

6 STŘECHY

6.1 Šikmé střechy

Šikmá střecha ve spojení s šupinovitou krytinou byla po staletí jedinou možností, jak chránit budovy před velkým množstvím srážek. A je stále vhodná i dnes.

Půdní prostory dříve často nebyly využívány k obytným účelům, nýbrž ke skladování a sušení. Tyto prostory proto byly dobře větrané a nebyly izolované. V panských domech sloužily mansardy také jako méně hodnotné obytné místnosti pro personál. Tyto komory sice poskytovaly ochranu před deštěm, tepelná izolace v těchto většinou nevytápěných místnostech však byla opomíjena. Až do padesátých let 20. století byl krov většinou tvořen jen tenkými, omítnutými deskami z dřevité vlny nebo rákosovými deskami. Později se na půdní prostory začalo pohlížet jako na plnohodnotné nebo dokonce zvláště atraktivní obytné místnosti a podle toho byly také vybavovány.



Zde bylo při zateplení střechy obnoveno veškeré latování.

Kritéria analýzy stavu

Na rozdíl od vnějších stěn domu se v případě střechy nabízí otázka, zda je smysluplnější starou střechu zachovat nebo ji nahradit novou. Při tomto rozhodování je kromě stavu existující konstrukce rozhodující také pozdější používání a stavebně právní situace. Doporučuje se provést ve fázi plánování srovnávací výpočet nákladů/užitku.

Zůstane-li krov zachován, měl by se stav hodnotit podle následujících kritérií:

● Nosná konstrukce

Jedná se o krokrovou nebo vaznicovou střešní konstrukci? To má význam, jestliže se krokve přemísťují nebo vyměňují (například u střešních oken v ploše střechy nebo vikýřů). Je třeba zkontrolovat polohu a výšku vaznic nebo hambalků, které je případně nutno přemístit v zájmu zachování minimální výšky místnosti, stejně jako stabilitu celého krovu včetně stropu nejvyššího podlaží. Ty musí být schopny zachytit vyšší zatížení budovaného podkroví. Je nutné pečlivě prohlédnout, zda krov není poškozen vlhkostí nebo napaden houbami či škůdci, případně škody je třeba odstranit.

Rozměry stávajících krokví určují nosnost a dodatečné potřebné výšky pro tepelněizolační hodnoty, kterých se má dosáhnout. Ve většině případů výška krokve nestačí k umístění potřebné izolace. Potřebný nárůst lze výborně spojit s eventuální nutností zesílení krokví.

● Krytina

Zbytková hodnota materiálu stávající krytiny se často přeceňuje. Jsou-li střešní tašky starší než 30 let, především jsou-li zatřené maltou, krytina se skládá z materiálu obsahujícího azbest, chybí druhá těsnicí rovina (difuzní bezkontaktní střešní fólie, difuzní kontaktní střešní fólie, spodní střeška) nebo vnitřní konstrukce vykazuje poškození vlhkostí, je vhodná nová krytina. Čištění, třídění a opětovné použití starých tašek je vhodné jen v případě svépomoci.

● Napojení střechy

U bodů napojení na vnější stěny (okapy, štíty, přesahy střechy) je třeba ujasnit, jaké konstrukční a výtvarné důsledky má zdvojení krokví. Jestliže se v téže stavební fázi obnovuje fasáda, vzniká několik nestejných možností.

● Konstrukce půdní části

Kvalita vnitřní konstrukce je ve většině případů objektivně spíše nízká, protože vnitřní povrchy většinou neodpovídají dnešním požadavkům na vzduchotěsnost, ani nelze očekávat rozhodující příspěvek k energetické kvalitě střechy. Důležitá funkce spočívá v tom, že prostor půdy zůstane bez nečistot a může proběhnout sanace z venku v obývaném stavu.

Izolační rohože byly často vtlačeny mezi krokve tak, že nad izolaci nebyla žádná průchozí vzduchová vrstva. Tuhé rohože mezi starými, zdeformovanými krokvemi často vykazují štěrbinu a tepelné mosty. Parozábrana na vnitřní straně nebyla ani čistě položena, ani přilepena. U rohoží z minerálních vláken laminovaných hliníkovými fóliemi byla hliníková fólie dokonce často umístěna na

vnější straně izolace. Je-li izolace v rámci sanace volně přístupná, měla by se odstranit a kontrolovaně zlikvidovat.

