

Fero Lehocký

# Z ČOHO STAVAŤ RODINNÝ DOM

Prehľad materiálov, ich vlastností, výhod a aj nevýhod



bez omáčok predajcov



## Predslov

Na Slovensku sú tradične najrozšírenejšie pri stavbe rodinného domu tehly. Ale nie je to jediná možnosť a na diskusiách sa napríklad často objavuje otázka: „Ytong alebo tehla?“

V marketingových článkoch nájdete vyhlásenie "tehla je tehla"... Čo je samozrejme pravda, rovnako ako "Ytong je Ytong" alebo "drevo je drevo" :)

V tejto mini knihe popisujem svoj osobný pohľad na túto tematiku, ktorý som získal na základe vlastných skúseností z praxe v našom architektonickom ateliéri a dlhodobého štúdia. Takže môj názor sa nemusí zhodovať s názormi iných odborníkov. Lebo čo človek, to názor a iné skúsenosti.

Zároveň vychádzam z oficiálnych certifikátov a údajov, ktoré o svojich materiáloch udávajú výrobcovia alebo platné technické normy. Či niekto spochybňuje niekto oficiálne merania, alebo im neveríte vy, s tým ja nič neurobím. Nemám vlastné laboratórium, neviem preto zhodnotiť, či rôzne "konšpirácie" majú alebo nemajú opodstatnenie. Napríklad, či niektorý výrobca niečo zámerne zatají, alebo odnesie na merania "špeciálne upravený výrobok" a v skutočnosti vyrába niečo iné...

Nie je ani mojím cieľom vás presvedčiť na niektorý systém. Aj napriek snahe písať túto knihu čo najobjektívnejšie, budem v nej zároveň prezentovať svoje názory. Je už na vás samotných, pre čo sa nakoniec rozhodnete.

Prvoradé ale je, aby ste vy boli so svojím výberom stotožnený. Iba tak budete aj s vlastným bývaním spokojný. A to je v konečnom dôsledku dôležitejšie, ako to, či je dom z tehly, z pórobetónu alebo z dreva.



**Fero Lehocký, architekt**

*Špecializujem sa s kolegami z ateliéru na projekty rodinných domov s čo najnižšou spotrebou energie. Dôraz kladieme na vytvorenie príjemného zdravého bývania na základe princípov stavebnej biológie. Som autorom špecializovaného blogu a bezplatných e-bookov na [www.inardex.sk](http://www.inardex.sk)*



## Stručný obsah

### [Predstavenie materiálov 3](#)

[Pálená tehla 4](#)

[Pálená tehla s vloženou tepelnou izoláciou 5](#)

[Pórobetónové tvárnice 6](#)

[Vápenno-pieskové tehly \(VPC\) 8](#)

[Betónové tvárnice 10](#)

[Durisol - drevocementové tvárnice 11](#)

[MEDMAX Maxplus - polystyrénové tvarovky 12](#)

[MEDMAX Maxplus AKU 13](#)

[Monolitický betón 14](#)

[Velox - štiepkocementové dosky 15](#)

[Liaporové tvarovky 16](#)

[Keramické domy - panely 17](#)

[Tehly z nepálenej hlíny 19](#)

### [Preberané vlastnosti materiálov 21](#)

[Regulácia vlhkosti vzduchu v interiéri 22](#)

[Rádioaktivita materiálov 24](#)

[Minimalizácia netesností domu 26](#)

[Akustika v dome 28](#)

[Pevnosť steny 31](#)

[Požiarna odolnosť 33](#)

[Akumulácia tepla 35](#)

[Tepelnoizolačné vlastnosti + Zatepľovať alebo nezatepľovať? 39](#)

[Pár poznámok k „dýchaniu stien“ a zatepľovaniu 43](#)

[Pripúšťam vôbec niekedy nezatepľované murivo? 44](#)

[Ekologickosť materiálov 46](#)

[Cena 48](#)

### [Môj osobný výber 51](#)

### [Ukážky realizácii s popisom riešenia 52](#)

### [Záver 70](#)

Podme postupne na to...



## Predstavenie materiálov

Na začiatok si postupne stručne predstavíme kandidátov materiálov pre murované a betónované stavby. Táto kniha sa priamo nezaobrá drevostavbami. Tým sa venujem v samostatnej knihe.



## Pálená tehla

Pálenú tehlu určite netreba podrobne predstavovať. Vypaľuje sa z hliny. Hlina je prírodný materiál, takže pálená tehla je z tohto pohľadu prírodný nezávadný materiál.

Hoci plná pálená tehla je využívaná tisícročia, tehliarsky sortiment je v súčasnosti veľmi široký. Plné pálené tehly v 20.storočí postupne pre obvodové murivo nahradili vyľahčované moderné veľkoformátové tehly. Tieto majú podstatne lepšie tepelnoizolačné vlastnosti ako plné pálené tehly. Aj medzi nimi sú ešte rozdiely. Preto sa plné pálené tehly už na obvodové murivo využívajú výnimočne a ich využitie je hlavne na vysoko zaťažované miesta. Napríklad murované stĺpy.

Tehly na obvodové murivo sa vyrábajú v rôznych hrúbkach a tepelnoizolačných vlastnostiach. Niektoré je potrebné dodatočne zatepliť a sú aj také, ktoré spĺňajú požiadavky noriem a podľa výrobcov ich netreba pre štandardnú výstavbu zatepľovať.

Samozrejmosťou sortimentu sú aj keramické montované stropy.

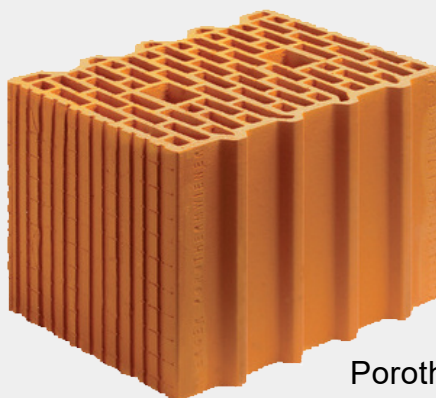
## Zoznam známych výrobcov

- Porotherm Wienerberger
- Heluz
- Britterm Ipeľské tehelne
- TermoBRIK Pezinské tehelne
- KM Beta PROFIBLOK
- Leier
- Myjavská tehelňa
- Ecoton - ERBERSDOBLER
- Bakonytherm

zopár ukážok:



plná pálená tehla (PPT)



Porotherm 30 Profi

Poznámka: So systémom máme v ateliéri reálne projekčné skúsenosti.



## Pálená tehla s vloženou tepelnou izoláciou

Tlak na zvyšovanie tepelnoizolačných vlastností núti výrobcov vymýšľať nové a nové vylepšenia. Preto sa pred pár rokmi na trh dostali aj kombinácie pálených tvárnic s minerálnou vlnou alebo polystyrénom. S vyľahčovaním tehly a nahrádzaním tepelnou izoláciou súvisí ale zároveň znižovanie statickej únosnosti takýchto tvárnic a akumulácie tepla, ktoré sú považované často za hlavné výhody tehál.

Či je lepšie podľa mňa použiť tieto moderné kombinované tehly alebo tenšie so zateplením popíšem neskôr.

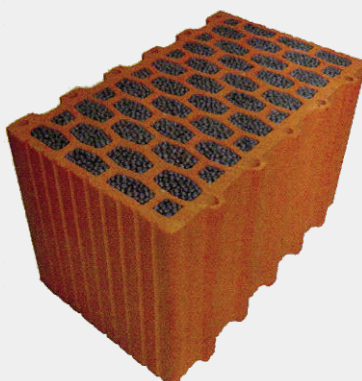
### Zoznam známych výrobcov

- Porotherm Wienerberger
- Heluz
- Britterm Ipeľské tehelne
- TermoBRIK Pezinské tehelne
- Leier
- Evoton - ERBERSDOBLER

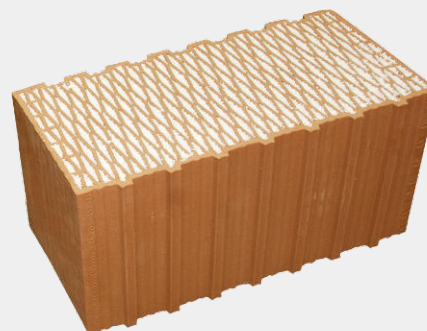
zopár ukážok:



Porotherm T Profi



TermoBRIK SUPRA PLUS



HELUZ FAMILY 44 2in1

Poznámka: So systémom máme v ateliéri reálne projekčné skúsenosti.



## Pórobetónové tvárnice

Pórobetón je jednoducho povedané vylahčený betón. Na trhu bolo donedávna viacero druhov pórobetónu, podľa toho aké zložky boli na jeho výrobu použité. Základné rozdelenie sa dá zjednodušiť na biely a sivý pórobetón. V súčasnosti sa podľa mojich vedomostí v našom regióne už vyrába iba biely pórobetón.

Pre výrobu bieleho pórobetónu sa používa kremičitý piesok, vápno, cement, voda a malé množstvo hliníkového prášku alebo pasty, ktoré počas zretia materiálu zabezpečia „nabublinkovanie“ betónu. Sú tam ešte pomocné suroviny, ktoré uľahčujú technologický proces výroby alebo zlepšujúce niektoré vlastnosti výrobkov - najhlavnejší je sádrovec alebo anhydrid.

*Pre výrobu sivého pórobetónu sa namiesto kremičitého piesku používal odpad zo spaľovania uhlia v tepelných elektrárňach - takzvaný elektrárenský popolček. Týmto bol vlastne tento materiál ekologický, pretože sa recykloval odpadový materiál. Časté boli obavy z rádioaktivity tohto materiálu, ale neskôr si ukážeme, či sú tieto obavy opodstatnené. Donedávna najznámejším zástupcom sivého pórobetónu bola firma Porfix, ktorá už tiež ale vyrába iba biely pórobetón.*

Rovnako ako pri tehľach aj tu platí, že sortiment výrobkov je široký. Vyrábajú sa rôzne pevnosti pórobetónov. Čím je pevnosť vyššia, tým má takáto tvárnica horšie tepelnoizolačné vlastnosti. Rovnako sa vyrábajú rôzne hrúbky. Preto niektoré je možné použiť na obvodové murivo bez zateplenia a iné nie.

Samozrejmosťou pórobetónových systémov sú rôzne doplnkové výrobky ako preklady, schodiskové tvárnice, montované stropy alebo celé stropné panely.

Hlavná výhoda pórobetónov je, že sú homogénne a majú vo všetkých smeroch rovnaké vlastnosti. Takže aj tepelnoizolačné vlastnosti majú rovnaké vo zvislom smere a aj vodorovnom smere, čo sa dobre využíva pri riešení tepelných mostov.

Pórobetónom sa zvyčajne vyčíta vysoká zabudovaná vlhkosť od výroby. Závisí to do veľkej miery od stavebného boomu, vtedy je to fakt dosť mokré, lebo nestíhajú nechať presušiť. Čiže je to pravda, preto prvé 2-3 roky odporúčam dom intenzívnejšie vetrať, aby sa stavba dostala do svojho dlhodobého rovnovážneho vlhkosťného stavu. A nejde pritom iba o obvodové múry. Treba dať pozor aj na vnútorné steny, z ktorých sa ešte odparuje zabudovaná vlhkosť. Ak sa stavia



stavba veľmi rýchlo a sťahujete sa trebárs do pol roka - roka od murovania, neprisúvajte nábytok priamo ku stenám, nech sa to tak kludne aj rok vetrá. Toto je samozrejme problematické hlavne pri kuchynských linkách, kde to potrebujete namontovať celé vlastne hneď. Kritické sú hlavne horné skrinky, ktoré sú priamo na stene.

Ideál je stavbu nechať poriadne vysušiť a až potom sa sťahovať, ale keď dodržíte tipy vyššie, minimalizujete riziká a dá sa nasťahovať aj rýchlo.

## Zoznam známych výrobcov

- Ytong Xella
- Porfix
- H+H (Poľsko)
- Solbet (Poľsko)
- Termalica (Poľsko)
- Hebel (hlavne v Čechách)

zopár ukážok:



Biely pórobetón



Sivý pórobetón  
sa už nevyrába

Poznámka: So systémom máme v ateliéri reálne projekčné skúsenosti.





## Vápenno-pieskové tehly (VPC)

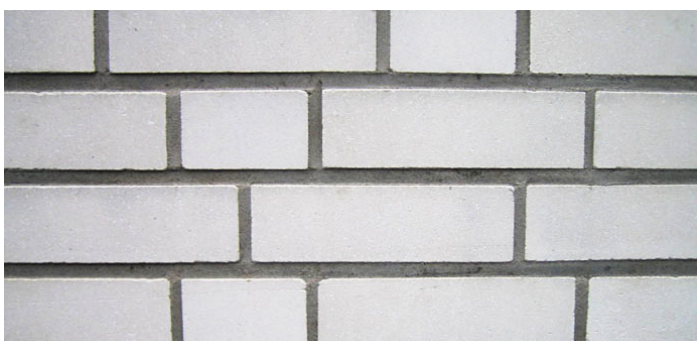
Vápenno-pieskové tehly sa používajú už vyše 120 rokov. V Nemecku po 2.svetovej vojne boli vápennopieskové tehly jedným z dvoch najhlavnejších materiálov pre stavby v SRN. V Československu sa vyrábali len malé formáty pre elektroskrine, rozvádzače, ploty a komíny. Odtiaľ ich určite poznáte. Naše staršie normy z roku 1980 prakticky neumožňovali použitie vápennopieskových tehál pre výstavbu budov. Ani po roku 1989 neboli zahrnuté do noriem. Až nedávne prijatie jednotných európskych noriem pre statiku sa to zlepšilo. Platný Eurocode 6 povoľuje správne statické výpočty vápennopieskových tehál. Kvôli týmto dôvodom nie je u nás tento materiál tradične používaný pre stavbu domov. Okrem toho sa priamo na Slovenku tieto tehly nevyrábajú.

Pre výrobu sa používa vápno, piesok a voda. Žiadne ďalšie prímеси tam nie sú. Materiál je teda čisto prírodný rovnako ako pálená tehla.

Vápenno-pieskové tehly vynikajú predovšetkým svojimi zvukovoizolačnými schopnosťami, vďaka svojej veľkej váhe. Dôležitá je pre reguláciu výkyvu interiérových teplôt akumulácia tepla. Argumentom proti použitiu býva medzi laikmi práve váha a veľká tvrdosť materiálu, ktorá často na škodu ľudí odrádza od použitia. Samotné tehly nemajú dobré tepelnoizolačné materiály, preto obvodové murivo sa musí vždy kombinovať so zateplením. Vyžadujú ale používanie atypickejších detailov pri realizácii. Napríklad je nutné riešiť tepelné mosty smerom do podlahy, osadenie okien do tepelnej izolácie a podobne.

Vápennopieskové tehly majú vysokú únosnosť, preto pri rodinných domoch je často možné používať na prvý dojem veľmi tenké obvodové steny (175mm). Ostáva tým priestor na silné zateplenie a celková hrúbka steny je stále rozumná. Preto sú obľúbené medzi projektantami a staviteľmi pasívnych domov.

Pre výstavbu sa samozrejme nepoužívajú malé formáty ako na oplotenia, ale tehly podobných rozmerov ako pri iných murovacích materiáloch.



Takéto ploty z vápennopieskových tehál ste už určite videli...

