OPTIMAL|ZMUS

NÍZKONÁKLADOVÉ PASIVNÍ STAVITELSTVÍ

NOVÝ KONCEPT TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ PRO NÍZKONÁKLADOVÉ PASIVNÍ DOMY

TECHNICKÉ ZAŘÍZENÍ BUDOV

Cílem tohoto textu je seznámit čtenáře s uceleným systémem nově vyvinutých jednoduchých levných a spolehlivých technických zařízení pasivního domu. Tento systém zahrnuje vytápění, beznákladovou klimatizaci, ohřev vody, ventilaci s rekuperací a úsporu vody.

Ústřední myšlenka pasivního domu je již 25 let stejná – minimalizovat výměnu tepla mezi vnitřkem a vnějškem domu co nejlepší tepelnou izolací obálky domu. Pak jen malé množství dodávaného či odebíraného tepla stačí pro udržení požadované teploty v domě. Ať je v zimě venku jakkoliv, pasivní dům udrží bez topení v celém svém vnitřním objemu příjemnou teplotu po více než 24 hodin. Pokud pak někde v domě zatopíme, tj. dodáme teplo, to se nám po domě rychle „rozleze“, teplota v domě se zvedne např. o 1 °C a bude tam dalších 24 hodin příjemně. Není-li venku mráz, stačí zatopit obden. Kolísání teploty o 1 °C rozhodně nelze považovat za diskomfort, neboť v létě jsme zvyklí na mnohem větší kolísání teploty v domě. Je třeba se ostře ohradit proti snahám „odborníků“ na projekci a regulaci otopných soustav, kteří se do pasivních domů snaží prosadit „sofistikované“ regulační a otopné systémy. Evidentně jde o zbytečnou a drahou investici navíc spojenou s rizikem, že po jisté době nebude nikdo schopen systém opravit.

V horkém létě je požadavek na udržení příjemné vnitřní teploty v pasivním domě komplikován tím, že přes den se dům průběžně ohřívá nejen vnitřními zdroji tepla, ale i pronikáním slunečního záření a výměnou vzduchu. Ochlazení domu můžeme dosáhnout intenzivním větráním v nočních hodinách. Takto lze zajistit teplotu v pasivním domě pod snesitelnými 27 °C. Vyššího tepelného komfortu v létě lze dosáhnout použitím klimatizace. Standardní klimatizační zařízení jsou ale investičně i provozně drahé aktivní systémy a do konceptu pasivního domu příliš nezapadají. Možná proto vznikl obor tzv. „inteligentních budov“ nabízející automatizované systémy pro úspory energie a zvýšení komfortu vnitřního prostředí, které „chytře“ ovládající žaluzie, ventilaci, klimatizaci či topení. Takové systémy se většinou instalují do nepříliš dobře zateplených domů, neboť tam lze jejich uplatnění, byť velmi nepřesvědčivě, ekonomicky obhájit.