● Vedlejší aspekty

Rozhodnutí o druhu konstrukce nové střechy závisí na tom, zda se sanace provádí v obývaném nebo neobývaném stavu a zda práce budou prováděny převážně odbornou firmou nebo svépomocí. Je třeba brát v úvahu také organizaci staveniště, například přístupnost, skladování stavebních materiálů atd.

Cíle a možnosti

Energetické standardy

U žádného konstrukčního dílu budovy nelze s poměrně nízkými náklady dosáhnout tak vysokých standardů izolace jako u střechy. Jelikož téměř všechny střechy je nutno dovnitř nebo ven zdvojit, nemělo by se na této dodatečné vrstvě šetřit. Z hlediska nákladů sotva záleží na tom, jestli zdvojení činí 8, 12 nebo 16 cm, pokud nejsou zapotřebí žádné dodatečné pracovní kroky. *Tab. 6.1* ukazuje škálu tloušťek izolace při různé tepelné vodivosti izolačních materiálů.

Tloušťky izolace pro šikmé střechy (cm)				
Standard	Skupina tepelné vodivosti (WLG)			
	040	035	030	025
Požadavky EnEV pro staré stavby	18 cm	16 cm	14 cm	11 cm
EnEV pro novostavby	22 cm	19 cm	17 cm	14 cm
Pasivní dům	40 cm	35 cm	30 cm	25 cm
Doporučeno	28–40 cm	24–32 cm	21–28 cm	18–25 cm

Konstrukční standardy

Při pokrytí hliněnými taškami, betonovými taškami nebo vlnitými deskami existují v závislosti na sklonu střechy a druhu krytiny rozdílné požadavky na druhou rovinu odvádějící vodu. Při větším sklonu střechy se u novostaveb a při sanaci instalují difuzně otevřené podklady z rouna, fólie nebo asfaltované měkké dřevovláknité desky, vodotěsná spodní střeška je nutná jen u malých sklonů nebo plochých střech. Obě provedení zajistí, že vlhkost pronikající škvírami v krytině (poletující sníh, déšť) je kontrolovaně odváděna a nemůže kapat na konstrukci umístěnou pod ní. V minulosti se k tomu účelu používala krytinová lepenka (asfaltová) s dřevěným obedněním nebo bez něho, fólie (hydroizolační fólie) a v některých krajích olejem napuštěné dřevovláknité desky.

Střešní lepenka a staré hydroizolační fólie mají poměrně vysoký difuzní odpor. To vysvětluje dříve

Tab. 6.1

Orientační hodnoty pro tloušťky izolace u šikmých střech (s podílem 15 % dřeva pro krokve). Je-li izolace instalována nad krokvemi, vycházejí v konkrétních případech menší tloušťky izolace.

Tab. 6.2

Definice pojmů: definice pojmů podstřešní bezkontaktní fólie, podstřešní kontaktní fólie a spodní střecha

Definice pojmů: podstřešní bezkontaktní fólie, podstřešní kontaktní fólie a spodní střecha	
Podstřešní bezkontaktní fólie	Odtoková vrstva odolná proti dešti bez požadavků na difuzi s větrací vrstvou ležící pod ní, dnes zřídka-kdy používáno
Podstřešní kontaktní fólie	Odtoková vrstva odolná proti dešti, difuzně propustná, která se pokládá přímo na izolaci. Standardní řešení pro šikmé střechy.
Spodní střecha	Nezbytná vodotěsná vrstva u velmi málo šikmých střechech s taškovou krytinou. Je požadováno spodní odvětrání nebo početní důkaz vnitřní vrstvy bránící difuzi.

budované zadní odvětrání spodní střechy, popř. hydroizolační vrstvy. Je-li stará spodní střecha izolována zevnitř, existují podle DIN 7108 tři možnosti provedení:

1. Mezi izolací a spodní střechou se instaluje větrací vrstva; navíc musí být izolace chráněna parozábranou na straně místnosti s hodnotou $s_d \geq 2$ m před difundující vodní párou.
2. Vzdáte-li se větrací vrstvy, musí být hodnota $s_d \geq 100$ m.
3. U konstrukcí, které se liší od 1. nebo 2., je nezbytně nutný početní důkaz nepřítomnosti kondenzované vody.

