementem, na něž omítka lépe přilne (cena cca 110,- Kč/m²). Tyto desky však již musíme přichytit ke stropu talířovými plastovými kotvami do hmoždinek. Před omítnutím přetáhneme desky rabszovým pletivem. Alternativně můžeme tepelnou izolaci zakrýt i sádkartonovými deskami, které přišroubujeme do dřevěného roštu předem přichyceného ke stropu.

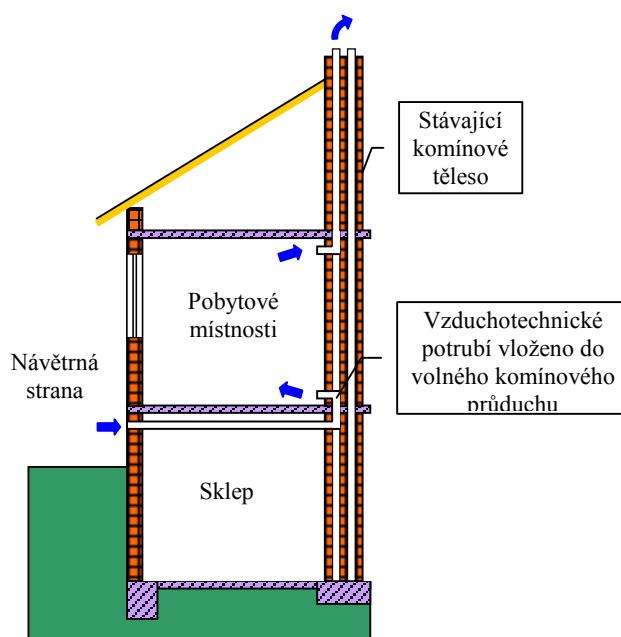
Větrání šachtové

Při šachtovém větrání je odvod a někdy i přívod vzduchu zajištěn šachtou, svislým průduchem nebo komínem. Svislé odvětrání obvykle kruhového nebo čtvercového profilu by pokud možno mělo být situováno v temperovaném interiéru (nikoliv v chladné obvodové stěně). Základní schéma šachtového větrání je na obr. 36. V místnostech s topným tělesem pod oknem se přívod vzduchu řeší průduchem obvodovou stěnou za tělesem s usměrněním toku přiváděného vzduchu směrem nad těleso pomocí přepážky rozdělující mezeru mezi stěnou a tělesem. V místnostech bez otopného tělesa pod oknem se přívod vzduchu umísťuje pod strop, aby se mísením se vzduchem v místnosti upravila teplota přiváděného vzduchu dříve než přijde do styku s člověkem. V tomto případě může mít přívod vzduchu podobu samostatného průduchu či nadokenní regulovatelné větrací šterbiny.



Obr. 36. Šachtové větrání obytných místností s přívodem vzduchu za topným tělesem

Svislé odvětrání v rodinných domech bývá nejčastěji realizováno z PVC trub o průměru 110 mm až 140 mm, které se umístí buď do drážky ve zdivu nebo jsou vedeny po povrchu stavebních konstrukcí a následně se obezdí či obloží sádkartonem. S výhodou se k těmto účelům využívá i stávajících komínových průduchů, které již neslouží ke svému původnímu účelu. Komín se však musí nejprve vyvločkovat a to nejčastěji ohebným PVC potrubím, nebo jedná-li se o komín víceprůduchový, kdy je do sousedního průduchu zaústěn spotřebič na tuhá paliva, nehořlavým a teplotně odolným flexibilním potrubím z hliníku či nerez. V půdním prostoru je třeba stoupací potrubí tepelně zaizolovat, aby se omezila kondenzace vodní páry v potrubí.