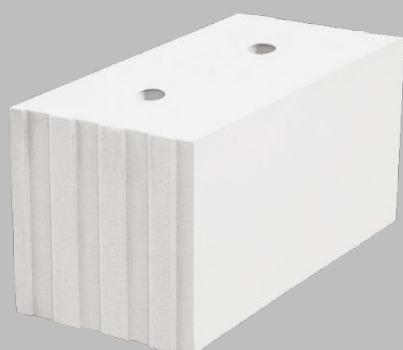
Poznámka: So systémom máme v ateliéri reálne projekčné skúsenosti.



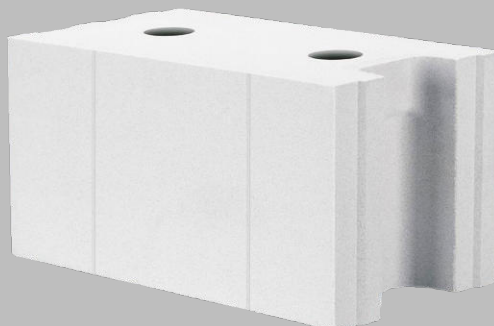
## Zoznam známych výrobcov VPC

- Kalksandstein (Nemecko, zastúpenie v ČR)
- Sendwix KM-Beta (ČR)
- Silka Xella (Maďarsko)
- Vapis (ČR)

zopár ukážok:



KM-Beta



Silka

Poznámka: So systémom máme v ateliéri reálne projekčné skúsenosti.



## Betónové tvárnice

Ide o tenkostenné vysokopevné betónové tvárnice. Zvibrovaním vzniká veľmi pevná dutá tvárnica. Označujú sa aj ako vibrolisované, ale nie všetky betónové výrobky sú robené touto technológiou, takže môžu byť ťažšie s hrubšími betónovými rebrami. Vibrolisovaním vzniká v podstate skoro "kamenná" veľmi presná tvárnica. Rovnako ako vápenno-pieskové tehly vynikajú betónové tvárnice vysokou pevnosťou, takže sa môžu robiť tiež tenké nosné murivá. Materiál je nenasiakavý a predstavuje dobrú zvukovú izoláciu. Sú zaujímavé svojou cenou. Rovnako ako vápennopieskové tehly majú mizivé tepelnoizolačné vlastnosti.

Niekoľko rokov dozadu ich niektorí výrobcovia vyrábali s plným dnom. Vtedy sa tvárnice sa kládli dnom smerom hore, aby sa na ďalšie dno mohla dať malta. Máme takto realizovanú jednu stavbu. Potom sme dlho nič také neprojektovali a v súčasnosti už neviem nájsť také výrobky na webe. Iba v starších článkoch (Tvárnice EASYBLOK). Takže neviem, či to takto ešte niekto vyrába..

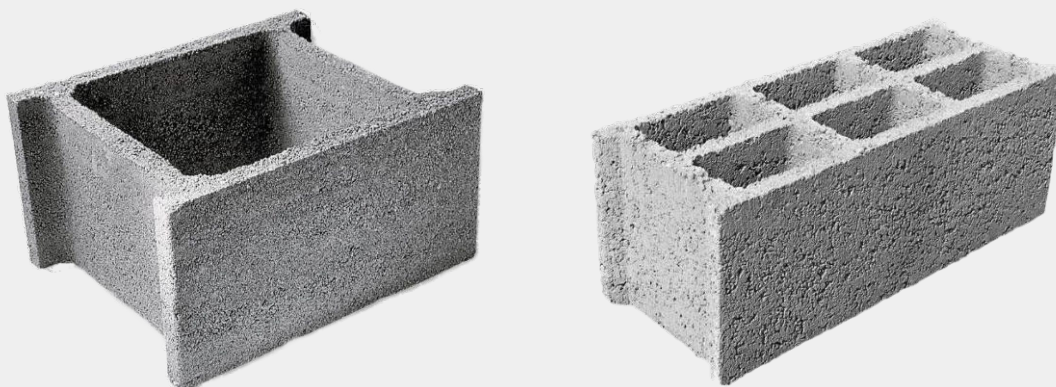
Väčšinou sa ale tvárnice zalievajú betónom. Preto sa nazývajú „debniace tvárnice - DT“. My ich hlavne používame pod terénom.

Pri stavbách rodinných domov sa okrem tvárník využívajú aj montované stropy kvôli veľmi prijateľnej cene.

## Zoznam vybraných výrobcov

- Premac
- Ekodiel
- Stadreko
- Prescot
- a viacero menších lokálnych...

zopár ukážok:



Poznámka: So systémom máme v ateliéri reálne projekčné skúsenosti.



## Durisol - drevocementové tvárnice

Na výrobu sa používajú drevené štiepky zmiešané z cementom. Vzniká tak ľahká tvárnica, ktorá sa na stavbe zalieva betónom a podľa návrhu statika sa ešte vystužuje. Na obvodové steny sa používajú tvárnice s vloženou tepelnou izoláciou.

Na Slovensku som zatiaľ videl ako použitú izoláciu len polystyrén, ale na internete sú v ponuke aj tvárnice s minerálnou vlnou. Či sa dajú zohnať aj pre náš trh som neoveroval. Drevocementová časť tvárnic je porézna a tým je aj celá stena napriek použitému betónu dobre paropriepustná.

### Výrobca

- Leier Durisol

ukážka:



Poznámka: So systémom máme v ateliéri reálne projekčné skúsenosti.



## MEDMAX Maxplus - polystyrénové tvarovky

Ide o ľahké polystyrénové tvárnice, ktoré sa priamo na stavbe skladajú na seba a zalievajú betónom.

Zo začiatku bol tento systém určený pre stavbu nízkoenergetických domov (systém MED). Základom je rad tvárnic z expandovaného penového polystyrénu so samozhášavou úpravou, ktoré sa pomocou špeciálneho zámkového systému zasúvajú do seba a vytvárajú tak nosné priečky a obvodové steny. Bez použitia malty. Takto postavené stratené debnenie sa vyplní betónom. V súčasnosti sa prevažne využíva pri stavbe bazénov. Na rodinné domy sa používajú novšie generácie systému.

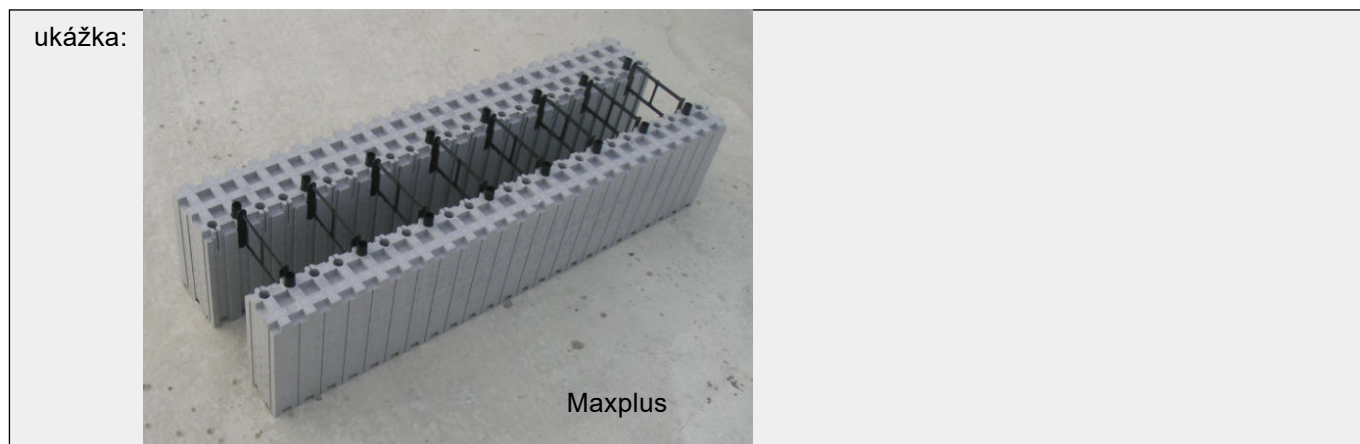
Nasledovná generácia stavebného systému MEDMAX, vznikla pre čoraz vyššie ceny energií a rastúci záujem o úsporné domy. Bolo potrebné stenu dodatočne zatepliť veľmi hrubou vrstvou izolačného materiálu. Riešením sa zdalo byť zväčšenie hrúbok izolačných stenoviek v systéme MED. Čo ale predražovalo dopravu, pretože sa "vozil vzduch" - medzery v tvarniciach.

Preto vznikol rozoberateľný systém MEDMAX. Tvárnice MEDMAX sa skladajú z dvoch stenoviek, ktoré sa pomocou plastových spojok spoja do tvárnice a to až na stavbe. Rozoberateľnosť šetrí životné prostredie znížením objemu dopravy, keďže rozobraté tvárnice zaberú až o polovicu menej priestoru pri preprave.

Tvárnice medzi sebou sú na sucho spojené krížovými zámkami, čím vzniká kompaktná betónová stena. Vďaka plastovým spojкам je možné variovať vonkajšiu a vnútornú hrúbku polystyrénovej stenovky podľa požiadaviek konkrétnej stavby.

### Dodávateľia

- izopol.cz (výrobca), medmax.sk (Slovensko)



Poznámka: S prvým už nepoužívaným systémom MED máme v ateliéri reálne projekčné skúsenosti.



## MEDMAX Maxplus AKU

### - polystyrénové tvarovky + debnenie

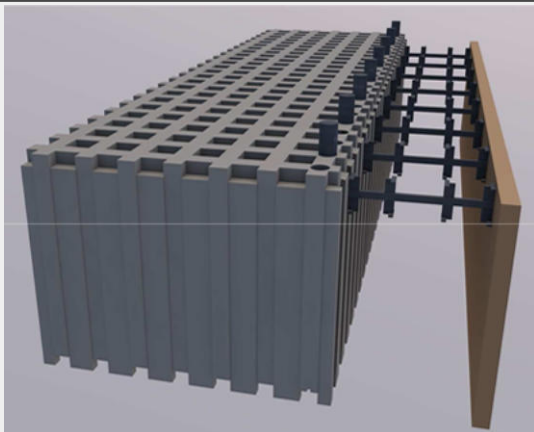
Maxplus Aku je najnovšia modifikácia Medmaxplus. Hlavný rozdiel je v tom, že sa z interiéru nepoužíva polystyrénová tvarovka ale systém odoberateľná systémová debniaca doska. Takže v interiéri je vo finále betón - čiže akumulácia tepla priamo v interiéri, čo pri predošlej verzii je betón od interiéru oddelený polystyrénom.

Ak by som si mal vybrať medzi Maxplus a Maxplus AKU, jednoznačne bez váhania táto druhá verzia.

### Dodávatelia

- [izopol.cz](http://izopol.cz) (výrobca), [medmax.sk](http://medmax.sk) (Slovensko)

ukážka:



Maxplus AKU

Poznámka: So systémom nemáme v ateliéri reálne projekčné skúsenosti.



## Monolitický betón

Nie je to síce priamo murovací materiál, ale celkom dosť rozšírený spôsob výstavby aj pri rodinných domoch. V moderných domoch sa dokonca často necháva betónová stena neomietnutá ako priznaný betón.

Hoci je betón na prvý pohľad lacný, celková realizácia sa predražuje kvôli použitiu systémového debnenia. Menšie firmy ho nevlastnia a musia si ho drahो prenajímať. Väčšie firmy zvyčajne rodinný dom ako zakázku nezoberú, lebo sa zameriavajú na veľké stavby. Ako svojpomoc je to náročný a pracný spôsob výstavby. Využívame hlavne pre podzemné časti domov. Na nadzemné časti domu zvyčajne neodporúčame.

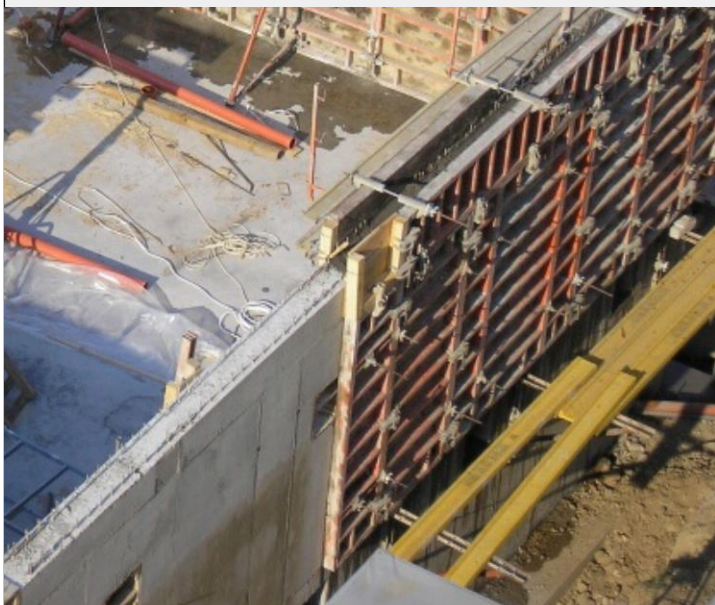
Betónová stena má výborné akustické vlastnosti a veľkú tepelnú akumuláciu. Bežná je hrúbka steny 15cm. Samozrejme takáto stena musí byť zateplená.

## Dodávateľia

- individuálne...

ukážky

betónová stena a systémové debnenie



Pohľadový betón v interiéri



Poznámka: So systémom máme v ateliéri reálne projekčné skúsenosti.



## Velox - štiepkocementové dosky

Rakúsky systém Velox nie je klasický murovací systém, pretože sa v ňom používajú veľkoformátové štiepkocementové dosky (drevené štiepky s cementom podobne ako systém Durisol) ako stratené debnenie. Čiže sa medzi ne naleje betón a podľa statického návrhu sa vkladá oceľová výstuž.

Na obvodové steny sa používajú dosky VELOX WS-EPS.

Sú to dvojvrstvomé dosky, zložené zo štiepkocementovej dosky VELOX WS a doplnkovej dosky z penového polystyrénu, kde si môžete vybrať z viacerých hrúbok polystyrénu podľa požiadaviek na tepelnoizolačné vlastnosti steny. Z interiérovej strany sa používa iba samotná doska VELOX WS bez polystyrénu.

Vonkajšia a vnútorná doska ma medzi sebou spájajú oceľovými sponami, ktoré vytvoria priestor 150mm pre zalievanie betónom.

V systéme sú samozrejme aj možnosti stropov.

## Výrobca

- Velox

ukážka



Poznámka: So systémom máme v ateliéri reálne projekčné skúsenosti.