Tab. 6.3

Definice pojmů: difuzní délky podle DIN 4108, část 3

Definice pojmů podle DIN 4108, část 3	
Difuzně nepropustná vrstva ($s_d > 1500$ m)	Dosud: parozábrana – vrstva, která neumožňuje žádnou difuzi.
Difuzně brzdící vrstva ($s_d = 0,5 - 1500$ m)	Dosud: parozábrana – vrstva, která omezuje difuzi vodních par do tepelné izolace určitého stavebního dílu. Skutečně potřebnou brzdící funkci pronikání par lze určit jen se znalostí celé konstrukce vrstvy.
Difuzně otevřená (propustná) vrstva ($s_d \leq 0,5$ m)	Kromě jiných funkcí (např. odvádění vlhkosti a zábrana proti větru) je tato vrstva co nejvíce difuzní a umožňuje tak vysychání izolační vrstvy.
Vysvětlení k hodnotě s_d	Norma DIN 4108 udává pro všechny plošné materiály hodnotu s_d . Hodnota s_d udává tloušťku vzduchové vrstvy s ekvivalentní difuzí v m.

Při všech sanačních pracích je třeba dosáhnout vzduchotěsnosti konstrukce. Hodí se k tomu pásy z armované stavební lepenky, PP rouna nebo PE fólie instalované na vnitřní straně izolace a na všech stranách přilepené.

Dodržení požadavků protipožární ochrany není u střechech s tzv. tvrdou krytinou (keramické tašky, břidlice, betonové tašky) zpravidla žádný problém. Měkká hořlavá krytina jako dřevo, rákos a asfaltové střešní pásy vyžadují v určitých případech dodržení dodatečné vzdálenosti od obklopující zástavby. Při dodatečné výstavbě nebo při přestavbě střechy je třeba dávat pozor na to, aby byly dodrženy minimální vzdálenosti vikýřů a střešních oken od sousední zástavby předepsané z protipožárních důvodů místními stavebními předpisy. Pokud jsou požadované mezí vzdálenosti menší než stávající vikýře a měkká střešní krytina, mohou být stavebními úřady požadována kompenzační opatření (tj. dodatečná ochranná opatření). Při dodatečné výstavbě nebo přestavbě je pro půdní byty požadována druhá úniková cesta. Další požadavky protipožární ochrany se týkají stěn a stropů ke schodišti a oddělovacích stěn a stropů mezi místnostmi (viz příslušné stavební předpisy).

Střecha jako součást pláště budovy musí vyhovovat požadavkům protihlukové ochrany na vnější stavební díly, které se řídí podle příslušné hladiny vnějšího hluku. S dobrou tepelnou izolací je zpravidla splněn i požadavek protihlukové ochrany. Jestliže se výstavbou zřídí nová půdní bytová jednotka, musí být protihluková ochrana prokázána i pro oddělovací stěny a stropy bytu.

8 OKNA

Okna jsou nejen nejcitlivějším prvkem energetické sanace budov, nýbrž také stavebním dílem s největšími možnostmi vlivu na komfort bydlení. Na jedné straně okna rozhodujícím způsobem spoluurčují vnější i vnitřní vzhled budovy, na druhé straně musí jako součást vnější stěny nebo střechy zaručovat splnění požadavků na zimní i letní tepelnou a protihlukovou ochranu a ochranu před povětrnostmi, a mimo to ještě zajišťovat bezpečnost před vloupáním.

Zvláštní význam oken spočívá v osvětlení a větrání obytných místností a ve vytvoření vizuálního kontaktu s vnějším světem. Kvalitní, přirozené osvětlení vnitřního prostoru podstatně přispívá nejen k dobrému zdraví, ale současně vede k úspoře spotřeby elektrické energie na osvětlení: zkrátí-li se doba umělého osvětlení v průměru o dvě hodiny denně, může spotřeba v rodinném domku značně klesnout (např. 700 h/a krát 5 světel po 60 W = 210 kWh/a). Stručně řečeno: okna mají vizuálně spojit vnitřní a venkovní prostor, ale klimaticky je oddělovat.

Přání mít průhledné plochy vnějších stěn a velkoryse prosklené budovy kráčí ruku v ruce s rostoucími požadavky na okna a zasklení: do budovy by mělo pronikat co nejvíce denního světla, aniž by bylo nutné vzdát se kvalit izolovaných vnějších stěn. Razantní vývoj technologie skla (snížení tepelných ztrát z $U = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ u běžného dvojitého zasklení izolačním sklem na $U = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ u trojitého zasklení tepelněochranným sklem) a možnost přesně řídit zisky energie a denního světla vedly



Obr. 8.1

I když ne všude je možný neomezený výhled do dáli, u každé sanace staré stavby existuje šance optimalizovat pohledy ven i dovnitř.

k tomu, že okna již nejsou slabým místem na vnější stěně, nýbrž jsou pokládána za nejvšestrannější a z výtvarného hlediska nejdůležitější stavební díl pláště budovy.