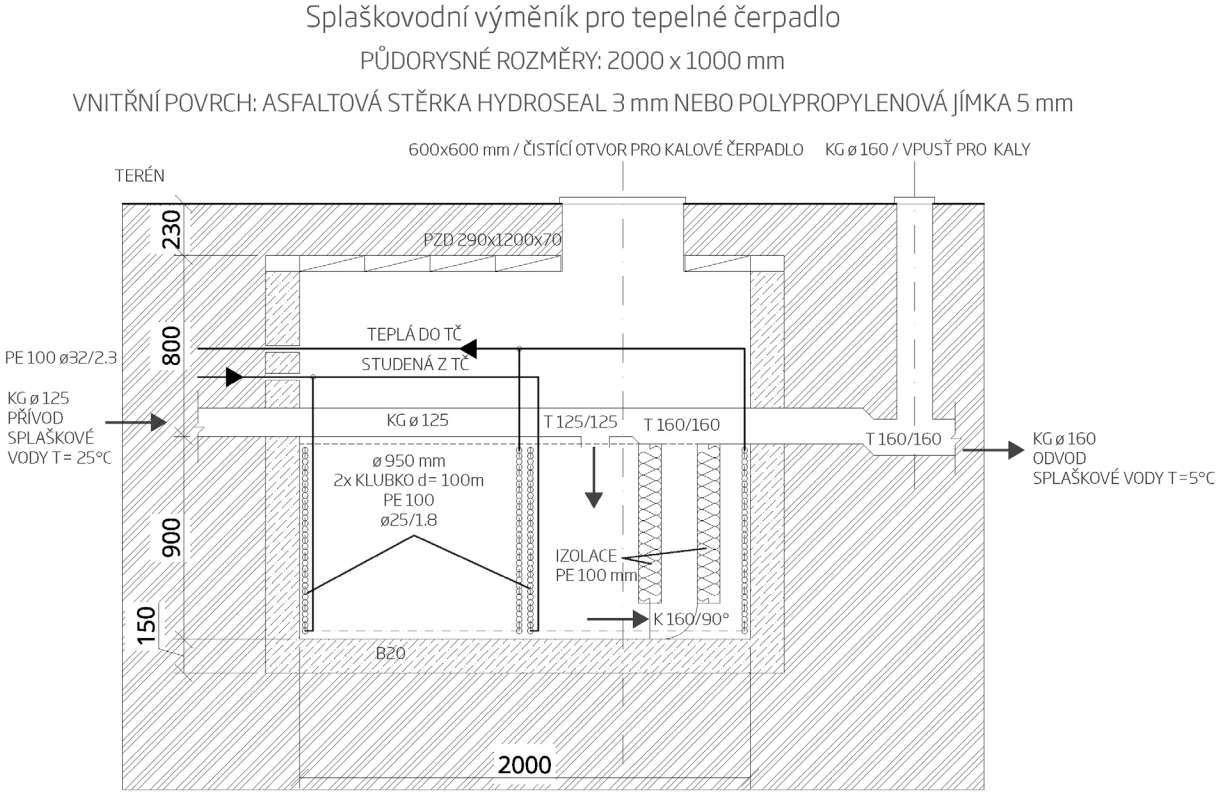
Klimatizaci pasivního domu, jako takovou, nelze ale šmahem odsoudit. Lze ji totiž realizovat i tím, že teplem z domu je pomocí tepelného čerpadla ohřívána voda v bojleru, nebo je teplo z domu beznákladově ukládáno zpět do země pro budoucí potřebu v zimě. Pokud tedy klimatizace nic nestojí a lze ji řídit prostým nastavením teploty na prostorovém termostatu pro topení, je naopak správné ji plně využívat. Pak totiž odpadnou investice a starosti spojené s ochranou před pronikáním slunečního záření, větrat lze podle libosti a život v domě není třeba kvůli udržení tepelné pohody svazovat nějakým režimem.

NOVÝ PŘÍSTUP K VYTÁPĚNÍ A KLIMATIZACI PASIVNÍHO DOMU

Pro pasivní dům je charakteristická jeho velmi nízká spotřeba tepla na vytápění. To vede k myšlence získávat teplo potřebné k vytápění a ohřevu teplé vody pomocí malého tepelného čerpadla ze zeminy pod domem a splaškové vody vypouštěné z domu. Dům lze pak v létě beznákladově chladit (klimatizovat) odváděním tepla z domu do zeminy pod domem prostou cirkulací kapaliny mezi zemním výměníkem a podlahovým topením (v létě majícím funkci podlahového chlazení).

Vlastní podlahové topení může být jednoduché a levné, do podlah v celém domě je třeba zabetonovat jen asi 400 m hadic. Teplotní dilatace v betonové desce s podlahovým topením nehraje roli, protože podlahové topení pracuje při velmi malých výkonech v oblasti teplot 15 až 30 °C. U pasivních domů bývá množství tepla získaného při letním chlazení přibližně stejné jako množství tepla potřebného na zimní vytápění. V létě tedy zemní výměník teplem nabijeme a v zimě zase vybijeme, zemní výměník pak nemusí být umístěn mimo dům, aby se v létě prohříval sluncem. Zemní výměník můžeme uložit pod dům do základových pasů a pod základovou desku.