## Liaporové tvarovky

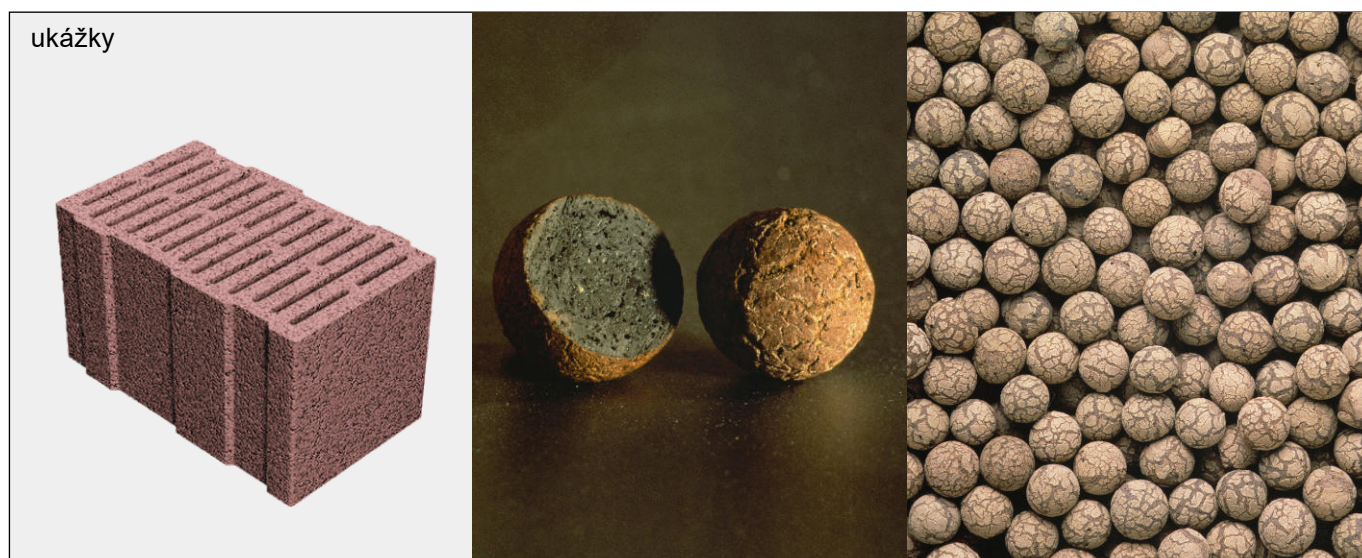
Liapor je keramické kamenivo (keramzit), ktoré sa vyrába vypaľovaním a expandovaním ílu v rotačných peciach pri teplote 1100 až 1200 °C. Vznikajú tak granule keramzitu - čistý prírodný materiál.

Liapor sa v podobe tohoto keramického granulátu používa v rôznych zrnitostiach predovšetkým pre rôzne zásypy a podsypy. Napríklad ako vyrovnávajúci a izolačný podsyp pod suché sádkartonové podlahy, pre izolačné zásypy striech, zásypy energorozvodov, filtračné zásypy, geotechnické aplikácie a ďalšie rôzne aplikácie.

Jedným zo spôsobov využitia je aj výroba murovacieho systému. Dutinové tvarovky sú vlastne ľahčený betón – kombinácia Liaporu, cementu a vody. Takto si Liapor zachováva svoje výhody ako sú pevnosť, malá nasiakavosť, stálosť a zdravotná neškodnosť. Zaujímavá je veľmi nízka objemová hmotnosť a vynikajúce tepelnoizolačné vlastnosti.

Vo výrobnom programe nájdete tvárnice určené na budovanie vonkajších múrov, nosné i nenosné priečkovky, ako aj špeciálne zvukovoizolačné obkladové prvky. K systému patria aj špeciálne tvarovky určené do veľmi namáhaných konštrukcií, preklady či prefabrikované schodisko. Zabrusené tvarovky umožňujú tenkovrstvové murovanie na maltové lôžko s hrúbkou 2 mm podobne ako pri brúsených tehliach, presných tvárniciach z pórobetónu a vápenopieskových tehál.

## Výrobca - Liapor



Poznámka: So systémom nemáme v ateliéri reálne projekčné skúsenosti.



## Keramické domy - panely

Zaujímavá technológia výstavby rodinného domu sú montované keramické domy. Výrobcovia samotný materiál nazývajú keramický kompozit. Čo to presne je?

Keď to zjednoduším ide o betón zmiešaný z keramickými guľičkami. Najčastejšie používajú keramické kamenivo ako spomenuté vyššie (napr. Liapor). Miesto Liaporu sa používajú aj iné "keramické guľičky". Napríklad Siopor.

V oboch prípadoch ide o prírodné materiály. Tieto materiály vynikajú zaujímavými vlastnosťami. Sú pevné, nehorľavé a ľahké. Tým, že sú ľahké majú aj dobré tepelnoizolačné vlastnosti. Preto, keď sa zamiešajú do betónu, tento získava iné vlastnosti, ako bežný betón. Preberá čiastočne vlastnosti guľičiek.

Čiže dostávame ľahší betón, ktorý má zároveň lepšie tepelno-izolačné vlastnosti. Samozrejme, stále je to betón a stenu z tohoto materiálu ešte treba dodatočne zatepliť. To už je na preferenciách samotného investora. Môže to byť polystyrén, minerálna vlna, Multipor alebo čokoľvek iné rovnako ako pri inom type výstavby.

Výrobcovia do tohoto betónu ešte pridávajú ešte ďalšie prísady kvôli zlepšeniu parametrov. Čo to presne je zvyčajne obchodné tajomstvo. Pridávajú sa aj farbivá, preto sú betóny a vzorky rôznych farieb. Dôvod pridania farbiva u nás je marketingový. Ak je to do červena, pôsobí to ako „tehlový dom“ a konzervatívny klienti to skôr prijmú za svoje :). Bez farbiva je to v skutočnosti je to vo farbe betónu...

### Ako sa vyrába samotná stena?

Vo výrobní hale sa vytvorí z debnenia tvar steny na rovnom podklade. Vložia sa tam prípadné debnenia pre okná a dvere. Doplní sa potrebná statická výstuž. Priamo vo výrobní hale natiahnu do steny elektrikárske trubky a krabice pre vedenie elektroinštalácie. Takže nemusíte na stavbe do steny sekať. Drážky do steny sa samozrejme dajú spraviť aj dodatočne, ale je to škoda nevyužiť priamo túto výhodu vo výrobní hale. Do takto pripraveného debnenia sa naleje vyššie spomínaný keramický betón a celá stena ide do sušičky. Sušenie je rýchle, takže celá príprava domu v hale v závislosti od zložitosti domu môže trvať pár dní. Steny sa naložia na kamión a ide sa na stavbu.

### Aké sú výhody keramických montovaných domov?

– Ak ste zástancovia murovaných masívnych stavieb a zároveň požadujete rýchlosť výstavby montovaných stavieb, tak toto je ideál pre vás.

Poznámka: So systémom máme v ateliéri reálne projekčné skúsenosti. Patrí medzi naše projekčné štandardy.



- Betónové steny majú dostatočnú akumuláciu tepla.
- Majú dobré zvukovoizolačné vlastnosti. Materiál je paropriepustný.
- Štandardne sa omietajú ako murované steny. Samotná nosná stena a priečky sú nehorľavé.
- Ekonomicky zaujímavé riešenie
- Keďže samotná nosná časť steny už má tepelnoizolačné vlastnosti a je tenšia ako pri murovaných stavbách, celková hrúbka steny so zateplením je menšia. Šetrí sa tým zastavanosť domu, čo pri malých pozemkoch je dosť dôležité.

### Nevýhody?

- Nevýhoda je hlavne ak sa na váš pozemok nevie dostať kamión. Vtedy na tento spôsob výstavby zabudnite a poobzerajte sa po inom riešení.
- Keďže je to vlastne betón, nereguluje to veľmi pravdepodobne interiérovú vlhkosť

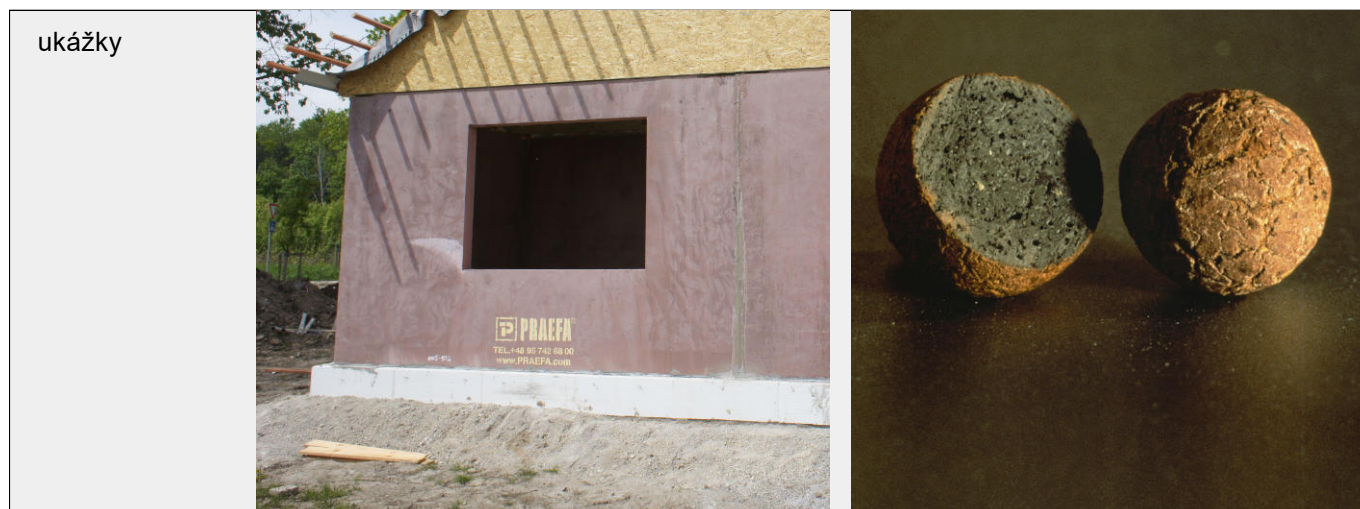
Mňa systém zaujal a vidím v ňom potenciál. Je ale viazaný na konkrétne firmy, ktoré danú technológiu realizujú. A na Slovensku je ich pár. Odporúčam preto dobre si dané firmy vopred preveriť, čo sa týka referencií... Zatiaľ som si len obehol zopár realizácií, ktoré sme ale neprojektovali my.

## Mňa zaujal hlavne výrobca

- THOMAS PRAEFA (na Slovensko dodáva firma anvik-domy.sk a v Čechách abakon.cz)

*Poznámka: Keramické domy sú ponúkané aj na webe [zdravydom.eu](http://zdravydom.eu).*

*Ten web nijako nesúvisí s našou firmou Zdravý dom s.r.o. a našim webom [zdravydom.sk](http://zdravydom.sk).*



Poznámka: So systémom máme v ateliéri reálne projekčné skúsenosti. Patrí medzi naše projekčné štandardy.



## Tehly z nepálenej hlíny

V dnešnej dobe je nepálená hlinka takmer zavrhnutá ako prežitý stavebný materiál, hoci bola využívaná tisícročia. V súčasnosti sa často robia veci príliš zložité, energeticky náročné a škodlivé pre životné prostredie. Hlinka je z tohto pohľadu aj v dnešnej dobe v mnohých parametroch atraktívna a ľahko sa kombinuje aj s ďalšími prírodnými materiálmi.

Jej najdôležitejšia vlastnosť je, že zo všetkých dostupných stavebných materiálov najlepšie prirodzene reguluje vlhkosť vzduchu v interiéri – dokáže rýchlo prijať a aj rýchlo vydať vzdušnú vlhkosť. Tým prispieva k zdravej vnútornej klíme. Je potrebné ale dodať, že žiadny materiál vlhkosť neprodukuje, len ju reguluje. Optimálnu vlhkosť do interiéru je potrebné dodať inak (pobyt ľudí, sprchovanie, varenie, polievanie kvetov, akvárium....) a príliš veľkú vlhkosť treba vyvetrať.

Hlinkené tehly zároveň vďaka svojej veľkej objemovej hmotnosti dokážu dobre akumulovať teplo, čo pri výkyvoch teplôt v exteriéri pomáha udržiavať optimálnu teplotu v interiéri. Majú výborné zvukovo-izolačné vlastnosti. Skúste poklepať na pálenú a na nepálenú tehlu. Pálená vydáva zvonivý zvuk, nepálená tupý. Pálená preto podstatne lepšie zvuk vedie.

Môžu tvoriť zaujímavú interiérovú stenu, ak sa neomietnu a prizná sa špárovanie medzi tehľami. Na toto sa používajú maloformátové klasické tehly.

Nepálená hlinka je zdravotne nezávadná a pri spracovávaní nie sú potrebné žiadne bezpečnostné opatrenia. Ide o dostupnú surovinu s energeticky nenáročným spracovaním a 100% recyklovateľnosťou.

Pre nosné steny ich podľa mojich informácií nie je možné v súčasnosti použiť, pretože na to nie je prispôsobená legislatíva.

## Výrobcovia a dodávatelia

- Heluz (moderné veľkoformátové)
- Claygar
- Tepore
- Picas
- možnosť vyrobiť na mieste z lokálnej hlíny
- možnosť osloviť malé tehelne, aby nevypálili tehly a pod...

Poznámka: So systémom máme v ateliéri reálne projekčné skúsenosti.



ukážky tehál z nepálenej hlíny



HELUZ NATURE Energy



CLAYGAR

Rôzne nepálené tehly na výstave



Poznámka: So systémom máme v ateliéri reálne projekčné skúsenosti.



## Preberané vlastnosti materiálov

Ideme teda vyberať - ktoré vlastnosti si treba podľa mňa všímať a ktoré sú nakoniec zbytočný strašiak?

### Zoznam preberaných vlastností:

- Regulácia vlhkosti vzduchu v interiéri
- Rádioaktivita materiálov
- Minimalizácia netesností domu
- Akustika v dome
- Pevnosť muriva
- Požiarna odolnosť
- Akumulácia tepla
- Tepelnoizolačné vlastnosti
- Ekologickosť materiálov
- Cena



## Regulácia vlhkosti vzduchu v interiéri

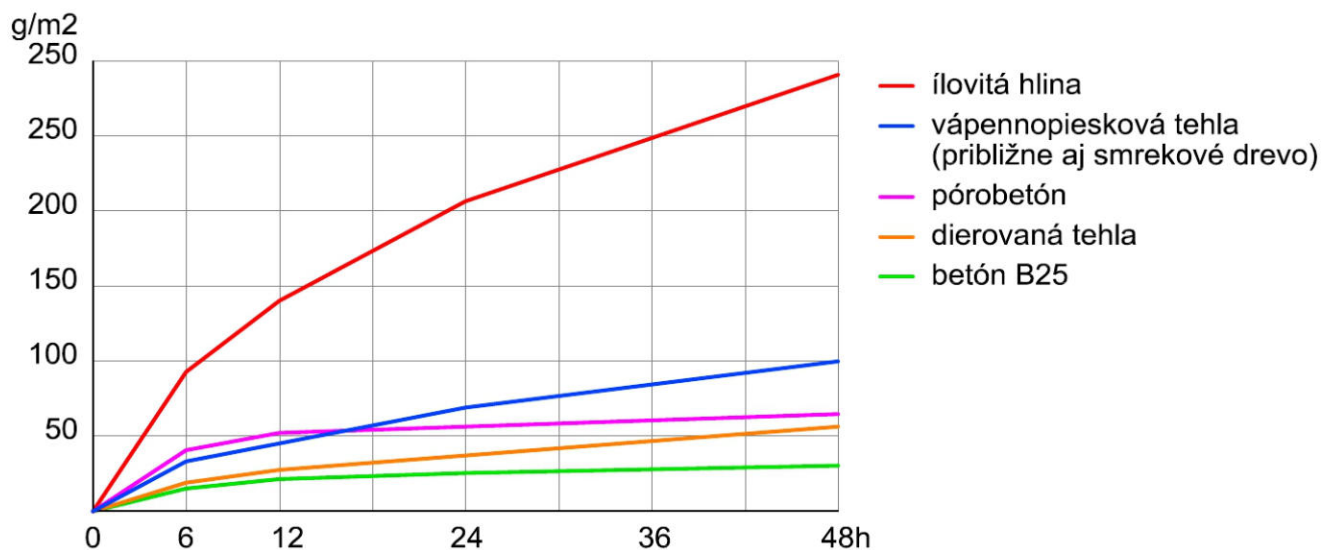
Primeraná relatívna vlhkosť vzduchu počas celého roka v dome je podľa mňa jedno z dôležitých kritérií pri výbere stavebných materiálov pre rodinný dom.