I když nemáte v úmyslu provést zvětšení nebo změnu, dochází k energetickému zlepšení již při výměně starých oken za nová. Okna s hodnotou $U > 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ se dnes již nevyrábějí. Takovou výměnu lze v příznivém případě provést za jediný den. Pracovní náklady na dům jsou u všech různých standardů pro sklo a rámy stejně vysoké

a také vnitřní a vnější připojovací body se neliší.

U sanace starých domů jsou – na rozdíl od novostaveb – vnější podmínky, jako sousední zástavba, ztvárnění vnějšího prostoru, příjezdové cesty atd., definovány a těžko změnitelné. Naproti tomu vestavba nových oken a otvorů nabízí řadu možností ztvárnění, protože kritéria pro vybavení, tvar a velikost oken se v posledních desetiletích změnila.

Obr. 8.2

Výřez pro světlo nad kuchyňským dřezem: cílené denní světlo nad pracovní deskou, výtvarné sladění s vnitřním zařízením a průhlednost ze severu na jih.



Obr. 8.3

Otázka, zda se mají okenní křídla otvírat dovnitř nebo ven, je od zavedení trvale elastických těsnění energeticky zcela bezvýznamná. Je zde možno uplatnit osobní oblibu nebo aspekty využívání (květiny, čištění). Mělo by se vzít v úvahu, že:

- okna otvírající se ven vyžadují zajištění proti náhlým změnám počasí, tzv. větrné háky;

K větrání místností si okna právě u starých staveb nadále zachovávají velkou váhu. V Německu se všechny díly okna tradičně stavějí jako pohyblivá křídla, naproti tomu

- nemohou být vybavena sklápěcími závěsy (pro trvalé letní větrání);
- venkovní stranu jednokřídlových oken nelze čistit (problém v horním podlaží);
- otevřená okenní křídla jsou bez ochrany vystavena dešti.

Okna otevřená ven ovšem působí přivítavěji a nepřekážejí v místnosti.

v Holandsku dávají přednost oknům s malým větracím křídlem ve spojení s velkoplošným pevným zasklením, což je cenově značně příznivější řešení.



Tab. 8.1

Projektované cíle a možnosti ztvárnění při výměně oken.

Přání/cíle	Možnosti ztvárnění
Energetické aspekty Zlepšení energetické bilance a přirozeného osvětlení. Zvýšení tepelného a vizuálního komfortu bydlení.	Světové strany oken. Velikosti a proporce oken. Druh skla a tloušťka rámu, popř. podíl rámu.
Osvětlení místností Cílené zdůraznění jednotlivých světových stran (ranní/večerní slunce).	Simulace průběhu slunce a vyznačení hran stínu.
Prostorové vztahy Optimalizace vizuálního kontaktu mezi vnitřním a vnějším prostorem. Přizpůsobení pohledům ze sousedství	Změna uspořádání oken ve stěně. Velikost, výška a šířka Opatření k vizuálnímu zaclonění ve venkovním prostoru.

10 VÝMĚNA TOPENÍ

Podobně jako u tepelné ochrany existují i při výrobě tepla a teplé vody velké kvalitativní rozdíly, které je třeba nejpozději od zavedení vyhlášky EnEV 2002 posuzovat diferencovaně. Systém bonusů a malusů vyhodnocuje energetickou účinnost topného zařízení a jeho ekologičnost a klasifikuje pomocí ní potřebu primární energie pro zásobování budovy teplem. Tato bilance primární energie bere v úvahu i ztráty při transportu a převodech energie, než se v topném zařízení převede na teplo. Topné zařízení se tak stává vedle tepelněizolačního standardu pláště budovy rozhodujícím faktorem pro dosažitelný standard potřeby energie. (viz také kap. 3).

V rámci posouzení existujícího stavu je třeba zjistit, zda stávající topný systém ještě bude stačit budoucím požadavkům. Nové topení lze koncipovat a optimalizovat na základě analýzy existujícího stavu a stanovení cíle uživatele.