Výkopové práce navíc jsou potřeba pouze pro vybudování jednoduchého protiproudého splaškovodního výměníku, který může být trvalým zdrojem odpadního tepla, viz Obr. 1 a lze z něj denně získat asi 10 kWh. Základem tohoto výměníku je jednoduchá obetonovaná plastová jímka, do níž jsou vloženy protiproudé výměníky s polyetylénových hadic. Správná činnost výměníku je zajištěna přívodem teplé splaškové vody na úroveň hladiny v jímce a odvodem ochlazené splaškové vody ze dna jímky (viz šipky). Konstrukce vnitřního kanalizačního potrubí zajišťuje, že i při ucpání odvodu ze dna jímky může splašková voda odtékat. Asi jednou za rok je nutno provést revizi výměníku a případně odčerpat kaly ze dna jímky malým kalovým čerpadlem.



Obr. 1

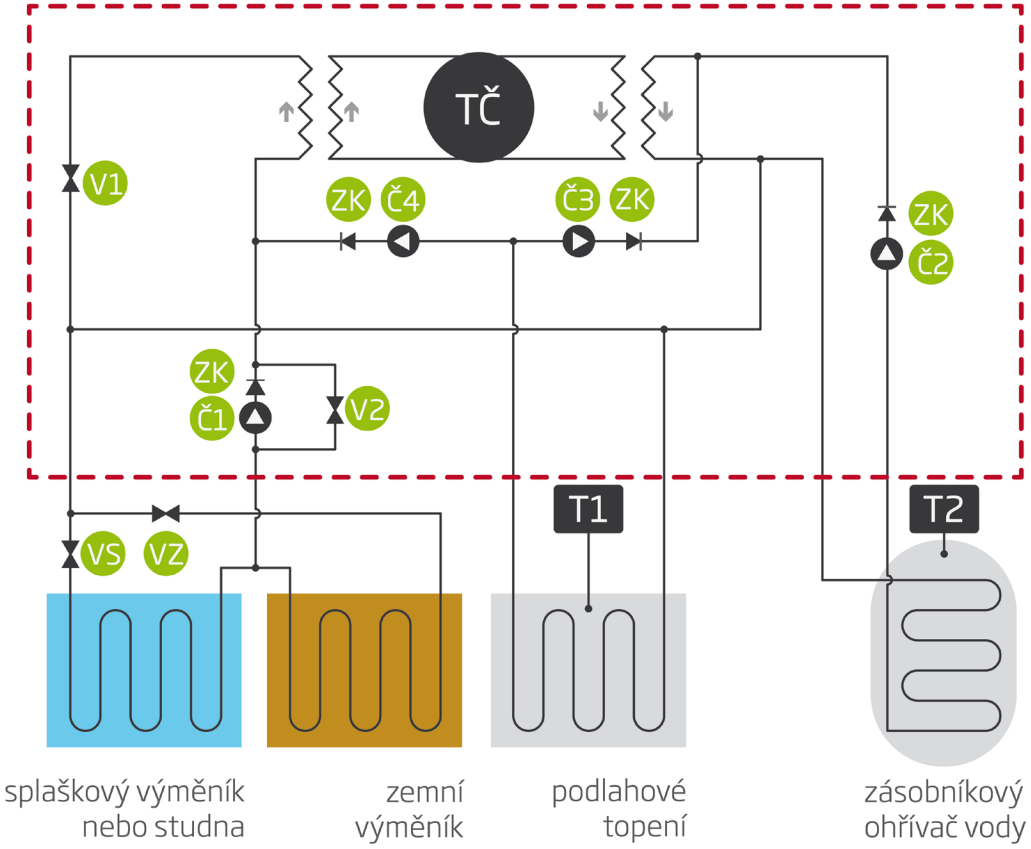
KOMPAKTNÍ JEDNOTKA S TEPELNÝM ČERPADLEM

Za účelem zimního vytápění, letního chlazení a ohřevu teplé vody byla vyvinuta a vyzkoušena, a nyní je již vyráběna, kompaktní jednotka s tepelným čerpadlem. Ta plní následující funkce.