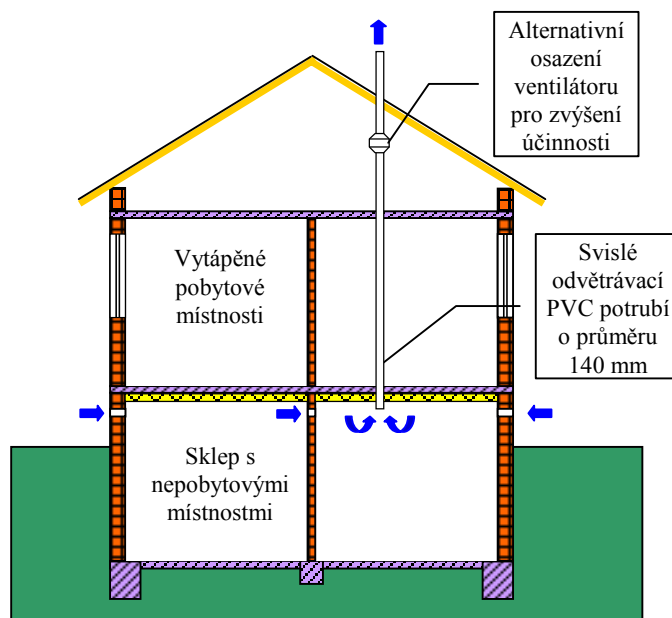


Obr. 37. Šachtové větrání obyt. místností využívající stávající komínové těleso

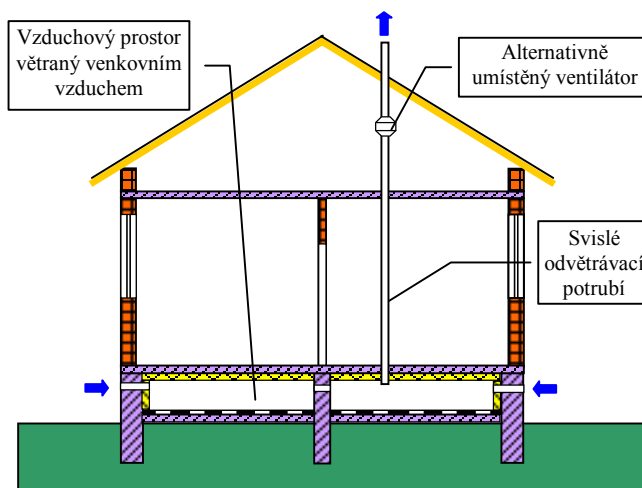
Příklad využití stávajícího komínového průduchu k odvětrání pobytových prostor v přízemí rodinného domku je uveden na obr. 37. Přívod vzduchu je veden horizontálním potrubím pod stropem sklepa v temperovaných místnostech, např. kotelně, aby se přívodní vzduch předehřál. Dále přívodní potrubí pokračuje částí komínového průduchu a do obytného prostoru ústí nad podlahou přízemí. Odváděcím otvorem pod stropem přízemí a následnou komínovou vložkou je odcházející vzduch transportován až nad střechu domu.

Použití šachtového větrání pro snížení koncentrace radonu v obytných místnostech, které jsou přímo v kontaktu s podloží (např. nepodsklepené místnosti v přízemí) bývá problematické a nemusí být vždy úspěšné. Důvodem je, že se u těchto systémů zpravidla velmi stěží daří dlouhodobě (v průběhu celého roku) vyrovnat množství přiváděného a odváděného vzduchu. Převáží-li množství odváděného vzduchu, vznikne v odvětrávaných místnostech podtlak, který může zvýšit přísun radonu z podloží a tak i při zvýšené výměně vzduchu může zůstat koncentrace radonu v místnosti neovlivněna nebo výjimečně může dojít i k jejímu zvýšení. Příčiny těchto negativních jevů mohou být částečně zmírněny tím, že přívodní otvory umísťujeme zásadně na návětrnou stranu domu a jejich celkovou průřezovou plochu volíme raději větší než je průřezová plocha odváděcí šachty. Nezbytným doplňkem by mělo být utěsnění všech vstupních cest radonu v konstrukcích, které jsou v přímém kontaktu s podloží.

Pro snižování koncentrace radonu lze šachtové větrání výhodně uplatnit v obytných místnostech podsklepených (obr. 36 a 37), kde je vhodné jej zkombinovat s utěsněním prostupů stropní konstrukcí nad sklepem a s utěsněním vstupu do sklepa. Nejčastější použití tohoto typu přirozeného větrání je však při odvětrání sklepních či suterénních prostor bez pobytových místností (obr. 38) nebo prostor pod zvýšenou podlahou přízemí (obr. 39).