Suchý vzduch v zime je nepríjemný a často sa rieši napríklad v panelákoch a bytových domoch rôznymi zvlhčovačmi a práčkami vzduchu. Takéto riešenie v zdravom dome osobne pripúšťam len v krajnom prípade. Zo zvlhčovačmi mám zlé osobné skúsenosti. Vyžadujú pravidelnú údržbu a v prípade jej nedodržania vo vode vo zvlhčovači môžu vzniknúť plesne, ktoré si rozprášia do vzduchu. Samotné zariadenia idú na elektriku a sú zdrojom mierneho hluku.

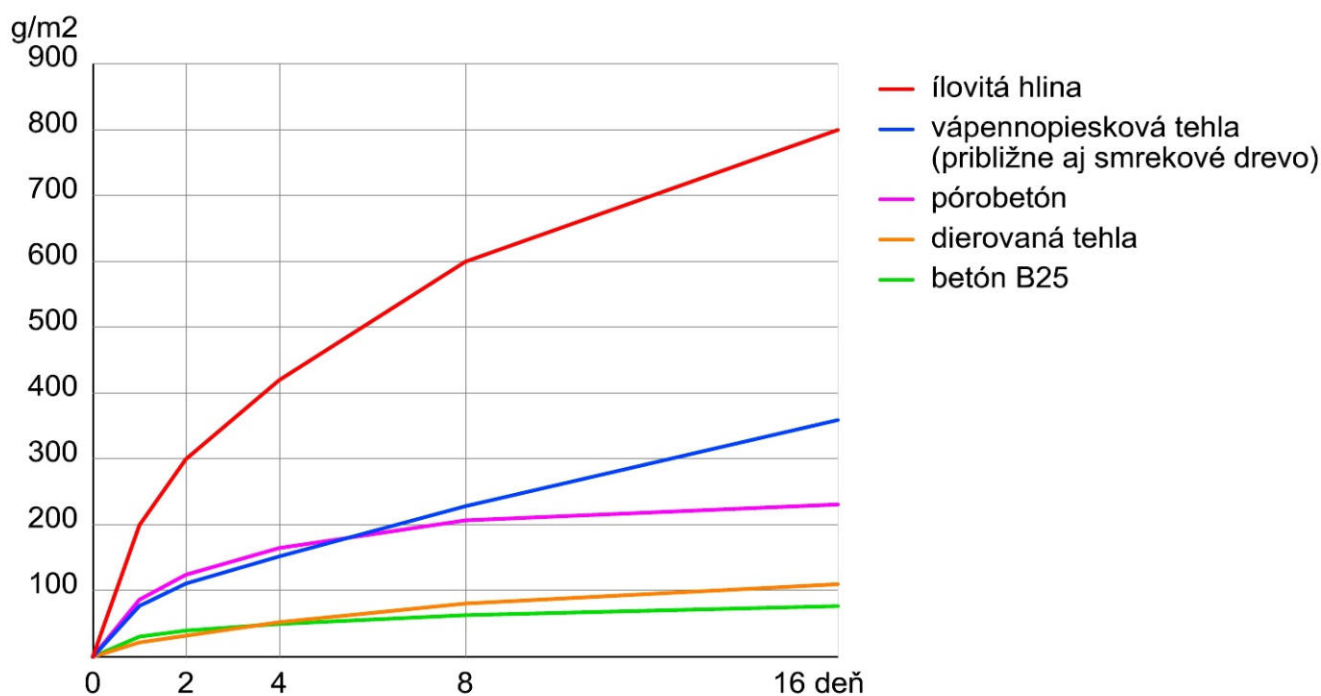
Preto osobne v koncepte zdravého domu preferujem reguláciu vlhkosti vzduchu prirodzene vďaka vhodne použitým zabudovaným stavebným materiálom v kombinácii s primeraným vetraním. Samozrejme najlepšia je stena z nepálenej hliny, ale tú vieme použiť len na priečky. Okrem toho veľa ľudí považuje nepálené tehly za extrém pre "ekologických maniakov" a preto sa jej vyhýbajú. Je pravda, že vyžaduje určité technologické postupy, ktoré treba dodržiavať a neskúsený murár bude nadávať, ale nejde o žiadnu veľkú vedu. Treba si len naštudovať pokyny výrobcu.

Pre lepšiu predstavu, ako materiály regulujú vlhkosť ďalšie materiály v interiéri som pripravil 2 porovnávacie grafy na ďalšej strane.

*Grafy sú spracované podľa knihy: Gernot Minke: Príručka hlineného staviteľství*



Absorpcia vlhkosti materiálov hrúbky 15mm pri teplote 21°C a náraste vlhkosti vzduchu z 50 % na 80 % za 48 hodín.



Absorpcia vlhkosti materiálov hrúbky 11,5 cm (neomietnutá priečka) pri teplote 21°C a náraste vlhkosti vzduchu z 50 % na 80 % za 16 dní.

Najlepšie s vlhkosťou pracujú vápenno-pieskové tehly, potom pórobetón, tehla a najhorší je betón. Betónové tvárnice v grafe nie sú, ale je to v podstate rovnaké ako betón. **Z pohľadu regulácie vlhkosti je preto víťaz pre nosné múry domu vápenno-piesková tehla a pre priečky tehla z nepálenej hlíny.**





## Rádioaktivita materiálov

Každý materiál na zemi vyžaruje určité dávky prirodzenej rádioaktivity. Napríklad o pórobetóne koluje fáma, že je z rádioaktívneho materiálu.

Hlavne to bolo o bývalom sivom Porfixe z popolčeka. Samozrejme, popolček má vyššiu prirodzenú rádioaktivitu ako trebárs piesok. Hlavne zástancovia tehál si na tomto často stavajú argumentáciu proti pórobetónom. Podľa mojich neoverných info za toto môže nejaká chybná výrobná dávka niekedy v 70-80. rokoch, kam sa zamiešal nesprávny materiál. Preto výrobcovia pórobetónu dávajú pravidelne svoje materiály premeriavať. Do tehliarov s rádioaktivitou nikto "nerýpe", tak si skúste od nich vyžiadať merania, či ich všetci majú :)



Stačí si pritom porovnať merania od certifikovaných laboratórií alebo štátnych inštitúcií pre rôzne stavebné materiály a zistíte, že napríklad Ytong má nižšie hodnoty hmotnostnej aktivity rádionuklidov ako betón, pálené tehly alebo keramické obklady. Ako som už na začiatku napísal, nebudem polemizovať o tom, či niekto podvádza pri meraniach.

V tabuľkách nižšie a na ďalšej strane som vybral pár materiálov pre lepšiu predstavu. Všetky samozrejme spĺňajú platné technické normy, inak by sa nesmeli predávať.

**Zákonný limit pre stavebné materiály je max.120 Bq/kg pre Rádium-226.**

Vápenopieskové tehly sa robia z vápenca a piesku, takže sú z hľadiska rádioaktivity na rovnakej úrovni ako pórobetón. A všimnite si, že ten argument zástancov tehly je nesprávny. Prírodná hlina je rádioaktívnejšia ako napríklad piesok, čo sa samozrejme prenáša aj na výrobky.

<b>Zdroj: Bundesamt für Strahlenschutz (www.bfs.de)</b>			
	<i>Rádium-226 (Bq/kg) Priemer (rozsah)</i>	<i>Tórium-232 (Bq/kg) Priemer (rozsah)</i>	<i>Draslík-40 (Bq/kg) Priemer (rozsah)</i>
Sadrovec	10 (2 – 70)	<5 (2 – 100)	60 (7-200)
Vápenec, pórobetón	15 (6 – 80)	10 (1 – 60)	200 (40 – 800)
Štrk, piesok	15 (1 – 39)	16 (1 – 64)	380 (3 – 1200)
Betón	30 (7 – 92)	23 (4 – 71)	450 (50 – 1300)
Tehla	50 (10 – 200)	52 (12 – 200)	700 (100 – 2000)



<b>Zdroj: Státní ústav radiační ochrany české republiky</b>		
	<i>priemerná hodnota Rádium-226 [Bq/kg]</i>	<i>najvyššia hodnota Rádium-226 [Bq/kg]</i>
stavebý kameň	27,5	925
tehly	45,2	143
betón	21,1	192
pórobetón	46,1	85
škvárobetón	66,7	118
malty	19,8	82
omietky	13,9	56
keramické obklady	63	117
piesok	13,3	41
íl	40,9	199
kamenivo	34,9	1090
popolček, škvára	75,5	363
cement	36,5	88
vápno	12,5	94
sádra	12,1	86
<i>merania materiálov v ČR v období 1998 - 1999</i>		

A nakoniec tu mám zaujímavú tabuľku. Pórobetóny verzus pálené tehly. Všimnite si, že tehliari presné čísla neudávajú. Teda aspoň ja som ich na webe nikde v čase písania tejto knihy nenašiel. Nikto to proste od nich nejako neočakáva...

<b>Zdroj: Certifikáty výrobcov, ktoré som našiel</b>	
	<i>Rádium-226 (Bq/kg) Priemer (rozsah)</i>
Porfix – popolčekový pórobetón (už nekúpíte)	48,3
Ytong – pieskový pórobetón	13,6
Kalksandstein – vápennopiesková tehla	pod 15
Porotherm – pálená tehla	len píšú, že sú pod normu 120
Heluz – pálená tehla	len píšú, že sú pod normu 120

Teda ak by som dostal otázku Ytong alebo tehla z hľadiska rádioaktivity, tak by vyhral Ytong. Nemám v podstate nič proti tehlám, len sa to snažím objektívne vyhodnotiť. Napríklad kvôli tomu, že hlina má vyššie hodnoty prirodzenej rádioaktivity sa zase nevzdám svojej obľúbenej nepálenej tehly na priečky kvôli jej iným zaujímavým vlastnostiam...

Čo teda? Podľa mňa sa týmto parametrom extra netreba zaoberať. Výrobcovia to používajú ako „marketingovú hru“. A všetci sú v zákonných v limitoch...

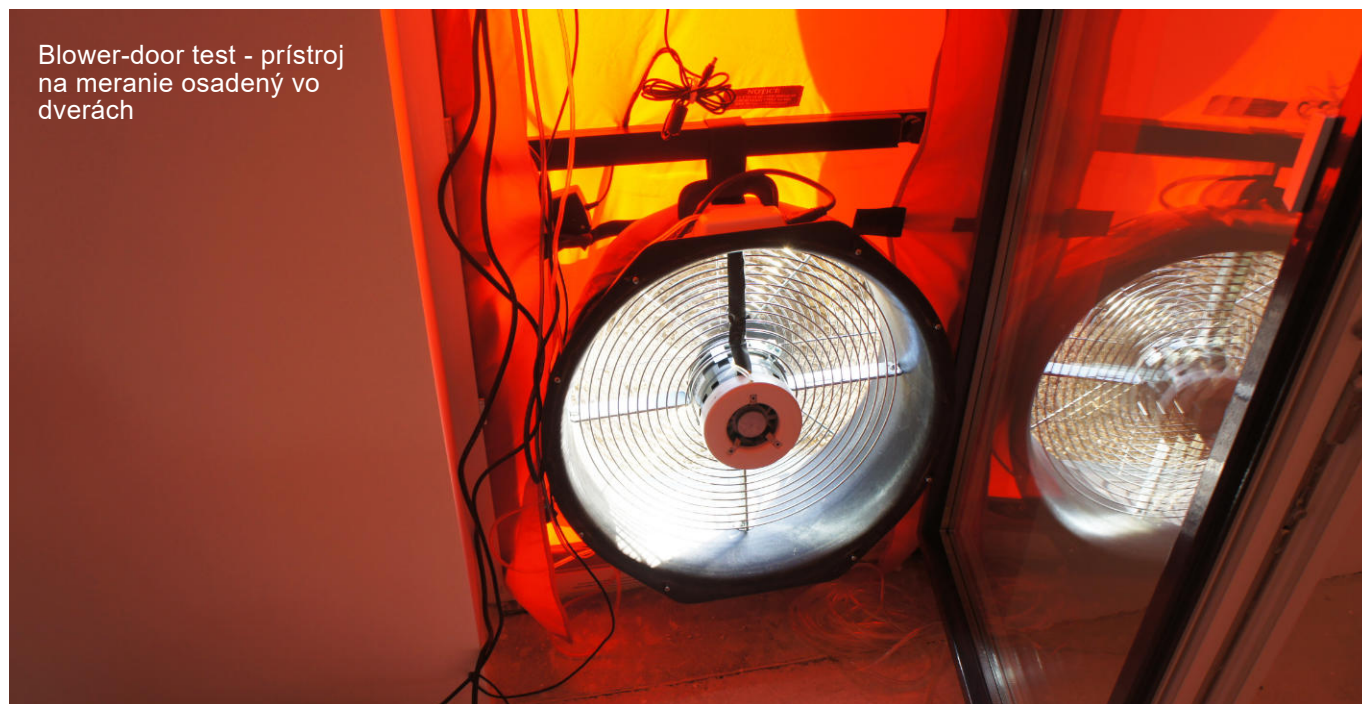


## Minimalizácia netesností domu

Ak dom nie je vzduchotesný, teplo uniká všetkými netesnosťami v obvodovom plášti, čo znamená plytvanie čoraz drahšou energiou. Čím je Vaša lokalita veternejšia, o to viac sa to prejaví. Cez dom bude jednoducho prefukovať. Môže sa Vám zdať, že obvodové steny sú takmer dokonale vyhotovené. Ale stále sa v ňom môžu nachádzať netesnosti neviditeľné voľným okom.

Pozor, často sa vzduchotesnosť zle vysvetľuje. Nejde o žiadne "zabalenie domu do igelitu", ako sa píše po laických diskusiách. Pri murovaných stavbách vzduchotesnosť najčastejšie zabezpečuje poriadne spravená vnútorná omietka. Takže musí byť všade, napríklad aj pod parapetmi okien a aj v miestach, kde sa pri bežných domoch na nej šetrí - napríklad nad zavesených podhl'adom.

Meranie vzduchotesnosti sa nazýva "Blower-door test". O ňom je v seriáli samostatný článok, nebudem sa tým teraz podrobne zaoberať.



Blower-door test - prístroj na meranie osadený vo dverách

### Čo pri murovaných stavbách značne zjednodušuje realizáciu kvalitnej vzduchotesnej obálky?

Je to hlavne homogénnosť murovacieho materiálu. V tomto smere zo spomínaných materiálov pri obvodových stenách a priečkach vedú pórobetónové tvárnice, vápennopieskové tehly a monolitický betón. Pri priečkach k nim ešte môžeme priradiť plné nepálené tehly.