10.1 Zjištění existujícího stavu

Převažující část starších staveb je již vybavena ústředním topením. Podíl budov s lokálními topidly je dnes velmi malý. V rámci sanace je přechod na ústřední vytápění téměř nevyhnutelný. Data a fakta, která je třeba zjistit v rámci důkladného zjištění existujícího stavu, jsou shrnuta v tab. 10.3.

Zjištění existujícího stavu: kotel

Váš kotel je mnohem starší, než si myslíte. I kdyby vydržel ještě 10 let, jeho účinn

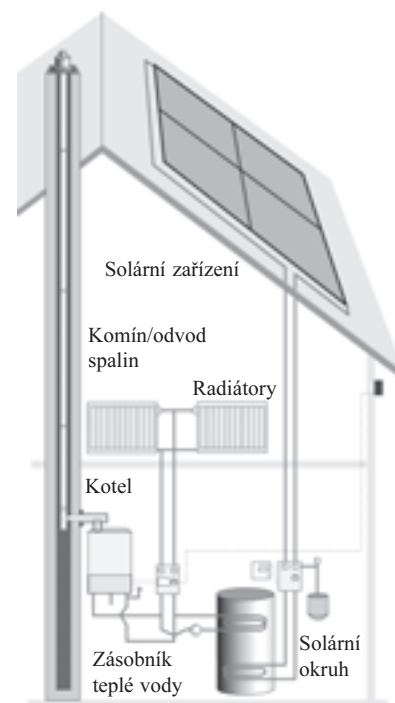
ost přeměny energie je na pováženou. Stručný kontrolní seznam (tab. 10.2) umožňuje získat první dojem o kvalitě kotle. Platí-li uvedená kritéria ve více než jednom bodě, vyplatí se uvažovat o novém budoucím zásobování domu teplem.

Jakmile je provedena tepelná izolace pláště budovy moderními prostředky (kap. 4 až kap. 8), jsou topný kotel i topná tělesa v důsledku snížení potřeby tepla předimenzovány, což ovšem u topných těles není nevýhodou. Je-li podíl výkonu kotle a obytné plochy nad orientační hodnotou 0,15 kW/m²,

Tab. 10.1

Závislost potřeby primární energie na zvoleném systému topení u sanované starší stavby s danou potřebou topného tepla podle EnEV. V závislosti na volbě topného systému lze požadovanou potřebu primární energie snížit až na jednu třetinu „normální“ hodnoty.

Potřeba primární energie u různých kombinací topného systému podle předpisu EnEV				
Pokrytí potřeby energie k topení pomocí těchto topných zařízení	Bez dodatečných opatření	Se solárními zařízeními pro teplou užitkovou vodu	Se solárními zařízeními pro přípravu teplé vody a podporou topení	S ventilačním zařízením s rekuperací tepla
Nízkoteplotní plynový kotel	100 %	88 %	81 %	85 %
Nízkoteplotní olejový kotel	100 %	88 %	81 %	85 %
Plynový kondenzační kotel mimo tepelný plášť	92 %	80 %	73 %	79 %
Plynový kondenzační kotel uvnitř tepelného pláště	89 %	78 %	72 %	77 %
Peletový kotel	33 %	30 %	28 %	34 %
Tepelné čerpadlo země-voda	63 %	56 %	52 %	57 %
Elektrický přímotop	158 %	146 %	133 %	125 %



Obr. 10.1

Nejdůležitější součásti systému topení a přípravy teplé vody s podporou solární energie.

Požadavky předpisu EnEV 2002/2007

Vyhláška pro úspory energie EnEV 2002/2007 předepisuje náhradu starých kotlů (> 4 kW a < 400 kW), které byly uvedeny do provozu před 1. 10. 1978, kondenzačními nebo nízkoteplotními kotly. Přístupná neizolovaná vedení v nevytápěných prostorech musela být do 31. 12. 2006 dodatečně izolována. Výjimky: pokud byl hořák nainstalován po 1. 1. 1996, prodlužuje se lhůta pro výměnu do 31. 12. 2008.

tedy nad hodnotou 15 kW výkonu kotle na 100 m² obytné plochy, lze v každém případě doporučit výměnu kotle, i když roční měření zplodin kominíkem potvrzuje ještě přijatelné ztráty.

Všechny předimenzované kotle vykazují podstatně menší topenářskou účinnost a vyšší ztráty z prostojů a pohotovostní ztráty než moderní kondenzační kotle. V důsledku předimenzování pracují staré kotle daleko pod jmenovitým výkonem, a tudíž se silně sníženým koeficientem využití (obr. 10.8). Výměnu kotle opravňuje také silná koroze, nefungující regulace nebo jiné bezpečnostní nedostatky.