V zimě:
vytápění domu podlahovým topením a přípravu teplé vody v boileru teplem získaným pomocí tepelného čerpadla ze splaškovodního výměníku a ze zemního výměníku pod domem.
V létě:
přípravu teplé vody teplem získaným pomocí tepelného čerpadla z podlahového topení a beznákladové chlazení domu cirkulací kapaliny mezi podlahovým topením a zemním výměníkem pod domem. Při chlazení domu se doplňuje teplo do zemního výměníku pod domem na zimu.

Schéma kompaktní jednotky s tepelným čerpadlem a způsob jejího připojení k okolním prvkům (splaškovodnímu výměníku, zemnímu výměníku, podlahovému topení a bojleru) je znázorněno na Obr. 2.

Kompaktní jednotka s tepelným čerpadlem, schéma a způsob připojení



Obr. 2

Zimní a Letní režim provozu kompaktní jednotky se přepíná ručně na řídícím panelu jednotky, viz Obr. 3, pomocí přepínače Zima/Léto. Jednotka je řízena prostorovým termostatem T1 regulujícím teplotu v domě v Zimním i Letním provozu a bojlerovým termostatem T2 regulujícím teplotu v bojleru. Na ovládacím panelu jsou i čtyři displeje teploměrů Výměník výstup, Výměník vstup, Topení výstup, Topení vstup dávající přehled o fungování systému a teplotách v jednotlivých částech systému.

Obr. 3. Kompaktní jednotka s tepelným čerpadlem. Finální design jednotky bude ještě upravován.

Přepnutí z Letního provozu na Zimní provedeme na podzim tehdy, když teplota v domě nepatrně klesne pod komfortní teplotu (odhadem v září/říjnu). Na jaře pak systém přepneme zpět tehdy, když se v domě bez topení spolehlivě drží komfortní teplota (odhadem v květnu/červnu). Je si třeba uvědomit, že přepnutí mezi Zimním a Letním provozem způsobí změnu tepelných podmínek v domě. Přepnutím do Letního provozu začne být dům mírně chlazen odebíráním tepla pro ohřev vody z podlahového topení. Toto chlazení ustane přepnutím na Zimní provoz. Topit by se mělo začít až koncem listopadu a topná sezona by měla skončit začátkem března. To pohlídá sám prostorový termostat T1 (viz obr. 2) stejně jako klimatizaci v létě.

Po přepnutí na Zimní provoz se doporučuje odebírat teplo jen ze splaškovodního výměníku coby trvalého zdroje odpadního tepla (Zimní provoz I), a šetřit tak teplo v zemním výměníku na pozdější část topné sezony (Zimní provoz II). Na Zimní provoz II, kdy jsou nároky na množství tepla vyšší, přepneme tehdy, až teplota kapaliny přicházející ze splaškovodního výměníku (teploměr Výměník výstup, viz Obr. 3) klesne pod asi 5 °C. Předpokládá se, že by k přepnutí mělo dojít přibližně na přelomu roku. Zhruba koncem února je vhodné opět přepnout na Zimní provoz I (zemní výměník může již být vyčerpán a splaškovodní výměník jako zdroj tepla postačuje). Přepínání režimů během roku shrnuje Tabulka 1 (chybí).

Přepnutí mezi Zimními provozy I a II spočívá v ručním zavření/otevření kulového ventilu VZ na okruhu zemního výměníku, viz Obr. 2, přičemž kulový ventil VS na okruhu splaškovodního výměníku zůstává otevřený, jak je popsáno v Tabulce 2. Ta udává i nastavení těchto ventilů v Letním provozu, kdy je ventil VZ otevřený a ventil VS zavřený.

Jako téměř každé technické zařízení budov vyžaduje i kompaktní jednotka s tepelným čerpadlem ruční přenastavení (v tomto případě čtyřikrát do roka), které je vhodné spojit s kontrolou, zda vše správně funguje. Vzhledem k tomu, že se kompaktní jednotka stará o vytápění a klimatizaci domu i o přípravu teplé vody, není pozornost, kterou kompaktní jednotka vyžaduje, nijak přemrštěná. Pro srovnání, při vytápění zemním plynem vyžaduje kondenzační plynový kotel každoroční revizi, která přijde na asi 1000 Kč a asistence u revize zabere asi hodinu.