Dierovanie pálených tehál naopak často spôsobuje nečakané problémy so vzduchotesnosťou domu. Stačí osadenie elektroinštalačnej krabice do steny a "prievan" sa cez stenu prenesie kludne na opačnú stranu domu aj cez vnútornú priečku. Znie to síce divne, ale naozaj vám môže fučať aj vo vnútornej priečke. Prievan sa nesie práve cez dierovanie tehál. Toto sa prejaví vo vyšších nákladoch na vykurovanie a v znížení komfortu bývania. Zhodne sú na tom ako dierované tehly betónové tvárnice bez zalievania betónom, ktoré nemajú plné dno. Tie s dnom smerom hore boli na tom o niečo lepšie, plné dno prerušovalo prúdenie vzduchu. (Len tie pravdepodobne už nezoženiete)

Podobný problém so vzduchotesnosťou môže nastávať aj pri materiáloch z drevocementových kombinácií (Durisol, VELOX), pretože samotný drevoštiepkový materiál je porézny. Pri systémoch z polystyrénových tvárník je dôležité dobré zhutnenie betónu, lebo sa zase stáva, že sú v betóne trhliny a nedoliate časti, cez ktoré môže fučať. Určite to ale nie je tak rizikové ako pri pálených tehách.

Výhoda homogénnych materiálov je preto v tom, že prípadná diera v omietke a fučanie sa zastaví na plnom materiáli na najbližšej tvárnici. Pre všetky domy (A0 a pasívne domy), v ktorých je osadené riadené centrálné vetranie s rekuperáciou tepla je vzduchotesnosť dôležitá. Pri iných systémoch vetrania to až tak dôležité nemusí byť.

Zrealizovať sa dá samozrejme aj tesný dom z tehly, len treba vedieť ako, a dodržiavať projektované detaily a riešenia.

Meranie rýchlosti prúdenia vzduchu v zásuvke pri Blower-door teste.





## Akustika v dome

Ak nebývate pri diaľnici, letisku alebo v inom hlučnom prostredí, zvyčajne nie je zásadný problém so žiadnou obvodovou stenou z hľadiska akustiky voči exteriérovému hluku.

Ak tento problém niekto z exteriéru má, tak je to zvyčajne pri obvodovej stene z Ytongu v kombinácii so zateplením polystyrénom alebo Multiporom. Skôr sa treba zamerať na okná a dvere voči exteriéru, tie sú najslabším prvkom v obvodových stenách.

Tu sa preto teraz zameriam teda na akustiku v interiéri. Často sa ľudia sťažujú práve na hlučnosť medzi priestormi v dome. Čiže sa treba zamerať z hľadiska akustiky na interiérové priečky. A tu sú medzi materiálmi rozdiely. Akustické parametre stien popisuje **Index stavebnej nepriezvučnosti**, ktorý má jednotku dB (decibel).

Decibely sa ale bežne dosť zle predstavujú. Čo teda vlastne tie decibely znamenajú?

### Pár príkladov hlučnosti:

- bežný rozhovor - 40-50 dB
- štandardný vysávač - 70 dB
- vlak - 80 dB
- rušná ulica s dopravným ruchom - 90 dB
- letecký motor bežiaci naprázdno -120 dB

Index vzduchovej nepriezvučnosti RW (dB) zjednodušene znamená, koľko decibelov konštrukcia pohltí. Ak napríklad v obývačke vysávate a je tam hlučnosť 70dB a priečka má hodnotu RW=42dB, tak v priestore za priečkou budete počuť vysávanie v hlasitosti:

$$70\text{dB}-42\text{dB}= 28\text{dB}$$

Preto čím vyššie číslo je RW, tým lepšie.





**Dôležité je vedieť, že Decibel (dB) je jednotka logaritmická. To znamená, že pri akustike platí, že útlm 3 dB znamená polovičnú hlučnosť a naopak zosilnenie o 3 dB je dvojnásobný výkon hluku!**

Takže priečka s  $RW=40\text{dB}$  utlmí hluk na polovicu hlučnosti ako priečka s  $RW=37\text{dB}$ .

Treba si ale uvedomiť zásadnú vec. Tieto hodnoty sú pre homogénne neporušené murivo. Ak do neho zasekáte kanalizáciu alebo vodu, urobíte niku a podobne, tak sa lokálne zníži hodnota a je potom úplne jedno, aké má parametre stena, keď je zvukovo oslabená.

<b>Výber materiálov pre priečky</b>	<i>hrúbka priečky (mm)</i>	<i>index vzduchovej nepriezv. RW (dB)</i>
<b>Pórobetónové tvárnice</b>		
Ytong P2-500	100	37
Ytong P4-500	125	39
Ytong P4-500	150	41
<b>Vápenopieskové tehly</b>		
Silka S12-1400 (s omietkou)	100	45
Silka S12-1400 (s omietkou)	150	50
KM Beta (s omietkou)	115	42
Kalksandstein 1400 kg/m <sup>3</sup> (s omietkou)	115	43
Kalksandstein 1800 kg/m <sup>3</sup> (s omietkou)	115	45
<b>Dierované pálené tehly</b>		
Porotherm 11,5 Profi (s omietkou)	115	42
Porotherm 11,5 AKU (s omietkou)	115	47
Porotherm 14 Profi (s omietkou)	140	43
HELUZ 11,5	115	45
<b>Ďalšie možnosti</b>		
Durisol DM 15/9	150	52
Velox WS50/WS50 (2x 50mm Velox)	100	39
Premac PT 10 - betónová tvárnica	100	44
HELUZ Nature Energy - nepálená hlina	120	49



Zjednodušené subjektívne vyjadrenie počuteľnosti hluku pri rôznych hodnotách nepriezvučnosti  $R'w$  steny medzi dvoma miestnosťami:

<i>RW steny (dB)</i>	<i>bežný hovor</i>	<i>hlasitejší hovor</i>	<i>bežná reprodukováaná hudba</i>
30	dobre zrozumiteľný	veľmi dobre zrozumiteľný	dobre počuteľná
40	zrozumiteľný	dobre zrozumiteľný	počuteľná
50	nezrozumiteľný	častočne ešte rozumiteľný	ťažko počuteľná
60	nepočuteľný	nezrozumiteľný	nepočuteľná
70	nepočuteľný	nezrozumiteľný	nepočuteľná

## Tip!

Ak používate v dome akusticky slabšie priečky, napríklad tenšie z pórobetónu, prekontrolujte si v pôdoryse, či nesusedí niektorá spálňa alebo detská izba s technickou miestnosťou, WC alebo kúpeľňou.

Ak susedí, určite odporúčam toto riešiť.

Možnosť je napríklad zduplikovať priečky. V jednej zo strany kúpeľne sa môžu viesť rozvody a druhá zo strany izby bude kompletne nenarušená. Medzi priečkami stačí ponechať malú medzeru, aby sa nedotýkali, prípadne pre zlepšenie parametrov sa dá vložiť minerálna vlna.

Pre ešte lepší výsledok treba spraviť predsadenú montovanú stenu v kúpeľni s akustickou izoláciou (napr. minerálna vlna) a v tejto predstene viesť vodu a kanalizáciu, aby sa zvuky tečúcej vody neprenášali vôbec do pórobetónu, lebo sa takto nesú stenami po celom dome.

Ideálny stav je, aby kúpeľne a technické miestnosti priamo nesusedili s izbami na spanie.



## Pevnosť steny

Stavebný materiál musí v prvom rade spĺňať požiadavky statiky. Každá tvarovka má predpísanú únosnosť, respektíve pevnosť v tlaku. Na jedno- až dvojpodlažný objekt postačuje zvyčajne pevnosť v tlaku okolo 2 MPa (MPa je to isté ako N/mm<sup>2</sup>). Presná hodnota samozrejme záleží na tvare a zložitosti domu alebo navrhnutom nosnom systéme. Bežne ale takúto požiadavku splnia aj steny s hrúbkou 25 až 30 cm, postavené z tvaroviek určených na nosné steny.

V marketingu sa výrobcovia pritom často doťahujú, ktorý materiál je pevnejší, únosnejší a podobne. Z môjho pohľadu je to čisto marketingová hra, pretože všetky spomenuté materiály vyššie určené pre stavbu rodinných domov spĺňajú pri bežnom dome požiadavky na statiku. Reálne aj tak každú stavbu musí zhodnotiť statik. A ak v nejakej časti múru nevyhovie murivo kvôli väčšiemu zaťaženiu, dá sa to riešiť napríklad betónovým stužením alebo lokálnym pevnejším murivom.

Preto z môjho pohľadu netreba príliš "prežívať" statické parametre pri výbere a treba sa zamerať na ostatné vlastnosti. Až keď statikovi v projekte niektorý materiál globálne nebude vyhovovať, treba sa zamyslieť nad zmenou materiálu. Stáva sa to zvyčajne pri veľkých prekladoch nad oknami a veľkých otvorených priestoroch, kde murivo prenáša veľké zaťaženie od stropu.

Pozor si ale treba dať na lokality so zvýšenou seizmickou činnosťou.

Na ďalšej strane je tabuľka s výberom materiálov pre predstavu hodnôt pevnosti.







<b>Výber materiálov pre nosné murivo</b>	<i>Normalizovaná pevnosť murovacích prvkov fb (N/mm<sup>2</sup>)</i>
<b>Pórobetónové tvárnice</b>	
Lambda YQ (P2-300)	2,2
Ytong Standard (P2-400)	2,7
Ytong Univerzal (P3-350)	3,5
Ytong Statik (P4-550)	5
Ytong Statik Plus (P6-650 – najpevnejší z Ytongu)	6,5
<b>Dierované pálené tehly</b>	
Porotherm T Profi (s vloženou minerálnou vlnou)	8
Porotherm Kombi Profi 30	12 / 15
HELUZ FAMILY 2in1 (s vloženým polystyrénom)	8
HELUZ PLUS 30 uni brúsená	12,5
<b>Vápenopieskové tehly</b>	
Kalksandstein – rôzne	15 / 20 / 25 / 35
Silka S12-1400 / S12-1800 / S12-2000	12 / 15 / 20
KM Beta SENDWIX 12DF-LD	20
<b>Ďalšie možnosti</b>	
Prescot MBT 25	3,8



## Požiarne odolnosť

Požiarne odolnosť konštrukcií predpisujú technické normy a pri rodinnom dome, ako pri akejkoľvek inej stavbe, musí byť súčasťou projektu požiarne posúdenie.

Zjednodušene povedané, posudzuje sa nasledovné:

1/ V prípade požiaru v interiéri domu musia konštrukcie vydržať tak dlho, aby ste mali dostatok času na bezpečné opustenie horiaceho domu. Čiže ide v prvom rade o bezpečnosť obyvateľov domu, nie o dom ako majetok. Požiarne norma pre rodinné domy predpisuje minimálne 30 minútovú odolnosť a stabilitu. Po tomto čase sa v postate môže dom zosypať, lebo norma predpokladá, že ste už mimo domu...



2/ V prípade požiaru na susedovom dome vaša stena musí odolávať tiež určitý čas.

Čiže konštrukcia môže mať rozdielne odolnosti z interiéru a z exteriéru.

Čas, ako dlho musí konštrukcia vydržať z exteriéru predpisuje v posúdení projektu špecialista na požiarne ochranu. Závisí to od odstupov od iných stavieb, či dom nie je napríklad ohrozovaný potencionálnym požiarom z iného objektu, ktorý je blízko a podobne.

V prípade bežných odstupových vzdialeností medzi domami vyhovujú bez problémov všetky spomenuté stavebné materiály.

Z hľadiska interiéru si nespomínam, že by niektorý stavebný systém z tých, ktoré sme doteraz v ateliéri projektovali (a sú spomenuté v tejto knihe) nevyhoveli. V podstate vysoko prekračujú požiadavky normy pre rodinné domy.

Problematickejšie to je zo strany exteriéru. Najčastejšie sa to týka zateplovaných konštrukcií. Niekedy sa nedá jednoducho použiť polystyrén na fasáde, ak je blízko iný objekt, ktorý môže dom požiarne ohroziť.

Takže podľa certifikátov spĺňajú všetky systémy, ktoré som na začiatku spomenul požiadavky noriem a v podstate by ste sa tým nemuseli pri výbere zaoberať.



Ale do jedného z nich si neodpusťím „rypnúť“. Ide o systém zalievaných polystyrénových tvárnic MAXPLUS Maxplus. Polystyrénová tvarovka je z interiéru zvyčajne omietnutá, v lepšom prípade je na nej nalepená sadrokatónová doska. Polystyrén síce nehorí, iba tlie a odkvapkáva, ale pri požiari by som mal osobne obavy z výparov, ktoré pri tomto tlení vznikajú. A podľa starších certifikátov na stránke dodávateľa pri skúšobných vzorkách po 18 minútach už vznikali v interiérovej omietke diery, takže tam už mohol začať polystyrén tlieť.

Aby som ale nebol až taký nespravodlivý k systému MAXPLUS Maxplus, treba pripomenúť, že najviac výparov pri požiari tvorí nábytok, a rôzne umelé materiály v interiéri, ako záclony, koberce, hračky, oblečenie...

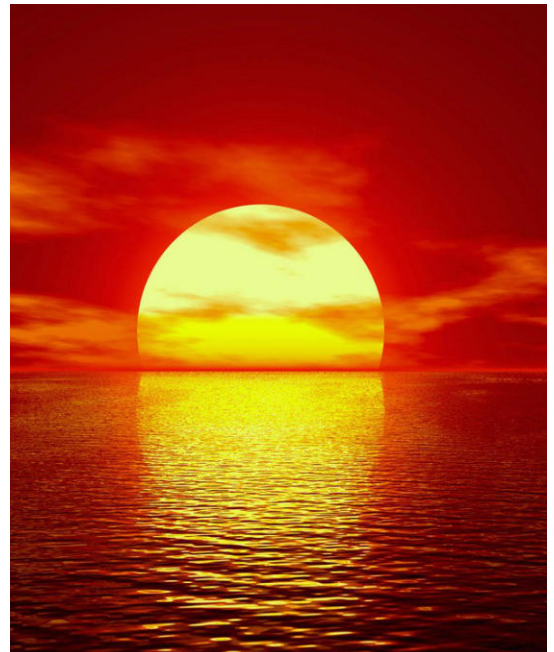


## Akumulácia tepla

Akumulácia tepla v rodinných domoch má svojich zástancov a rovnako odporcov.

O čo ide?

Čím je materiál ťažší s vyššou hustotou, dokáže do seba naakumulovať viac tepla alebo aj chladu. Predstavte si jaskyňu. Môžete tam založiť oheň na niekoľko dní, ale teplotu vzduchu tam zásadne nezvýšite. Masa zeminy jednoducho má svoju teplotu a sála zo seba takúto teplotu do interiéru jaskyne. Akumulácia tepla je všeobecný fyzikálny jav a rovnako to funguje pri stavbách.



### Čo tvrdia zástancovia akumulácie tepla v domoch:

Predstavte si stavbu z ťažkých masívnych materiálov a tieto sú zohriate na ideálnu požadovanú teplotu interiéru povedzme 21 stupňov. Ak do interiéru pustíte studený vzduch, nahriate konštrukcie si rýchlo s tým poradia. Rovnako to platí opačne, ak do domu v lete zasvieti horúce letné slnko, priestor sa tak rýchlo nebude prehrievať, pretože naakumulovaný chlad v murive teplotu podrží. V prípade poruchy vykurovacieho systému, alebo vypínania trebárs elektrického kúrenia počas vysokej tarify dom oveľa pomalšie vychladne, takže nepocítite nekomfort.