Obr. 38. Šachtové větrání sklepa s nepobytovými místnostmi

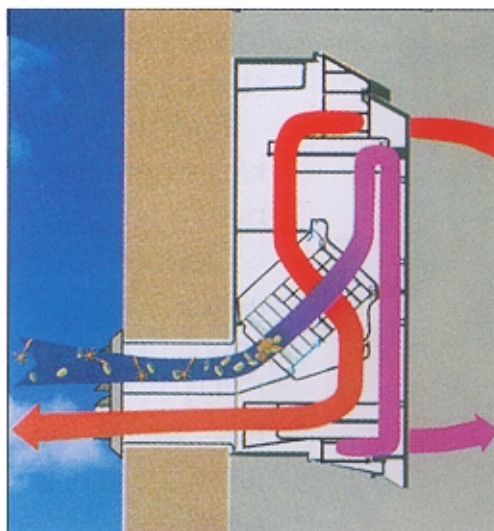


Obr. 39. Zvýšení větracího účinku v prostoru pod zvýšenou podlahou přízemí šachtovým větráním

Větrání nucené

Nucené větrací systémy, v nichž je pohyb vzduchu zajištěn pomocí ventilátoru, mohou být navrženy centrálně pro celý dům, nebo pro jeho části či jen jednotlivé místnosti. Výhoda centrálního uspořádání spočívá v tom, že vzduchotechnická jednotka neobtěžuje uživatele hlukem, protože je umístěna buď na střeše nebo v suterénu domu. Naopak nevýhodou je přítomnost jen velmi obtížně čistitelných vzduchovodů, které musí být navíc vhodně architektonicky zakomponovány do interiéru. Mezi další zápory patří nutnost instalace specializovanou firmou a poměrně vysoké pořizovací náklady.

Při nízkých překročeních EOAR do 300 Bq/m^3 se z hlediska efektivnosti proto doporučuje instalovat pouze malé ventilační jednotky – výměníky vzduchu určené pro jednotlivé místnosti. Takovéto jednotky se vyrábějí většinou ve formě parapetních skříní o hloubce do 200 mm, šířce 300 až 500 mm a výšce 450 až 600 mm (obr. 40). Součástí vzduchových výměníků je zabudovaný výměník tepla, který z odváděného vzduchu dokáže vrátit zpět do místnosti až 60 % tepelné energie. Pohyb vzduchu zajišťuje ventilátor o příkonu od 30 W do 40 W, který lze nastavit na několik výkonových stupňů, zpravidla od $15 \text{ m}^3/\text{h}$ při hladině hluku pod 20 dB(A), přes $30 \text{ m}^3/\text{h}$ při hladině hluku kolem 27 dB(A) až po $60 \text{ m}^3/\text{h}$ při hladině hluku kolem 43 dB(A). Některé komfortnější výměníky vzduchu mohou být navíc vybaveny elektrickým ohřívačem vzduchu, regulací relativní vlhkosti vzduchu a pylovými filtry. Podstatnou výhodou je možnost optimálního přizpůsobení výkonu jednotky potřebám dané místnosti. Na druhé straně lze mezi nevýhody zařadit poněkud vyšší hlučnost, která by mohla být zvláště v ložnicích pro některé citlivé jedince nepřijatelná. Výše uvedené hlučnosti platí pro špičkové výrobky, běžně jsou však na trhu výměníky hlučnější, které je nutné osobně vyzkoušet.

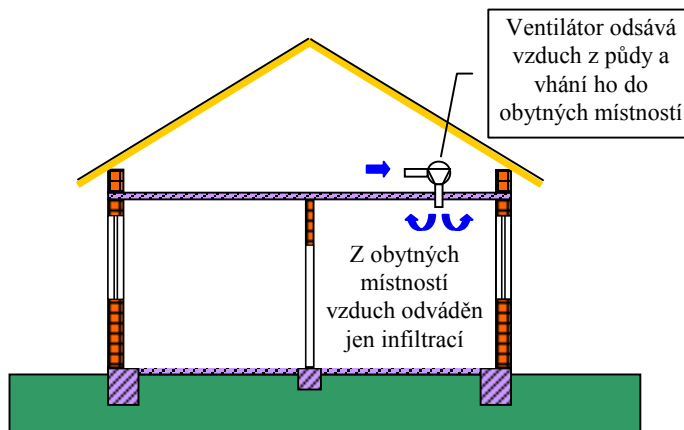


Obr. 40. Schéma výměny vzduchu u výměníku Aerovital firmy Sigenia. Vzduch odváděný z místnosti (červená šipka) předává ve výměníku teplo vzduchu nasávanému z venku.