V případě využití kompaktní jednotky dům nepotřebuje komín a není třeba ani budovat plynovou přípojku a rozvod plynu v domě. To vše jsou nemalé úspory investičních i provozních nákladů. Navíc díky tepelnému čerpadlu získá celý dům výhodnější sazbu pro veškerý odběr elektřiny. Topení a ohřev vody plynem vyjde alespoň o 50 % dráže než pomocí kompaktní jednotky. Investice do otopného/chladícího systému s kompaktní jednotkou ohřívajícího vodu v 200 l zásobníku by neměly přesáhnout 200 tisíc Kč, provozní náklady tohoto systému by v rodinném domku neměly přesáhnout 5 tisíc Kč ročně. Předpokládaná životnost kompaktní jednotky (kompresoru v ní) se blíží sto letům (životnost kompresoru je udávána asi 8 let trvalého provozu a v pasivním domě pojede méně jak z 1/10). Jednotlivé prvky jednotky jsou ovládány čtyřmi shodnými relé (výrobce garantuje 10 milionů sepnutí), která jsou zasunuta v paticích. Oprava řídícího systému jednotky může spočívat jen ve výměně vadného relé zasunutého do patice. Relé jsou k jednotce přidána jako náhradní díly.

V úvodu zmíněná vysoká tepelná setrvačnost pasivního domu umožní v budoucnu plně využívat tzv. chytré sítě. Podobně jako se bude prát, mýt nádobí či nabíjet elektromobil, bude se v pasivním domě i topit a ohřívat voda (akumulace v 200 l bojleru dostačuje na celý den) jen tehdy, když je elektřina v rámci denního chodu nejlevnější. Navíc, abychom v zimě využili tepelné zisky ze slunce, lze jednoduchý prostorový termostat nastavit tak, aby se přes den, kdy může být dům vyhříván slunečním zářením, vůbec netopilo a dům byl večer dotopen jen tehdy, pokud nebyl přes den dostatečně vyhřátý sluncem.

U systému s kompaktní jednotkou můžeme vysledovat řadu synergetických jevů. Sama jednotka plní hned tři funkce: topí, ohřívá vodu a beznákladově chladí. Podlahové topeni je využíváno i ke klimatizaci. Zemní výměník slouží k ukládání tepla při chlazení i jako zdroj tepla pro topení. Díky beznákladovému chlazení není třeba jakkoliv řešit ochranu domu před přehříváním v létě. Nemá smysl uvažovat o topení zemním plynem, odpadá proto potřeba budovat přípojku plynu, rozvod plynu po domě i komín.

NOVÝ ZPŮSOB REKUPERACE TEPLA Z ODSÁVANÉHO (ODPADNÍHO) VZDUCHU

Jedna z důležitých zásad provozu pasivního domu je využívání tepla z odpadního vzduchu při řízeném větrání. Standardně se to dělá protiproudým rekuperátorem vzduch-vzduch, kde je předáváno teplo ze vzduchu odváděného vzduchu přiváděnému. Čerstvý vzduch z venku nejdříve vstoupí přes filtr do rekuperátoru, kde je odpadním vzduchem ohřát, a z něj je rozveden po domě do obytných místností. Degradovaný vzduch odsávaný z WC, koupelny a kuchyně je přiveden do rekuperátoru, kde předá část své vnitřní energie, a z něj je vypuštěn ven. Tak vznikne v domě zónování vzduchu s nejlepším vzduchem v obytných místnostech a nejhorším na WC. Kvůli možnosti zamrznutí rekuperátoru v mrazivém počasí bývá nasávaný vzduch předehříván v zemním registru nebo zvláštním modulem rekuperátoru – topnou elektrickou spirálou. Standardní ventilační systém s rekuperací je poměrně složitý a ekonomicky nerentabilní, má opodstatnění hlavně z důvodu navýšení komfortu bydlení (nemusí se větrat otevíráním oken, ne každý to však hodnotí jako klad). Ekonomický přínos standardního systému je pouze v topné sezóně, což je v pasivním domě asi 1/3 roku.