### Čo naopak tvrdia odporcovia akumulácie tepla v domoch:

Ťažkú akumuláciu stavbu je problematickejšie tepelne regulovať. Môže sa stať, že v lete sa priestor prehreje a teplo sa do konštrukcií začne ukladať. A potom napriek tomu, že vonku sa po pár dňoch schladilo, vám bude v dome stále ešte pár dní teplo, lebo sa zo stien stále teplo uvoľňuje. Zástancovia ľahkých neakumulatívnych stavieb vyzdvihujú práve možnosť rýchlo meniť teplotu v dome. Ak je cez deň horúco, počas noci sa rýchlo dom dokáže schladiť. Naopak, ak je dom nevykúrený dokáže sa rýchlo vykúriť, pretože sa nemusíte „bit“ so studenými stenami.



## Tak kde je vlastne pravda?

Podľa mňa majú pravdu zástancovia a aj odporcovia, a fungujú oba prístupy. Ale ja sa pri rodinných domoch prikláňam viac k zástancom akumulácie tepla, pretože tento princíp považujem za komfortnejší. Výkyvy teplôt v dome s akumuláciou nie sú také časté a vysoké ako pri stavbe bez akumulácie.

Pri bežnom rodinnom dome máme zvyčajne celoročnú požiadavku na približne konštantnú teplotu v interiéri. V zime menej, v lete trochu viac, ale v zásade konštantnú. Preto pri celoročne užívaných rodinných domoch je podľa mňa akumulácia dôležitá hlavne pri krátkodobých výkyvoch teplôt v lete. Dokonca aj v zime sa bežne stáva, že zasvieti cez okná slnko a dom prehreje. Nedostatočná akumulácia v lete môže spôsobovať prehrievanie domu, pretože sa nárazové zvýšené teplo nemá kam uskladniť.

Prístup odporcov akumulácie odporúčam používať v objektoch, ktoré sa využívajú sezónne. Napríklad víkendová chata. Ak na chatu v zime idete raz za 2 týždne, je neekonomické ju 2 týždne vykurovať naplno. Vtedy sa dobre uplatní stavba bez akumulácie tepla. Aj keď je tam povedzme 10 stupňov, rýchlo ju po príchode vykúrite. Takáto stavba samozrejme aj rýchlejšie vyhladne po vypnutí kúrenia.

Z hľadiska akumulácie je zároveň pre interiér dôležité, čo tvorí finálny povrch v interiéri. Celková konštrukcia steny môže byť ťažká, trebárs betónová, ale ak ju od interiéru odizolujete tepelným izolantom, z hľadiska krátkodobých výkyvov teplôt to fungovať nebude. Čiže z vybraných materiálov do tejto kategórie patrí systém Medmax Maxplus, keď má z interiéru polystyrénovú tvarovku. Celková stavba je teda síce ťažká z betónu, ale akumulácia je schovaná za izolantom. Lepšie sú na tom systémy Velox a Durisol, hoci tam je vlastne tiež z interiérovej strany izolačný materiál. Drevoceментový materiál je tepelný izolant, ale nie je takým dobrým izolantom ako polystyrén. Zároveň má menejšiu hrúbku.

A pozor, podobný efekt „odblokovania akumulácie“ dosiahnete pri akomkoľvek murive, ak v snahe šetriť namiesto klasických omietok spravíte predsadené sadrokartóny. Medzi stenou a sadrokartónom vznikne vzduchová medzera, ktorá bude pôsobiť ako tepelný izolant. Tento systém sa používa pri rekonštrukciách, kde sa takto zrovnávajú nerovnosti starých stien. Pri novostavbe toto nemá podľa mňa čo hľadať. Odhliadnuc od toho, že omietka často tvorí vzduchotesnú rovinu.

**Ako sú na tom s akumuláciou ostatné materiály?**

Nižšie sú porovnávacie tabuľky. Všímajte si hlavne posledný stĺpec - čím väčšie číslo tam je, tým dané murivo vie naakumulovať viac tepla (1m<sup>2</sup> daného muriva pri reálne používanej hrúbke). Výpočet nezohľadňuje akumuláciu zatepľovacieho systému a omietky, ak sa na stenu použijú.

Žltou sú zvýraznené materiály, ktoré bežne v praxi využívame v ateliéri pri projekcii.

<b>Výber materiálov – nosné steny</b>	<i>hrúbka múru mm</i>	<i>merná tepelná kapacita c [J/kg.K]</i>	<i>hustota (objemová hmotnosť) ρ [kg/m<sup>3</sup>]</i>	<i>tepelná akumulácia Q (J/(m<sup>2</sup>.K))</i>
<b>Pórobetónové tvárnice</b>				
Ytong Lambda P2-350 (bežne bez zateplenia)	375	1000	350	131 250
Ytong P2-400	300	1000	400	120 000
Ytong P6-650	300	1000	650	195 000
<b>Vápenopieskové tehly</b>				
Silka S12-1400	200	840	1400	235 200
Silka S15-1800	200	840	1800	302 400
KM Beta	175	1000	1220	213 500
KM Beta	240	1000	1220	292 800
Kalksandstein 1400 kg/m <sup>3</sup>	175	1000	1400	245 000
Kalksandstein 1800 kg/m <sup>3</sup>	175	1000	1800	315 000
Kalksandstein 1800 kg/m <sup>3</sup>	240	1000	1800	432 000
<b>Dierované pálené tehly</b>				
Porotherm 30 Profi	300	1000	800	240 000
Porotherm 30 T Profi (s vlož. minerálnou vlnou)	300	1000	650	195 000
Porotherm 42,5 T Profi (s vlož. minerálnou vlnou)	425	1000	650	276 250
Porotherm 30 AKU	300	1000	1400	420 000
HELUZ FAMILY 2in1 (s vlož. polystyrénom)	300	1000	680	204 000
HELUZ FAMILY 2in1 (s vlož. polystyrénom)	500	1000	680	340 000
<b>Ďalšie možnosti</b>				
Liapor M 300 2 MPa	300	1000	650	195 000
Liapor M 300 6 MPa	300	1000	950	285 000
Liapor M 300 AKU 12 MPa	300	1000	1200	360 000
Liapor SL 365 2MPa	365	1000	500	182 500
Liapor SL 365 4MPa	365	1000	700	255 500



Výber materiálov – priečky	hrúbka múru mm	merná tepelná kapacita $c$ [J/kg.K]	hustota (objemová hmotnosť) $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	tepelná akumulácia $Q$ (J/(m <sup>2</sup> .K))
<b>Pórobetónové tvárnice</b>				
Ytong P4-500	150	1000	500	75 000
<b>Vápenopieskové tehly</b>				
Silka S12-1400	150	840	1400	176 400
KM Beta	115	1000	1400	161 000
<b>Dierované pálené tehly</b>				
Porotherm 11,5 Profi (priečka)	115	1000	700	80 500
Porotherm 11,5 AKU (priečka)	115	1000	1050	120 750
Porotherm 14 Profi (priečka)	140	1000	800	112 000
HELUZ 11,5	115	1000	800	92 000
<b>Ďalšie možnosti</b>				
HELUZ Nature Energy - nepálená hlina	120	1030	1680	207 648
HELUZ Nature Energy - nepálená hlina (otočená)	250	1030	1680	432 600
Premac PT 10 - betónová tvárnica	100	1020	1320	134 640
SUPERBLOK - sádrová priečka	80	1060	840	71 232

### Stručné zhodnotenie akumulácie

Z bežných najpoužívanejších murív v hrúbkach 300mm vedie pálená tehla. Z hľadiska pomeru medzi hrúbkou muriva a akumuláciou je víťazom vápenopiesková tehla a pri priečkach ju ešte predbehla tehla z nepálenej hlíny.

V prípade požiadaviek na naozaj vysokú akumuláciu sa dajú využiť špeciálne tehly s označením AKU (napr.: Porotherm 30 AKU a Liapor M 300 AKU 12 MPa) alebo hrubšie vápenopieskové tehly, prípadne plné betónové steny. Tie majú potom aj výborné akustické vlastnosti.



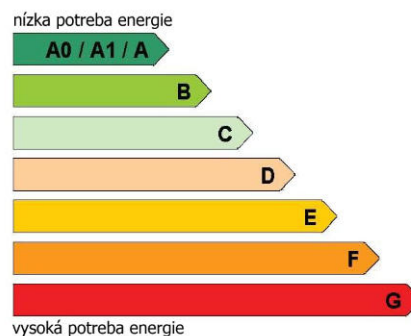
## Tepelnoizolačné vlastnosti

Tepelnoizolačné vlastnosti konštrukcií sú v súčasnosti jedným z najskloňovanejších parametrov. Je to dosť obširná téma a v tejto stručnej knihe nie je na podrobnejšie prebratie dosť priestoru. Každý zo spomínaných výrobkov pre obvodové steny má viac výrobných verzí a prevedení s rôznymi tepelnoizolačnými vlastnosťami.

Medzi nimi sú vždy výrobky určené pre obvodové murivá spĺňajúce minimálne požiadavky technických noriem na tepelné odpory alebo tieto normy prekračujú. Materiály, ktoré majú minimálne tepelnoizolačné vlastnosti, ako napríklad betón alebo vápennopieskové tehly, tieto parametre splnia iba s dodatočným zateplením.

Preto, keď si zvolíte tieto materiály, nemusíte si odpovedať na otázku, či zatepľovať alebo nezatepľovať. To isté platí pri systémoch Durisol, Medmax alebo Velox, pretože tieto v sebe už obsahujú tepelné izolácie. (Poznámka, Durisol a Velox sa môže pre zlepšenie izolačných parametrov ešte navyše doizolovať...)

Ak ale uvažujete trebárs o pálenej tehle alebo pórobetóne, určite sa dostanete ku otázke:



### Zatepľovať alebo nezatepľovať?

Výrobcovia tehál a rovnako pórobetónov tvrdia, že to netreba a vyrábajú tvárnice hrubé až 50cm. (Vyplňané tehly s polystyrénom alebo minerálnou vlnou). A niektoré tieto výrobky prezentujú dokonca ako materiály určené pre pasívne domy. Na to rovno radšej zabudnite. Často je problém dosiahnuť parametre pasívneho domu s oveľa lepšie izolujúcimi stenami. O tom, či dom bude pasívny, rozhoduje plno faktorov a steny sú len jedným z nich. Zo skúsenosti ale tvrdím a budem tvrdiť, že pasívny rodinný dom bežných rozmerov na Slovensku z nezatepľovaného muriva nespravíte.





A pozor na marketingové články z Čiech! Česi mali parametre pre pasívne domy „zmäkčené“ a nepoužívali oficiálnu definíciu pre pasívne domu, ako iné krajiny vrátane nás. Im to jednoducho ekonomicky veľmi nevychádzalo, tak si to zmenili...

*(Nekontroloval som, či to už medzičasom Česi tiež nezmenili...)*

### **Ako teda? Zatepľovať alebo nezatepľovať?**

U nás v ateliéri máme v tomto výbere jasno.

Aj keď by sa na túto tému dalo popísať plno textu, skúsím vám náš názor stručne popísať.

Sme zásadne za kombináciu zateplenia a tenšieho nosného múru. Výrobcovia tehál a pórobetónu ponúkajú samozrejme tie hrubé superizolačné tvárnice. Snažia sa tým držať aktuálne trendy a je pre nich samozrejme zaujímavé predať veľa materiálu.

V rovnakej, ale aj dokonca menšej hrúbke ako 50cm, sa pritom dá jednoducho realizovať stena, ktorá má oveľa lepšie tepelnoizolačné parametre a celkovo je to dokonca podľa našich skúseností lacnejšie.

Pri nezatepľovanom murive je plno detailov – tepelných mostov, ktoré stenu tepelnoizolačne oslabujú. Výrobcovia preto majú vyriešené systémové prvky a odporúčania, ako riešiť detaily a minimalizovať vplyv týchto detailov na celkovú spotrebu domu. Tieto detaily sú ale zvyčajne značne horšie ako samotné murivo a na dome ich je dosť veľa. Preklady nad oknami, vence pri stropoch a krovoch, prvá rada muriva pri základovej doske...

Vo výsledku sú to naozaj dosť podstatné percentá z celkových stien.

Zabudnite preto pri porovnávaní tepelnoizolačných vlastností len samotného múru na to, že to bude rovnaké v celej stene. Detaily múr celkovo spriemerujú na horšie parametre.

Problém zároveň nastáva, ak sa navrhnuté a predpísané detaily na stavbe nedodržia. Čo je častá slovenská realita. Nakresliť pekný detail nie je problém, papier znesie veľa... Videl som veľa stavieb, kde pri betonáži vencie zabudli vložiť do debnenia tepelnú izoláciu. Riešenie takejto chyby je buď veniec vybúrať a znova zabetónovať správne, alebo neplánovane dodatočne zatepliť buď zvonka, alebo aspoň lokálne zvnútra (čo je náročnejšie na správne prevedenie). Prípadne



najhoršie je trpnuť, či to nebude zvnútra plesnivieť a pritom platiť za kúrenie viac, ako sa plánovalo.

Vonkajšie zateplenie múru, ktoré preferujeme, preto dokáže elegantne zachrániť chyby pri murovaní a poprekryva kritické tepelné mosty. Zároveň je murovanie jednoduchšie, pretože netreba pri hrubej stavbe riešiť komplikované detaily. Zateplením vznikne skoro homogénna tepelnoizolačná stena. Vplyv tepelných mostov na priemernú hodnotu stien je pri vonkajšom zateplení minimálny.

Samozrejme bavíme sa o správne navrhnutom zateplení pre konkrétne murivo tak, aby nevznikala kondenzácia vodných pár v múre a následne plesne. So zateplením dosiahnete efektívnejšie riešenia hlavne pri nízkoenergetických a pasívnych domoch. Treba ale povedať, že žiadny dom, či už pasívny alebo nízkoenergetický, nemá nikým predpísané skladby konštrukcií a tie môžu byť riešené veľmi rôznorodo a dajú sa riešiť zo všetkých spomínaných materiálov v tejto knihe.

... a teraz možno namietate:

### **Zateplené steny hlavne polystyrénom nedýchajú a stenu zadusíme!**

Toto sa často vyčíta zatepleniu polystyrénom, a steny vraj „nedýchajú“. Ale čo to vlastne znamená? Je to dôležité?

Výraz dýchanie stien nie je technický výraz, aj keď sa často objavuje na diskusiách na internete a používa sa aj medzi odborníkmi.

Pod pojmom dýchanie stien odborníci väčšinou chápu jav prestupu vodnej pary z miestnosti cez vonkajšiu stenu v zime. A čo sa často opomína, deje sa to aj opačne. Keď je napríklad v lete vonku vyššia teplota ako vnútri. Tento jav sa považuje za priaznivý, ak chráni miestnosť pred nadmernou vlhkosťou, ktorá by mohla spôsobovať kondenzáciu vodnej pary v konštrukcii a následne vznik plesní, húb a podobne.

Pritom prieskumy ukazujú, že množstvo vodných pár, ktoré prestupujú konštrukciami je pod 3 % z celkového množstva vodných pár odvádzaných z priestoru. Je teda jasné, že množstvo prestupujúcich vodných pár cez stenu je zanedbateľné. Toto množstvo vôbec neovplyvňuje kvalitu vnútorného vzduchu, preto treba vodnú paru z priestoru odvádzať iným spôsobom – čiže správnym vetraním.