Dále je možno zvážit i přeměnu přirozených větracích systémů na systémy nucené. Tak například spolehlivost šachtového větrání lze zvýšit instalací ventilátoru na svislé odváděcí potrubí. Je-li však šachtou odváděn vzduch z pobytových místností v kontaktu s podlahou, zůstává problémem zvýšení podtlaku v těchto místnostech a tím i nejistý vliv na změnu interiérové koncentrace radonu. Zvýšení podtlaku ale není na obtíž, větráme-li tímto způsobem sklepy bez pobytových místností (obr. 38). nebo prostory pod zvýšenou podlahou

přízemí (obr. 39). Další možností je zvýšení intenzity příčného provětrávání sklepních nepobytových prostor osazením ventilátoru do jednoho z větracích průduchů.

V obytných prostorech, které jsou v kontaktu s podloží lze vyzkoušet přetlakové větrání, které spočívá v tom, že do větracího průduchu v obvodové stěně nebo ve stropě pod půdou (obr. 41) osadíme ventilátor, který vhání venkovní vzduch do interiéru. Odvod vzduchu zajišťuje pouhá infiltrace netěsnými okny a průvzdušnost obvodového pláště. Protože je přívod vzduchu větší než jeho odvod, vzniká v interiéru přetlak, čímž je efektivně bráněno pronikání půdního vzduchu z podloží. Výkon ventilátoru tak může být velmi malý, neboť k redukci koncentrace radonu nedochází jen díky zvýšené výměně vzduchu, ale i v důsledku eliminace přísunu radonu. Na druhé straně přetlak v interiéru podporuje transport vlhkého vnitřního vzduchu skrz obvodový plášť. V zimním období může docházet ke kondenzaci uvnitř obvodové stěny a je-li na jejím vnějším povrchu neprodyšná úprava (např. keramický obklad) i k odtržení tohoto obkladu v důsledku zmrazení kondenzátu.



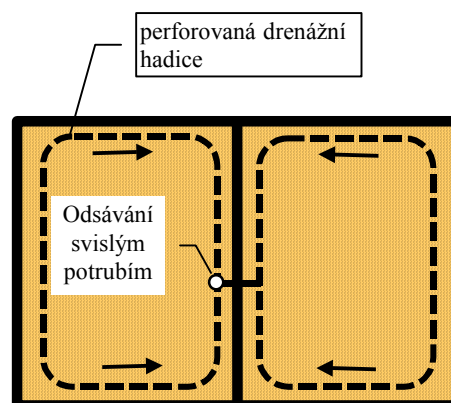
Obr. 41. Větrání obytných místností přetlakem s využitím přehřátého vzduchu z půdy

Všechny nuceně větrané systémy vedou v porovnání s přirozenými k větším tepelným ztrátám. Větrací zařízení by proto mělo být vybaveno rekuperací tepla a seřízeno podle změřené rychlosti přísunu radonu do jednotlivých místností. Vhodné je rovněž nastavení cyklického pracovního režimu s dobou spínání závislou na rychlosti přísunu radonu do interiéru, nebo pouze v době pobytu osob v budově.

VĚTRACÍ SYSTÉMY PODLOŽÍ

Větrací systémy podloží jsou založeny na principu, že odsáváme-li vzduch z podloží pod objektem, je odsávaný vzduch nahrazován vzduchem vnějším, a v důsledku toho klesá koncentrace radonu v zemině pod domem. Navíc v podloží vzniká podtlak, který eliminuje přísun radonu do domu. Obecně se nejedná o typ opatření, který by byl vhodný pro svépomocnou realizaci, nicméně v některých případech může být prospěšné, je-li vlastník domu s tímto opatřením obeznámen. Je to zejména tehdy, plánuje-li se výměna stávajících netěsných podlahových konstrukcí, kdy se vždy vyplatí vytvořit pod novou podlahou větrací systém podloží.

Při výměně podlah tedy postupujeme tak, že nejprve ze šterku frakce 16/32 mm vytvoříme drenážní vrstvu o tloušťce alespoň 100 mm, do které vložíme drenážní



Obr. 42. Odsávání kolem stěn s využitím drenážních trub (při realizaci nových izolovaných podlah)

perforované PVC hadice. Postačí, umístíme-li je po obvodu stěn dle obr. 42 a 43 tak, aby byly v blízkosti trhliny na styku podlahy a stěny. Vzduch proudící v hadicích odvádí nejen radon, ale i vlhkost, čímž se zároveň eliminuje transport vlhkosti do stěn. Hadice napojíme na těsné svislé odvětrávací PVC potrubí o průměru 110 mm až 140 mm procházející středem domu až nad střechu. Odvětrání do fasády se nedoporučuje.