Teplo z odsávaného vzduchu lze získat i jednodušeji, pokud potřebujeme ohřívat nějaké médium o podstatně nižší teplotě, než má odsávaný vzduch. Takovým médiem je studená voda přicházející ze zemního rozvodu určená pro přípravu teplé vody. Vhodným rekuperátorem vzduch-voda můžeme teplem z odsávaného vzduchu celoročně předehřívat veškerou teplou vodu z teploty 7 °C na teplotu přes 20 °C. Takto získáme celoročně více tepla než standardním rekuperátorem vzduch-vzduch, systém je ale několikanásobně jednodušší a levnější.

Srdcem nového systému pro rekuperaci je zásobníkový rekuperační výměník vzduch-voda, viz Obr. 4. Vzduch je hnán velmi účinným, tichým a regulovatelným ventilátorem svrchu dolů v mezeře kolem nerezové tlakové nádoby a díky nalepeným hliníkovým žebrům účinně předává teplo vodě v nádobě přes její stěnu. Ochlazený vzduch vystupuje z výměníku v jeho spodní části a s případným kondenzátem je vypouštěn ven. Tím, že je vzduch hnán mezerou svrchu dolů, studená voda je přiváděna na spodku nádoby a předehřátá voda je odváděna na vrchu nádoby, výměník funguje protiproudým způsobem. Objem nádoby 165 l zaručuje dostatečné vyrovnání v čase mezi trvalým prouděním vzduchu a nerovnoměrnou denní spotřebou teplé vody.

Obr. 4. Zásobníkový rekuperační výměník vzduch-voda

Zásobníkový rekuperační výměník může být použit dvěma základními způsoby.

I. Ten jednodušší způsob je, že vzduch se rekuperačním výměníkem pouze odsává pomocí sběrného potrubí z kuchyně, koupelny a WC a o přívod vzduchu se buď vůbec nestaráme (vzduch přichází do domu existujícími netěsnostmi), nebo nastavujeme okna do polohy mikroventilace v místnostech, kde právě jsme. Takový způsob větrání může teoreticky vyvolat pocit tepelné nepohody, protože odněkud „táhne“ studený vzduch z venku. Prakticky však nemusí být problém vůbec vnímán, pokud je výměna vzduchu přiměřená a kvalitní tepelná izolace pasivního domu výrazně navýší tepelný komfort oproti běžné budově.