V skutočnosti nie je až tak dôležité „dýchanie konštrukcie“, ale komplexný návrh jej skladby, aby aj pri relatívne zanedbateľných množstvách prestupujúcej vodnej pary nevznikali problémy s plesňami. Preto výroky typu „dom musí dýchať“ a „zadusíte steny“ sú vytrhnuté z kontextu.

### Dýchanie muriva je preto jedna z najrozšírenejších fám v stavebníctve a veľmi dobre sa „marketingovo využíva“ !

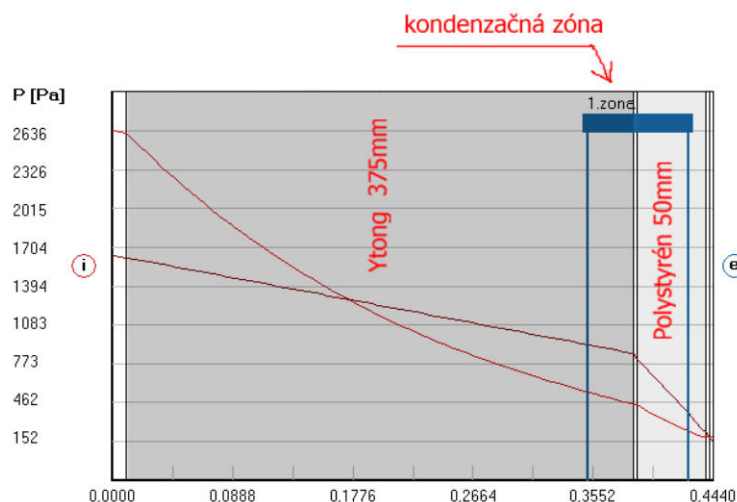
Dôležitý pri návrhu skladby múru je rosný bod – teplota, pri ktorej sa vodná para mení na vodu. (Upozornenie: rosný bod nemá žiadny súvis s teplotou 0 °C). Napríklad pri použití polystyrénu ako izolácie obvodovej steny treba docieľiť, aby poloha rosného bodu bola aj pri veľkých mrazoch v izolácii.

Pre zaujímavosť. Nasledovnú situáciu bolo donedávna často vidieť na rôznych stavbách a často sa spomína aj v diskusiách: YTONG P2-400 hrúbky 375mm zateplený 50mm polystyrénu.

Každý lepší odborník si to vie ľahko v špecializovanom programe prepočítať. Pri vonkajšej výpočtovej teplote -12°C je na rozhraní Ytongu a polystyrénu teplota zhruba -3°C. Takže akákoľvek voda v murive už mrzne. Rosný bod umiestený v takejto skladbe je v murive už pri poklese exteriérovej teploty pod 10°C. Jednoducho je tu zvolená zlá kombinácia. Majiteľov domov pravdepodobne čakajú problémy. *(Ale nemusia byť zákonite problémy - je to stále teoretický výpočet)*

Existuje veľa zlých príkladov a tieto sa šíria zo stavby na stavbu spôsobom: „Ved' aj sused to tak robil...“. Neskíznite k tomuto prístupu a obráťte sa na odborníkov. Tí vedia najlepšie posúdiť správnosť plánovanej skladby.

O tom, čím zatepľovať, budem písať inokedy. Je toho viac, nie len minerálna vlna alebo spomínaný polystyrén.



Ukážka posúdenia spomínanej podľa mňa zlej skladby konštrukcie v špecializovanom programe. Podľa výsledkov kondenzácia vzniká aj v Ytongu a hoci sa počas roka táto para dokáže vypariť, skladba je takto riziková.

Správne navrhnutá skladba má teoretickú kondenzačnú zónu len v polystyréne, čiže je lepšie použiť hrubší polystyrén a tenší nosný múr. Pri 300mm Ytongu je zvyčajne bezpečná hrúbka polystyrénu od 120mm.



## Pár poznámok k „dýchaniu stien“ a zatepľovaniu

### Čo je paropriepustnosť?

Paropriepustnosť je jedna z vlastností stavebných materiálov.

#### Príklady paropriepustných materiálov:

- tehly, pórobetón, betón, drevo, minerálna vlna, celulózové a drevovláknité izolácie, ovčia vlna

#### Príklady paronepriepustných materiálov:

- sklo, rôzne fólie (parozábrany, EPDM, hliníkové, igelit), asfaltové pásy

### Jeden príklad absurdnosti fámy o dýchaní stien:

Pri porovnaní difúzneho odporu polystyrénu s inými tepelnoizolačnými materiálmi, napríklad s minerálnou vlnou, je difúzny odpor polystyrénu o niečo vyšší. To znamená, že cez neho horšie prechádzajú vodné pary. Ak ho ale porovnáme s parozábranou, ktorá sa musí bežne používať pri zatepľovaní podkrovia, dosahuje difúzny odpor polystyrénu zlomky z difúzneho odporu parozábrany. Napriek tomu sa nikto nepozastavuje nad nedostatočným „dýchaním“ zatepleného podkrovia...



### A ešte si neodpustím vyjadrenie k jednej fáme:

#### Životnosť polystyrénu... **Mizne? Vyparuje sa?**

Vľavo je fotka z demontáže 25 ročného polystyrénu z fasády domu. Je ako nový. Dnes už takéto "guličkový" polystyrén nenájdete. Aby polystyrén nezostarol, musí byť ochránený pre UV žiarením. Toto rieši omietka.

Zdroj obrázku: <http://www.zatepleni-fasad.eu/vse-o-zatepleni/jaka-je-zivotnost-zatepleni-polystyrenem/>



## Pripúšť'am vôbec niekedy nezatepl'ované murivo?

Aby to nevyznelo zase úplne tak, že nezatepl'ované murivo je podľa mňa úplná blbosť... Sú riešenia domov, kedy sa nad nezatepl'ovaným murivom oplatí uvažovať. Toto by mal vždy projektant zhodnotiť. U nás v ateliéri takéto prípady riešime ale výnimočne.

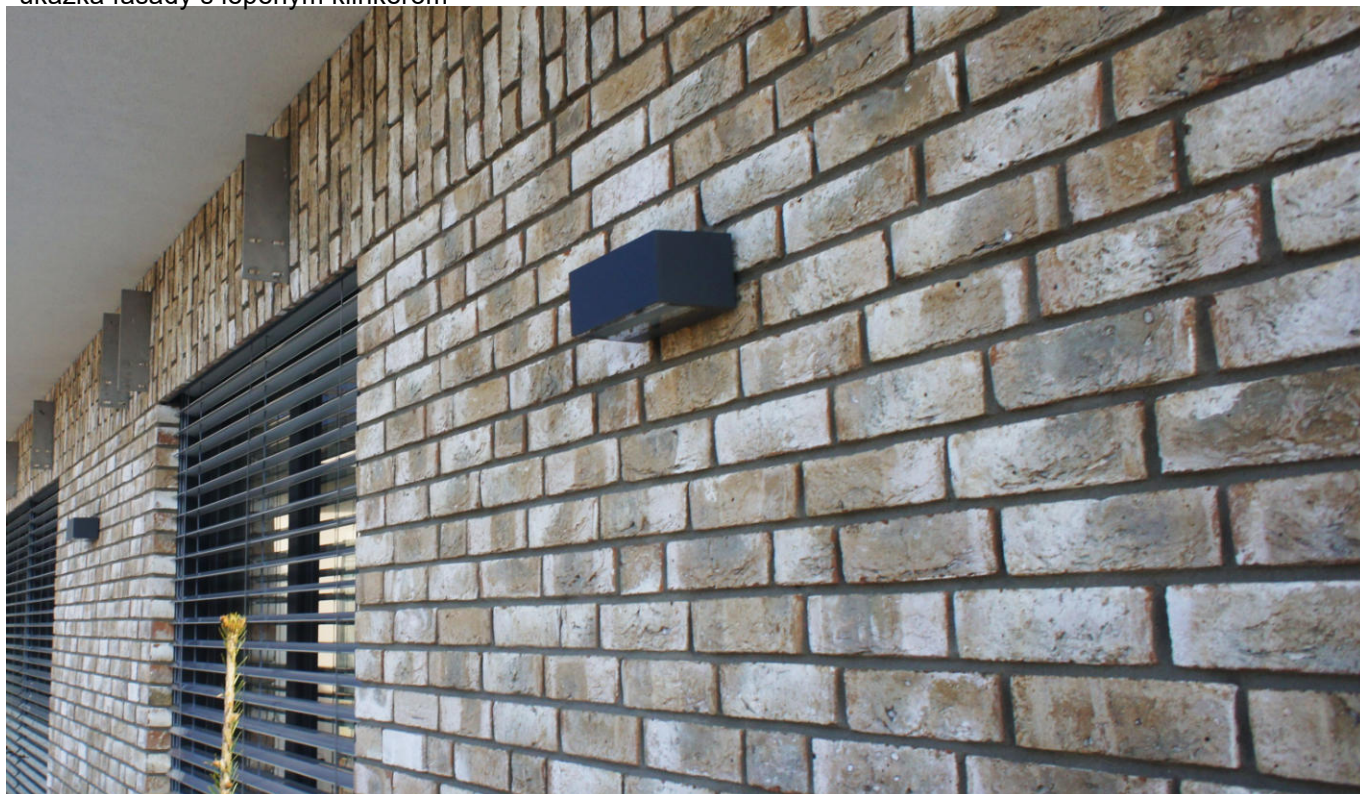
Ide hlavne o dva nasledovné prípady:

### 1. Celý dom bude obložený lepeným kameňom alebo klinkerom.

Bežne robíme lepený kameň alebo klinker na zateplenie. Zateplenie sa v tomto prípade musí ale na to lepenie prispôbiť. Viac kotvenia, pevnejšie sieťky, je to pracnejšie a preto aj drahšie.

V ateliéri to takto zvyčajne používame v malých lokálnych plochách, takže cenové navýšenie nie je v globále veľké. Iná je ale situácia, ak má byť obložený komplet celý dom. Tam naozaj stojí za prehodnotenie, či nepoužiť radšej nezatepl'ované murivo, keďže priamo na murivo sa lepí najjednoduchšie.

ukážka fasády s lepeným klinkerom





## 2. Dom bude mať maximálne jednoduchý tvar a konštrukcie.

Napríklad prízemný dom, obdĺžnik, bez kastlíkov na exteriérové žalúzie alebo rolety. Žiadne vymýšľanie s členením fasády. Žiadne pretŕčajúce hmoty poschodia nad prízemie. Šírky okien tak, aby sa dali použiť systémové detaily k nezatepľovanému murivu od výrobcu.

Ide o to, aby ste na fasáde minimalizovali akékoľvek iné povrchy okrem muriva, čiže minimalizovať lokálne tepelné izolácie. Lebo ak je tvar a statika domu náročnejšia, objavia sa na fasáde tepelné izolácie ako na fotkách nižšie a finálna omietka bude na dvoch rozdielnych povrchoch. To je zároveň rizikové z hľadiska možného praskania omietky na rozhraniach muriva a tepelnej izolácie, lebo každý materiál sa pri tepelných výkyvoch správa inak.

*Inak ukážky nižšie vlastne vznikli neplánovane zmenou počas stavby z tých dvoch situácií, ktoré popisujem. Plán investora bol celý dom obložiť kameňom a trvali z toho dôvodu na nezatepľovanom murive. Zároveň tvar domu bol komplikovanejší, takže pribudli rôzne betónové prvky v stenách a prekladoch, čo sa izolovalo extrudovaným polystyrénom (ružový materiál na fotkách). Ale počas realizácie investori upustili od realizácie kameňa na fasáde a vo výsledku išli do omietky. Dostali sa tak do situácie, ktorú neodporúčame...*

*Takže to, či budete obkladať celý dom kameňom alebo klinkerom naozaj dobre rozmyslite...*





## Ekologickosť materiálov

Ekologickosť materiálov je často kvôli ostatným vlastnostiam a hlavne financiám medzi ľuďmi riešená minimálne. Ak vás toto netrápi, pokojne túto časť preskočte. Ale ak vám aspoň trochu záleží, ako to tu bude po nás vyzerat', prečítajte si.

Pri výbere materiálov pre zdravý dom je dôležité brať ohľad aj na pôsobenie na životné prostredie, pretože riešiť len vnútro vlastného domu a priestor záhrady po plot od suseda je z dlhodobšieho hľadiska krátkozraké. Napríklad vzduch a vodu, ktoré do domu potrebujeme, berieme z vonkajších zdrojov. Ak si tieto zdroje znečistíme, bude nám zdravý dom neskôr zbytočný. Všetky materiály používané v stavebníctve, napriek tomu, že majú certifikáty, nie sú ideálne do konceptu zdravého domu. Niektoré sú viac a niektoré sú menej ohľaduplné k životnému prostrediu.



Vo všeobecnosti sa dá povedať, že materiály pre zdravý dom sú zároveň ekologickými materiálmi.

Z ekologického hľadiska uprednostňujeme materiály vyrobené s minimálnou energetickou náročnosťou podľa možností z miestnych obnoviteľných zdrojov. Pre zdravý dom preto hľadáme také konštrukčné riešenia domu, ktoré umožnia uplatnenie takýchto materiálov. Zároveň minimalizujeme používanie materiálov vyrábaných pri vysokej energetickej náročnosti.

Tieto ekologické aspekty stavebných materiálov popisujú parametre PEI, emisie CO<sub>2</sub> a emisie SO<sub>2</sub>.

### **PEI – Viazaná primárna energia, tzv. „šedá energia“**

Je to údaj v MJ, ktorý v sebe zahŕňa množstvo spotrebovanej primárnej energie v danom materiály. Ide o energiu vynaloženú na získanie suroviny, výrobu a dopravu materiálu. Jeden MJ zodpovedá v prepočte cca. 0,27KWh.

### **Emisie CO<sub>2</sub>ekv. (potenciál globálneho otepľovania)**

Tento údaj zahŕňa emisie látok prispievajúcich ku skleníkovému efektu. Oxid uhličitý sa vzhľadom k najväčším množstvám používa ako ekvivalent. Nás zaujíma, koľko kilogramov CO<sub>2</sub> bolo uvoľnených pri výrobe materiálu. Nie každý



materiál má pozitívnu bilanciu CO<sub>2</sub>. Napríklad drevo alebo iné dorastajúce suroviny počas rastu absorbovali viac CO<sub>2</sub>, ako sa uvoľní pri ich príprave a zabudovaní v stavbe.

### **Emisie SO<sub>2</sub>ekv. (potenciál okysľovania životného prostredia)**

Ako ekvivalent sa používa oxid siričitý, ale údaj zahŕňa aj ďalšie plyny podieľajúce sa na acidifikácii, predovšetkým oxid dusíka a amoniak. Tento menej známy, ale tiež dôležitý údaj dáva informácie o nezvratnom procese zasiřenia okolia priemyslenou produkciou. Plyny reagujú a viažu sa v atmosfére s vodou a dopadajú na Zem predovšetkým v podobe kyslých dažďov. Tie spôsobujú poškodenie vodných, lesných a pôdných ekosystémov, ale aj budov.

### **Príklady pre nosné murivo v bežne používaných hrúbkach**

Čím sú hodnoty nižšie, tým lepšie. Podľa tohto sa najmenej energie minie pri výrobe vápenno-pieskových tehliach, potom pri pórobetóne a najviac pri pálených tehliach.