Kromě stavu kotle je třeba zaznamenat druh a velikost kominu a revizní otvory u paty a ústí kominu. V této souvislosti se doporučuje prověřit a zdokumentovat i jiné kominy v budově. Mohou být případně využity pro další topeniště nebo jako větrací šachty. Příslušný zodpovědný kominík by měl být zavčas zapojen do sanačních úvah, což později usnadní nezbytnou kolaudaci.

Je do topení zahrnuta i příprava teplé vody? Odpovídá velikost a tepelná izolace zásobníku teplé vody ještě současným požadavkům? Je zásobník vhodný pro zahrnutí rekuperace energie (objem zásobníku, výměník tepla)? Přímou vytápěné plynové zásobníky teplé vody – zejména zásobníky bez odtahového hradítka – byly instalovány do osmdesátých let a měly by se na základě systémově podmíněných extrémně špatných účinností bezpodmínečně vyměnit.

Zjištění existujícího stavu: regulace

Topný výkon, který je do budovy přiváděn, je řízen teplotou kotle nebo teplé vody (výstupní větev). Mnohá topná zařízení – i ta s nízkoteplotními kotly – byla do 90. let vybavena tří až čtyřcestnými směšovači a odpovídající regulací, která zajišťovala, aby teplota vody v kotli neklesla pod 50 °C (ochrana proti korozi pro kotle starší výroby). Tento způsob provozu přináší energetické ztráty a dnes již není v souladu se současným stavem techniky.

Ve větších domech bylo dříve instalováno více topných okruhů, rozdělených např. podle orientace ke světovým stranám, se směšovačem a čerpadlem pro každý okruh.

V takových případech je třeba zjistit počet okruhů a při sanaci jej změnit. U dobře izolovaných budov s fungujícími termostatickými ventily a hydraulickým vyrovnává-

Kontrolní seznam pro topný kotel		
Kritérium	Existující stav	Doporučení
Palivo (zemní plyn, tekutý plyn, topný olej, pevná paliva)	Olej	
Výkon kotle	50 kW	Když je podíl výkonu kotle v kW a obytné plochy větší než 0,15 (150 W/m ²), je kotel v každém případě předimenzován. U dobře sanovaných budov činí podíl 0,03 až 0,07 kW/m ² (30 až 70 W/m ²).
Rok výroby kotle	1977	Kotle starší než 20 let musí být vyměněny.
Teplota vody kotle konstantní?	Ano	Je-li teplota vody kotle konstantní (např. pro přípravu teplé vody), pak doporučujeme výměnu. Jestliže kotel v létě často naskakuje, aby udržel teplotu, jsou pohotovostní ztráty příliš vysoké.
Optický stav kotle: Stav údržby, péče, povrchové teploty	Koroze viditelná	Když jsou koroze a vzhledové nedostatky viditelné, je rozhodnutí pro sanaci snazší.
Teplota místnosti v místě instalace (při nevyhřátém sklepe)	25 °C	Při teplotách kotelny nad 22 °C je třeba výměnu kotle zvažovat, pokud jsou trubky a armatury dostatečně tepelně izolované.
Teplota zplodin	210 °C	Pokud je teplota nad 200 °C, topíte pánu bohu do oken! Něco na zařízení nesedí: prohlídka je nutná, popřípadě doporučujeme výměnu.
Ztráta zplodinami podle protokolu kominíka	12 %	Když jsou vyšší než 11 %, měla být údržba/výměna již provedena.

11 VĚTRÁNÍ

11.1 Nezbytnost větrání

Vzduch v domě musí být pravidelně vyměňován, aby se z vnitřních prostorů odváděla vlhkost a škodlivé složky vzduchu a přiváděl se čerstvý nespotebovaný vzduch k dýchání. Výměna vzduchu by na jedné straně měla udržovat energetické ztráty na minimu, na druhé straně by však měla zajistit optimální kvalitu vzduchu.

Vytvoření vzduchotěsného pláště budovy je nyní důležitým cílem energetické sanace, aby se omezily ztráty tepla a zabránilo se škodám způsobeným vlhkostí z kondenzované vody v konstrukci. Protože tak zvaná nekontrolovaná výměna vzduchu škvírami u oken a netěsnostmi v sanované budově odpadá, musí se v nízkoenergetických domech a dobře zateplených starých stavbách zajistit jiný druh regulované výměny vzduchu. Mechanické ventilační zařízení nás tak může zbavit nutnosti k tomuto účelu v pravidelných intervalech otvírat a zavírat okna.