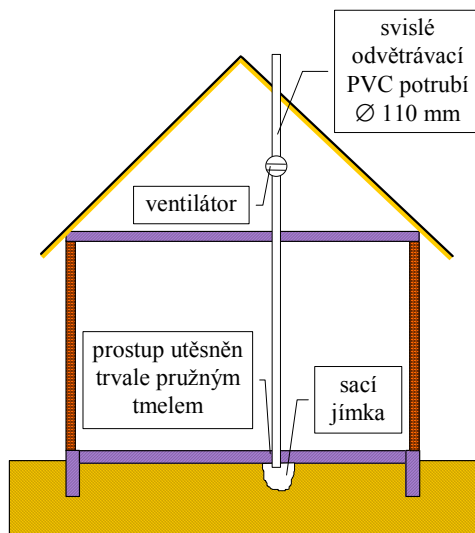
Obr. 43. Drenážní hadice ve štěrkovém loži po obvodě místnosti, kde bude položena nová podlaha

Ve stávajících stavbách se však většinou větrání podloží realizuje bez výměny podlah, což vyžaduje specializovanou stavební firmu. Takové systémy jsou založeny na odsávání půdního vzduchu buď z odsávacích bodů (obr. 44) nebo z perforovaných trub zavrtaných pod stávající podlahy (obr. 45).

Odsávací body vzniknou tak, že se skrz podlahu nebo suterénní stěnu zapustí odvětrávací trubka, kolem níž se vytvoří jímka ve tvaru polokoule o poloměru cca 0,3 m. Zavrtávat perforované trouby lze buď skrz sokl z vnější strany domu (podlaha je nad okolním terénem), nebo z prostoru sklepa (obr. 45 - objekt je částečně podsklepen).

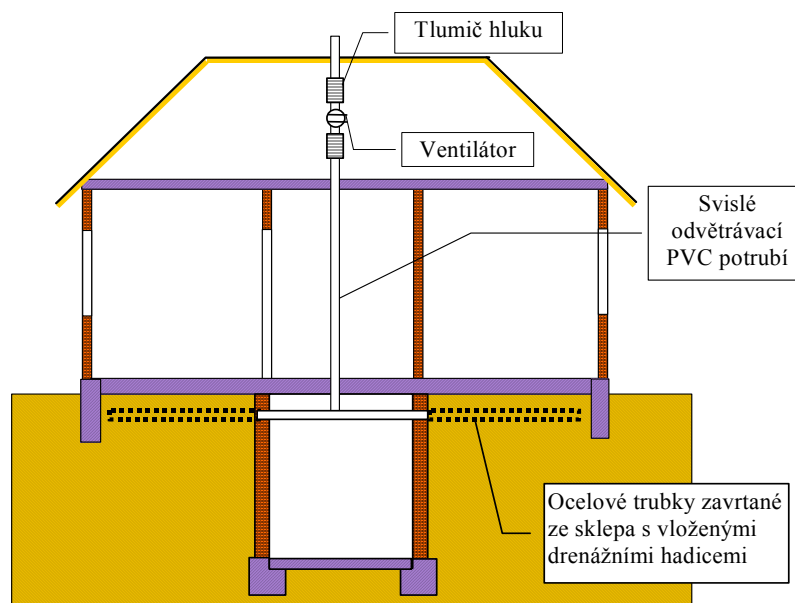
Předpokladem úspěšného fungování těchto systémů je relativně těsná stávající podlaha (např. betonová i bez hydroizolace) a přítomnost středně až vysoce propustného podloží nebo drenážní vrstvy o stejné propustnosti.

Pro zajištění stabilní účinnosti se na svislé odvětrávací potrubí nejčastěji v prostoru půdy osazuje ventilátor. Aby se zabránilo přenosu hluku potrubím do interiéru i exteriéru, měl by být ventilátor jak ze strany sání, tak ze strany výfuku oddělen od potrubí tlumiči hluku. Zkušenosti z provedených opatření ukazují, že postačí ventilátory s výkonem do 70 W.



Obr. 44. Odsávání radonu z podloží pod stávajícím domem pomocí odsávacího bodu

Ventilátor i elektrická instalace musí zohledňovat skutečnost, že v potrubí může docházet ke kondenzaci vodní páry. Regulace otáček se provádí elektronickými nebo transformátorovými regulátory změnou napětí a to buď plynulou nebo polohovou. Nastavení počtu otáček i cyklického režimu se provede v závislosti na změřené koncentraci radonu v interiéru. Toto vše jsou však již práce pro odbornou stavební firmu.