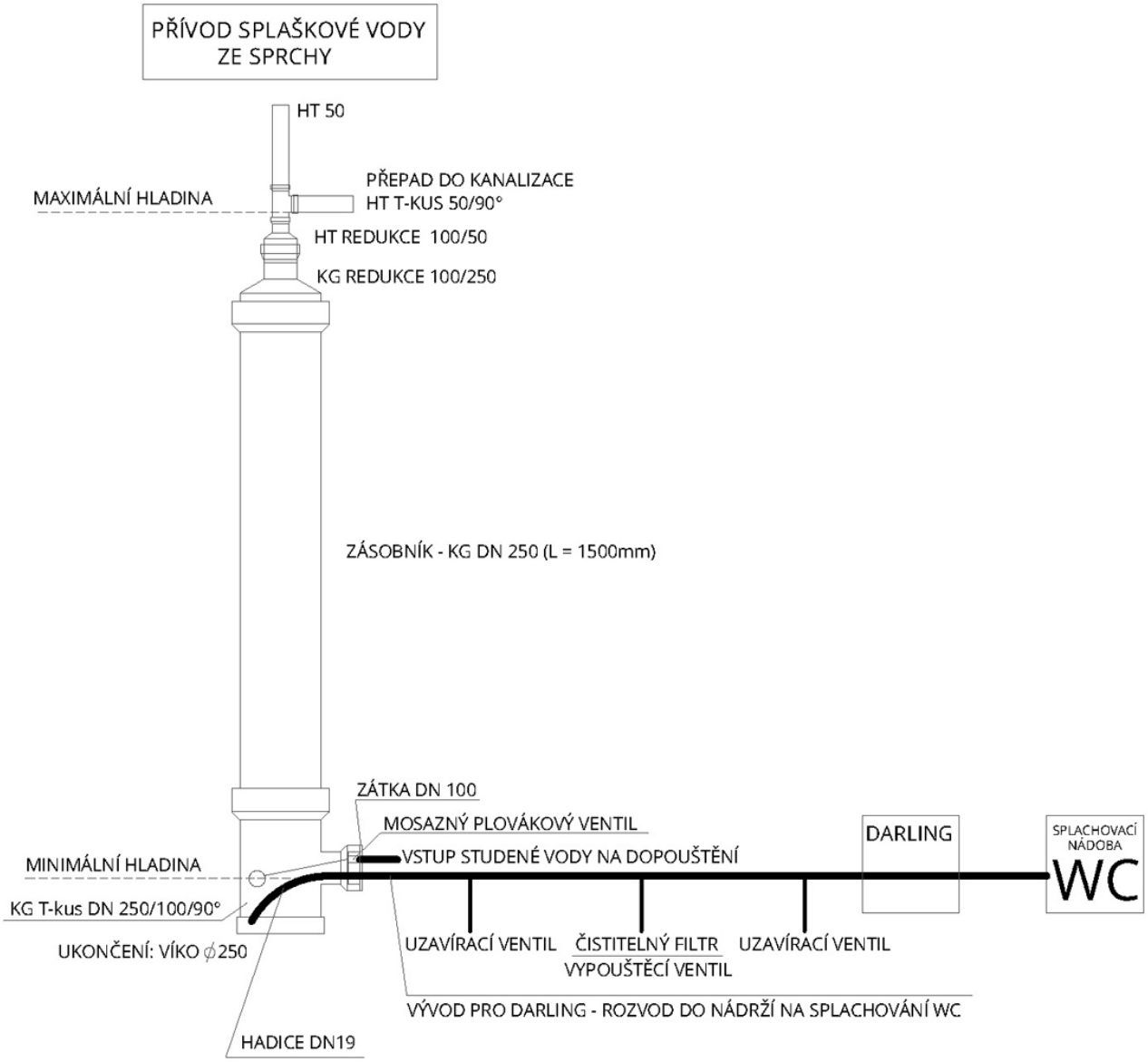
II. Existuje však i způsob použití zásobníkového rekuperačního výměníku, který zajistí stejný komfort jako standardní rekuperační výměník, avšak levněji, účinněji a jednodušeji. Zásobníkový rekuperační výměník umístíme do uzavřené a těsné technické místnosti spolu s dalšími technickými zařízeními budovy a venkovní vzduch přivádíme přes filtr do této místnosti. V technické místnosti se vzduch ohřeje odpadním teplem z technických zařízení a z ní je rozveden po domě, jako je tomu u standardního systému. Degradovaný vzduch je pak z domu odsáván stejně jako u způsobu I.

Celý ventilační systém na způsob II lze zbudovat za cenu nepřesahující 30 tisíc Kč. Množství odsávaného vzduchu se nastavuje ručně podle potřeby nebo podle relativní vlhkosti v domě pomocí jednoho potenciometru. V obou způsobech použití zásobníkového rekuperačního výměníku nastane v domě nepatrný podtlak, který brání pronikání vzdušné vlhkosti z interiéru do konstrukce obvodového pláště. To umožní zjednodušit konstrukci obvodového pláště dřevostavby z hlediska nutnosti použití parozábrany v blízkosti vnitřního povrchu obvodového pláště. Stačí pak použít jen parobrzdu představovanou např. OSB deskou natřenou emailem, která může v kontaktním spojení se sádrokartonem jednoduše a levně vytvořit pevný a hladký vnitřní povrch obvodového pláště a současně zajistí protipožární ochranu domu. Při použití zásobníkového rekuperačního výměníku nemusejí být kladeny tak vysoké nároky ani na těsnost budovy jako v případě použití klasické rekuperace. Možnosti snížit nároky na parozábranu i na těsnost budovy představují další významný příspěvek ke zjednodušení a zlevnění stavby pasivního domu. Jde o další příklad synergetického působení mezi vhodným typem technického zařízení a zjednodušením konstrukce kvalitně zateplené obálky budovy.