Kolik vzduchu potřebujeme?

Větráme proto, abychom se cítili příjemně a vyhnuli se zdravotním zátěžím způsobeným škodlivinami ve vzduchu obsaženém v místnosti. Velikost potřebné výměny vzduchu určují následující vlivy:

- Je třeba odvádět vlhkost uvolněnou dýcháním a pocením, ale také vařením, sprchováním sušením prádla a pokojovými rostlinami.
- Koncentrace CO_2 v místnostech, způsobená spotřebou kyslíku při dýchání spo-

lu s množstvím CO_2 , který již byl ve vzduchu přítomen, by v obytných místnostech neměla překročit mezní hodnotu 0,1 obj. % CO_2 (podle Pottenkofera).

- Při mimořádném použití (kouření, slavnosti atd.) je nutno výměnu vzduchu zvýšit.
- Škodliviny, předávané do vzduchu stavebními materiály a nábytkem, například oxidy dusíku, aldehyd, ředidla, jemný prach, plynný radon ze stavebních materiálů a ze země, by se měly přívodem čerstvého vzduchu ředit na neškodné koncentrace.

U prvních 3 bodů se jedná o způsob a rozsah využívání, které určují potřebnou

Určení potřebného přísunu čerstvého vzduchu	
Potřeba čerstvého vzduchu	Objemový průtok
1. Přívod čerstvého vzduchu vztážený na 4 osoby po 30 m ³ /h	120 m ³ /h
2. Objemový průtok odpadního vzduchu podle místností	
– 1 koupelna 40 m ³ /h	40 m ³ /h
– 1 kuchyně 60 m ³ /h	60 m ³ /h
– 1 WC 20 m ³ /h	20 m ³ /h
Objemový průtok odpadního vzduchu celkem	120 m ³ /h
3. Minimální objemový průtok podle normy DIN 1946 T6, tabulka 1	120 m ³ /h
Zvolený jmenovitý objemový průtok 160 m³/h	
Větráný objem	294 m ³
Větráná plocha	109 m ²
Jmenovitá výměna vzduchu	0,41 /h
Jmenovitý objemový průtok na m ²	1,1 m ³ /hm ²

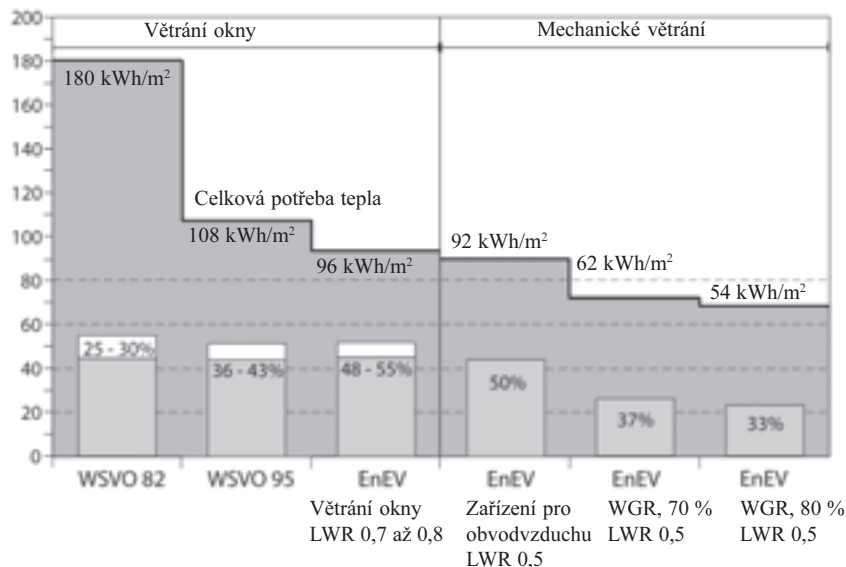
výměnu vzduchu. Dodatečnému zatížení emisemi škodlivin ze stavebních materiálů, nábytku, kobereců a dalšího vybavení lze zabránit při výstavbě interiéru (povrchy a barvy),