Obr. 45. Odsávání radonu z podlaží pod stávajícím domem s pomocí zavrtaných perforovaných trub

OVĚŘENÍ ÚČINNOSTI REALIZOVANÝCH OPATŘENÍ

Po provedení protiradonových opatření, je nezbytné se přesvědčit měřeními o jejich vlivu na koncentraci radonu. Pro tyto účely postačí týdenní měření, které objednejte u firmy vlastníci osvědčení k dané činnosti od SÚJB. Jestliže jste část prací zadali, závěrečné měření si vyžádejte od jiné společnosti. Jedině tak si budete moci být jisti, že je v domě právě taková koncentrace, jaká byla naměřena.

Došlo-li ke snížení EOAR pod směrnou hodnotu 200 Bq/m^3 , opatření je účinné a splnilo své poslání. Doporučujeme ověřit jeho funkčnost dlouhodobě pomocí stopových detektorů s roční dobou expozice.

Výsledek, kdy dojde k výraznému poklesu EOAR, avšak směrná hodnota 200 Bq/m^3 je stále mírně překročena, znamená, že opatření je rovněž účinné, ale buď jsme na nějakou přísunovou cestu zapomněli (nebyla v radonové diagnostice identifikována), nebo se nám ji nepodařilo efektivně odstranit. Další možností je, že při závěrečném měření došlo v důsledku jeho krátkodobosti k nadhodnocení skutečné koncentrace. Poradte se s měřičskou firmou o dalším postupu, zda s pomocí dalších měření hledat neobjevené přísunové cesty, nebo přehodnotit závěrečné měření. I v tomto případě doporučujeme ověřit funkčnost opatření dlouhodobě pomocí stopových detektorů, které by měly odhalit i případnou chybu krátkodobého měření.

V případech, kdy provedená opatření nijak významně neovlivní EOAR v domě, nebo se naopak koncentrace ještě zvýší, se poradte s měřičskou firmou o dalším postupu. Jistě se vyplatí přizvat ke konzultaci odbornou stavební firmu, která má s realizací protiradonových opatření mnohaleté zkušenosti. Instalace stopových detektorů by v tuto chvíli asi nepřinesla žádné nové zjištění.

STÁTNÍ PŘÍSPĚVEK NA REALIZACI PROTIRADONOVÝCH OPATŘENÍ

Stát může – ve smyslu usnesení vlády České republiky č. 538 z 31. května 1999 o Radonovém programu České republiky – poskytnout státní příspěvek na ozdravná protiradonová opatření ve stávajících obytných budovách a rodinných domech.

Další informace můžete získat na okresních úřadech nebo regionálních centrech Státního úřadu pro jadernou bezpečnost nebo na internetových stránkách www.sujb.cz, www.suro.cz.

OBSAH

VZNIK RADONU A JEHO ZDRAVOTNÍ RIZIKA	2
ZDROJE RADONU V DOMECH	2
JAK ZJIŠTIT KONCENTRACI RADONU V DOMĚ	3
PRINCIPY OCHRANY PROTI RADONU NEPŘEKRAČUJE-LI EOAR 300 BQ/M ³	4
TĚSNĚNÍ KONSTRUKCÍ V KONTAKTU S PODLOŽÍM	5
Těsnění trhlín	6
Sanace pasivních trhlín	7
Sanace aktivních trhlín	8
Celoplošná těsnění	11
Prostupy kontaktními konstrukcemi	12
Trativody, vsakovací jímky	13
Revizní šachty	14
Studny	16
OMEZENÍ TRANSPORTU RADONU ZE SKLEPNÍCH PROSTOR DO VYŠŠÍCH PODLAŽÍ	17
Těsnění prostupů stropem	17
Schodišťový prostor	18
Dveře do sklepa	19
ZVÝŠENÍ VÝMĚNY VZDUCHU	23
Větrání přirozené	24
Větrání okny	24
Větrání příčné	25
Větrání šachtové	27
Větrání nucené	29
VĚTRACÍ SYSTÉMY PODLOŽÍ	30
OVĚŘENÍ ÚČINNOSTI REALIZOVANÝCH OPATŘENÍ	32
STÁTNÍ PŘÍSPĚVEK NA REALIZACI PROTIRADONOVÝCH OPATŘENÍ	33