ZAŘÍZENÍ PRO ÚSPORU VODY A TEPLA

Vodné a stočné představuje v pasivním domě dominantní provozně-nákladovou položku. Významnou úlevu může přinést úspora vody na splachování WC využitím odpadní vody ze sprchy. Každý člověk spotřebuje na sprchování asi 30l vody, což představuje asi 8 spláchnutí WC. U čtyřčlenné rodiny může být úspora 30-50 m3 vody ročně, což představuje asi 2 až 3 tisíce Kč. Bylo ověřeno, že odpadní voda ze sprchy obsahující šampón nebo sprchový gel se ani za několik měsíců v otevřeném kbelíku v teple nezkazí, navíc lze očekávat, že změkčená odpadní voda ze sprchy bude lépe WC mísu omývat a nebude se na jejím povrchu usazovat vodní kámen. Pokud přece jen vznikne potřeba odpadní vodu ze sprchy dezinfikovat, je možné občas před sprchováním nalít do kanálku sprchy malou odměrku SAVA.

Schéma zařízení pro úsporu vody je znázorněno na Obr. 5. Tento systém lze zbudovat za asi 10 tisíc Kč, doba návratnosti investice je tedy do 5 let. Navíc voda ze sprchy v zařízení umístěném v technické místnosti vychladne a toto teplo zůstane v domě. Pokud je zásobníkový rekuperační výměník používán způsobem I (viz předchozí kapitola), získané teplo přejde stěnami technické místnosti do domu, pokud způsobem II, teplo se využije na ohřev čerstvého vzduchu.



Obr. 5. Schéma zařízení na úsporu vody a tepla.

Opět nalézáme synergii v tom, že jedno zařízení přináší úsporu vody i získává teplo.

ZÁVĚR

V textu je popsán úplný soubor technického vybavení nízkonákladového pasivního domu, který zajistí tepelnou pohodu v létě i zimě, ohřev teplé vody, výměnu vzduchu se zpětným získáváním tepla i úsporu vody. Cena celého souboru technického vybavení by neměla přesáhnout 300 tisíc Kč s tím, že při stavbě je třeba myslet na to, aby potřebné operace byly provedeny ve správný čas (např. uložení zemního výměníku do základových pasů a pod základovou desku). Veškerá zařízení souboru technického vybavení fungují buď bez potřeby ovládání, nebo jsou ovládány/řízeny nejjednoduššími elektronickými prvky, což maximalizuje spolehlivost a jednoduchost případných oprav.

Pokud postavíme pasivní dům s popsaným souborem technického vybavení, můžeme očekávat i značné úspory při stavbě vlastního domu, neboť není třeba úzkostlivě dbát na vzduchotěsnost a parotěsnost vnitřního povrchu obálky, není třeba budovat protisluneční opatření, komín, přípojku a rozvod zemního plynu, není třeba uvažovat o klimatizaci. Pokud bude navíc použit námi představený stavební systém z dřevěných vazníků, bude nízkonákladový pasivní dům výrazně levnější než běžný dům stejné velikosti.

Téměř každý, kdo si chce postavit rodinný dům, přemýšlí, jak ho postavit za rozumnou cenu, s přáním, aby se mu v něm dobře, levně a bezstarostně bydlelo. Optimalizmus představuje alternativu vůči zaběhaným postupům standardního stavitelství reprezentovaného lidmi, kteří jsou ve stavební komunitě pokládáni za odborníky právě jen proto, že se striktně drží zaběhaných postupů a norem. Bohužel se stalo standardem, že jakýkoliv jejich produkt splňující předpisy je považován za vyhovující, a zda naplní přání zákazníka (uživatele domu), není již vyhodnocováno. Odborník je v takto nastaveném systému, bohužel, brán jako autorita, která rozhodujícím způsobem formuje přání zákazníka. Optimalizmus naopak považuje zákazníka za autoritu, která by sama měla rozhodovat o koncepci řešení vlastního domu. Zákazník si může sám vybrat z nabízených „optimalizovaných“ variant (samozřejmě splňujících všechny normy) s vědomím, že za každou odchylku od optima si musí připlatit.

Jako autoři konceptu optimalizmu uvítáme každého zájemce o tento nový směr. Jakýkoliv dotaz rádi zodpovíme, budeme vděční za každý věcný podnět a pomůžeme s projekcí i výstavbou nízkonákladového pasivního domu v míře, jakou si budete přát.

www.optimalizmus.cz