Stupnice koncentrace CO_2	
Obj. %	Působení
0,038	Přirozená koncentrace ve vzduchu (volná krajina).
0,07	Koncentrace ve vzduchu v centru města.
0,1	Směrná hodnota pro čerstvý vzduch v interiéru (podle Pettenkofera).
0,15	Hygienická směrná hodnota čerstvého vzduchu v interiéru (podle normy DIN 1946-2).
0,3	Hodnota MIK, při které nedochází při dlouhodobém působení k zdravotním rizikům.
0,5	Mezní hodnota MAK při denním působení po dobu 8 hodin za den.
1,5	Nárůst dechového objemu v čase o více než 40 %.
4,0	Výdechovaný vzduch.
5,0	Nástup bolestí hlavy, nevolnosti a bezvědomí.
8,0	Bezvědomí, smrt po 30 až 60 minutách.

Tab. 11.1
Různé koncentrace CO_2 a jejich působení.

Tab. 11.2
Zjištění potřeby čerstvého vzduchu (tj. jmenovitého objemového průtoku) pro rodinný domek.

kWh/m² Podíl ztrát tepla větráním na celkové potřebě tepla



Obr. 11.1

Podíl ztrát tepla větráním na celkové potřebě tepla budovy narůstá se stupněm tepelné izolace, takže mechanickým větráním lze ve srovnání s větráním okny dosáhnout energetických úspor.

Při větrání okny se intenzita výměny vzduchu pohybovala (**LWR**) od 0,6 do 0,8/h. U nízkoenergetických domů s konvenčním větráním je podíl ztrát tepla větráním vyšší než 50 %, takže jednoduché zařízení pro odvod odpadního vzduchu, které omezí intenzitu výměny vzduchu na hygienicky nezbytnou míru (0,55/h podle předpisu EnEV) přinese citelné úspory. Větrací zařízení s rekuperací tepla **WRG** (řízený přívod a odvod vzduchu) může podíl ztrát tepla snížit asi na 30 %.

Tab. 11.3 (vlevo dole)

Generování vodních par v bytech. Pramen [4].

Tab. 11.4 (vpravo dole)

Výměna vzduchu při různých způsobech větrání uživatelem. Pramen [1].

Generování vodních par v bytech	
Lidé	
lehká aktivita	30 až 60 g/h
středně těžká práce	120 až 200 g/h
těžká práce	200 až 300 g/h
Koupelna	
vana	cca 700 g/h
sprcha	cca 2600 g/h
Kuchyně	
vaření a práce střed dne	600 až 1500 g/h
	100 g/h
Pokojové květiny a rostliny	
např. fialka	5 až 10 g/h
kapradina	7 až 15 g/h
středně velký gumovník	10 až 20 g/h
Schnoucí prádlo, náplň 4,5 kg	
odstředěné	50 až 200 g/h
odkapávající	100 až 500 g/h

popřípadě vhodnou volbou materiálu při nákupu zařízení. Tam, kde se takovým zátežím nelze vyhnout nebo je nelze odstranit, je třeba zásadně zvýšit objemy výměny vzduchu. Celkově musí být výměna vzduchu taková, aby byly splněny následující požadavky:

- Na každého obyvatele je zapotřebí výměna vzduchu 30 m³/h. Při průměrné tělesné činnosti toto množství vzduchu stačí k udržování koncentrace CO₂ pod 0,1 obj. % a vlhkosti vzduchu asi na hodnotě 50 %.
- V koupelnách, kuchyních a WC musí být odsáváno dostatečné množství vzduchu, aby byly odváděny zápachy a škodliviny.
- Další mezní hodnotu stanovuje norma DIN 1946, část 6, „Vzduchotechnika: Větrání bytů, požadavky, provedení, přejímka“.

Tab. 11.2 ukazuje na příkladu, jak se z těchto požadavků zjistí jmenovitý objemový průtok pro přiměřené větrání.

Výměna vzduchu za různých podmínek		
Větrací opatření	Výměna vzduchu	Doba otevření pro 1 výměnu vzduchu
Utěsněná okna a dveře	0,1 až 0,3/h	
Netěsné domy (průměr)	až 2,0/h	
Regulovatelná větrací šterbina (dávkovací ventilátor)	0,2 až 0,8/h	75 až 300 min.
Okno vyklopeno bez průtahů	0,8 až 0,25/h	24 až 75 min.
s průtahem	2 až 4/h	15 až 30 min.
Okno zcela otevřeno bez průtahů	9 až 15/h	4 až 7 min.
s průtahem	>20/h	až 3 min.