#### ***Tehla dierovaná - hrúbka 300mm***

*PEI neobnoviteľný MJ/m<sup>2</sup>: 597,00*

*GWP kg CO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>: 42,240*

*AP kg SO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>: 0,1320*

#### ***Porobetón – hrúbka 300mm***

*PEI neobnoviteľný MJ/m<sup>2</sup>: 412,80*

*GWP kg CO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>: 39,720*

*AP kg SO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>: 0,0960*

#### ***Vápenopiesková tehla - hrúbka 175mm***

*PEI neobnoviteľný MJ/m<sup>2</sup>: 266,70*

*GWP kg CO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>: 33,259*

*AP kg SO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>: 0,0507*

---

**Poznámka:** Aktuálne je toto na dobrovoľnom rozhodnutí. Je ale veľký predpoklad, že nás v dohľadnej dobe v stavebníctve čaká, že sa týmto reálne budú musieť aj podľa legislatívy zaoberať všetci projektanti. Tak ako teraz by mali všetci už riešiť energetickú certifikáciu.





## Cena

Prečo píšem o cene na poslednom mieste? Z jednoduchého dôvodu. Výber materiálu iba podľa ceny nie je pre mňa osobne až tak zaujímavý.

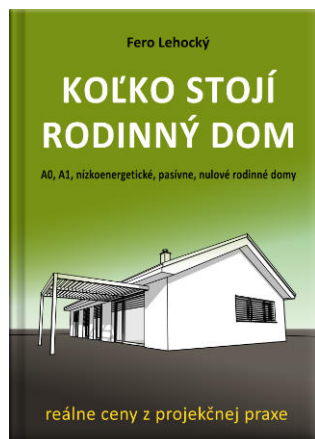
Jednoduchý príklad. Riešil som jeden nízkoenergetický dom a spracovávali sme aj podrobný položkový rozpočet vrátane komplet technológií. Predstavte si teda prízemný dom s úžitkovou plochou 140m<sup>2</sup>. Cena realizácie takéhoto domu podľa oficiálneho rozpočtu vyšla v danej dobe orientačne **180000 € s DPH**.

Koľko z toho je podľa vás cena materiálu na obvodové múry a priečky?

Išlo o Ytong 300mm tvárnice na obvodové steny a priečokky 150mm zhruba za **7500 € s DPH**. A podľa mojich skúseností dostane investor ešte zľavu.

**Bavíme sa teda o položke na dome, ktorá netvorí ani 5% z ceny domu.**

Pritom najčastejšia otázka, či pórobetón alebo tehla je často mierená práve ku cene. To v tomto kontexte podľa mňa osobne stráca zmysel. Nečakajte, že tá tehla bude „brutálne lacnejšia“ (hoci je naozaj lacnejšia). Okrem toho ju musí niekto vymurovať a bežne nie sú cenové rozdiely v cene práce murovania z pórobetónu alebo tehly. Preto som sa v tejto knihe zaoberal hlavne inými vlastnosťami ako cenou. A či vám cena navyše za vlastnosti iných materiálov voči tým lacnejším budú stať za to už musíte zvážiť vy.



*V skutočnosti, ak chcete pri dome udržať cenu pri realizácii domu "na uzde", tak sa o cene bavte pri iných položkách. Tomuto sa ale podrobne venujem v samostatnej E-knihe [„Koľko stojí rodinný dom“](#)*



## Takže moje odporúčanie k cene je:

**Vyberajte si materiál pre steny domu radšej podľa vlastností, ktoré vám vyhovujú.**

A cenu riešte pri podstatnejších položkách alebo až vtedy, keď si daný materiál naozaj nemôžete dovoliť. Lebo ten už naozaj asi nikdy zo stien nevyženíte :)

A ak predsa chcete riešiť cenu aj pri murive, dôležité okrem samotnej ceny materiálu je, ako materiál ovplyvní cenu pri súvisiacich položkách.

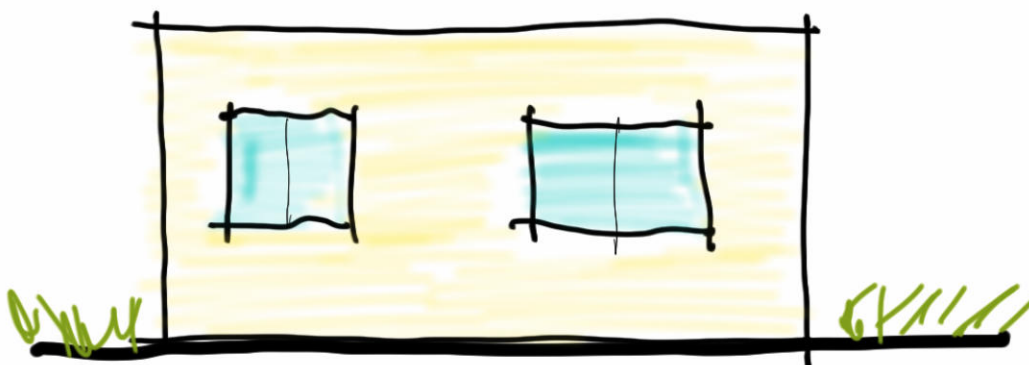
Napríklad pri murivách, ktoré nemajú žiadne tepelnoizolačné vlastnosti (napr. vápenopieskové tehly, betón) je nutné osadiť okná inak - predsadená montáž, za ktorú si zapýtajú viac oknári. Rovnako treba riešiť detail pri základovej doske. Buď sa zvolí neštandardné zakladanie na penovom skle alebo extrudovanom polystyréne, alebo sa použijú drahé prvky na prerušenie tepelného mosta.

Nie je preto správne porovnať iba položky za samotný materiál steny. Ale porovnávajúce celkové cenové ponuky.

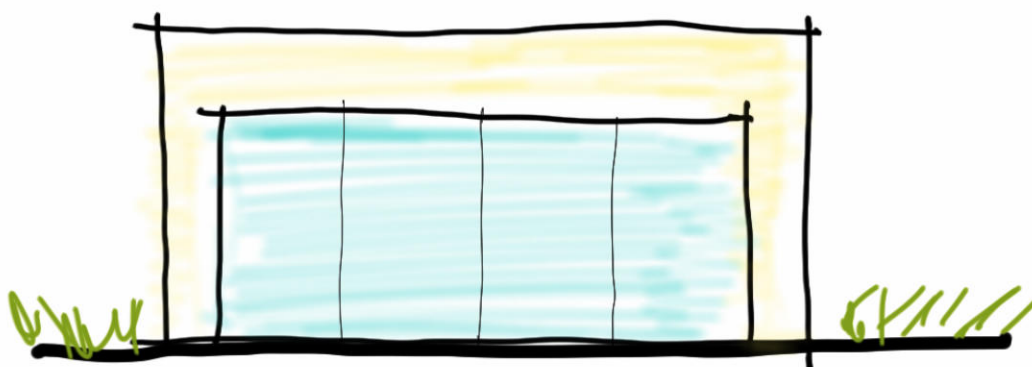


## Tip !

Otázky, aké obvodové murivo zvoliť, sú pri niektorých návrhoch rodinných domov naozaj viacmenej nepodstatné. Najlepšie to vystihujú tieto dve rýchle škice možných riešení fasád:



Tu steny pri spotrebe energií a vplyvu na vnútornú mikroklímu samozrejme hrajú svoju rolu....



... ale pri takejto fasáde domu rozhodujú jednoznačne okná :)



## Môj osobný výber

Z väčšiny spomenutých stavebných systémov sme už v našom ateliéri domy projektovali, takže poznáme ich výhody a nevýhody. Možno ste si všimli, že pri každom materiály vyššie som dal malú poznámku dole na príslušnej strane, či s ním máme alebo nemáme skúsenosť.

Môžete ísť samozrejme po cene, aj keď ja som názoru, že to nehrá tak veľkú rolu. Pre mňa materiál stien na rodinnom dome tvorí značný objem, ktorý ovplyvňuje kvalitu bývania. Ja preto vyberám podľa kritérií, ktoré na kvalitu bývania vplyvajú podľa mňa najviac a popísal som ich vyššie.

### **Pôjdem preto stručne cestou vylučovania.**

Všetky systémy, ktoré sa zalievajú betónom a vystužujú oceľou, sú z hľadiska ekologického vplyvu najhoršie. Na výrobu ocele a betónu sa minie jednoducho veľa energie. Okrem toho betón patrí medzi najhorších prirodzených regulátorov vlhkosti v interiéri. Takže osobne všetky systémy s liatym betónom z týchto dôvodov neodporúčam pre domy nad terénom.

Samozrejme nepopieram výhodu vysokej pevnosti betónového muriva a výborných akustických parametrov takýchto stavieb. Ale váš dom nie je niekoľkopakoschodová bytovka, alebo cestný most a akustiku dokážu dobre riešiť aj ďalšie materiály.

Ak ale plánujete dom pod zemou s veľkou váhou zelenej strechy, vtedy som jednoznačne za betónovú stavbu, lebo využijete práve pevnosť materiálu.

Betónové tvárnice zalievané betónom sú tiež s výstužou, takže je to podobné ako zalievané murivá s výstužou alebo monolitický betón. Stále mi tam ale vadí minimálna schopnosť regulovať interiérovú vlhkosť. Na časti stavieb pod zemou sú samozrejme ideálne rovnako ako liaty betón.

*Ak by ste predsa volili betónové steny, odporúčam potom do interiéru dať kvalitné omietky na reguláciu interiérovej vlhkosti a správne nastaviť vetracie režimy domu. A zaujímavé sú tie keramické domy, kde ale neviem vyhodnotiť, do akej miery je to viac alebo menej ekologické ako čistý betón liaty na mieste...*



### Takže zatiaľ vo výbere ostávajú:

- na obvodové steny pálené tehly, biele pórobetóny, vápennopieskové tehly a Liapor.
- na priečky k tomu ešte tehly z nepálenej hlíny.

S Liaporom sme zatiaľ neprojektovali. Preto môj názor na tento materiál bude len „podľa internetu“. Je to z môjho pohľadu málo u nás rozšírený systém. Otázna mi je tam tá regulácia vlhkosti, ale keďže sú to vlastne pálené hlinené guľičky, bude to asi podobné ako pálená tehla. Preto ak by som sa rozhodoval medzi Liaporom a pálenou tehlou, volím skôr pálenú tehlu, lebo je u nás rozšírenejšia. Samozrejme stále uvažujem so zatepľovaním.

### Čo mi teraz ostalo na nosné a obvodové steny?

Pálená tehla, biele pórobetóny a vápennopieskové tehly.

A na priečky je stále v hre navyše tehla z nepálenej hlíny.

Ak si dobre pamätáte, čo som popisoval, tak mám nasledovné výhrady ku **pálenej tehle**:

Problematickejšie sa dosahuje požadovaná vzduchotesnosť stavby, slabo reguluje interiérovú vlhkosť a je energeticky náročnejšia na výrobu ako zvyšné dva systémy. Osobne mi vadia aj problémy s kotvením obyčajných hmoždínok, lebo tehly sú už tak deravé, že „to nie je vôbec pekné“. Keď už použiť tehlu, tak čo najpevnejšiu s čo najviac pevného materiálu v sebe a použiť viac tepelnej izolácie na zateplenie. Žiadne tie čo najviac vyľahčované verzie tehál...

V čase, keď som napísal prvú verziu tejto knihy (apríl 2014) a následne roky po jej napíšaní som mal teda jasných osobných favoritov (pre murované stavby):

**biely pórobetón**

**vápennopieskové tehly**

**tehly z nepálenej hlíny**



### Z toho dôvodu mám aj vlastný dom postavený nasledovne:

- obvodové steny z pórobetónu Ytong + zateplenie obvodových stien je Multipor („riedky pórobetón“)
- priečky vápennopieskové tehly Silka (lebo Ytong priečky majú slabé akustické parametre). Zvažoval som použitie nepálených tehál Heluz, ale nakoniec som sa kvôli jednoduchosti rozhodol, že všetko zoberiem od Xelly.

To znamená, že to takto vyzerá potom na optimálnu kombináciu. Na obvodových múroch máme homogénny materiál, ktorý si dobre poradí so vzduchotesnosťou a rôznymi tepelnými mostami. A ťažké priečky majú výborné akustické parametre, akumuláciu tepla a reguláciu interiérovej vlhkosti.

Všetko má svoje „ALE“. A človek najviac vlastným bývaním získava ďalšie skúsenosti. Všetky požiadavky a vlastnosti, čo som popísal k Ytongu (pórobetón) vyššie splnili čo som od nich čakal. Ale „naplnila“ sa aj tá horšia akustika, na ktorú som upozorňujem a vedel som o tom...

**... ale nečakal som, že budeme ako rodina až tak vnímať tú hlučnosť, že nám to niekedy fakt vadí. Pritom z exteriéru do interiéru.**

Parameter akustiky je dosť individuálny, lebo máme klientov, ktorí tento akustický problém nepocitujú (napríklad starší ľudia už počujú horšie) a potom sú takí, ktorí to vnímajú ako negatívum. A závisí aj od lokality, čo sa okolo domu deje. Nám vadí v noci hlavne vlak...

Čiže za mňa je **Ytong** stále dobrá voľba, ale ak by som ho šiel použiť znova, tak ako zateplenie použijem akusticky vhodnejšiu tepelnú izoláciu (napríklad minerálnu vlnu alebo drevovláknité dosky). Multipor, tým, že je to tiež pórobetón tej akustike vôbec nepomohol (hoci má plno iných kvalít). A ešte viac by som sa pohral aj s tým, ako bude vedená voda po dome.

Keď neberiem do úvahy cenu, tak ako najlepší materiál podľa kritérií, ktoré vyhovujú mne sú preto **vápennopieskové tehly**. Tie ale odporúčame v ateliéri hlavne v prípade rodinných domov stavaných na kľúč a hlavne cez overené firmy, ktoré s tým už majú skúsenosť. Materiál je naozaj tvrdý a treba mať kvalitné nástroje na rezanie, drážkovanie, vŕtanie, inak na stavbe budete počúvať veľa nadávok :) Vyžaduje to zároveň neštandardnejšie detaily a ideál je zakladanie na doske, ak majú byť všetky tepelné mosty správne vyriešené. Komplet stavba z vápennopieskových tehál je preto oproti stavbe z pórobetónu drahšia a oproti stavbe z pálených tehál ešte o niečo viac drahšia.



Stavby z pórobetónu odporúčame vždy ak je plánovaná svojpomocná výstavba. Na toto je fakt pórobetón výborný. Materiál sa ľahko spracováva a aj šikovnejší laici dokážu postaviť sami rovné múry. A následne sa do neho ľahko robia všetky inštalácie a dodatočné úpravy.

A hoci som dlho osobne uprednostňoval pred pálenou tehloú pórobetón, tak z hľadiska akustiky je tehla určite o niečo lepšia voľba. Platí tam ale to čo pri betóne:

*Odporúčam pri tehle potom do interiéru dať kvalitné omietky na reguláciu interiérovej vlhkosti a správne nastaviť vetracie režimy domu.*

Vzhľadom na všetko popísané vyššie a naše rôzne dlhoročné skúsenosti z projektov a realizácií sme dali v ateliéri dokopy naše štandardizované projekčné systémy. Tie priebežne vylepšujeme čo sa týka celkovej materiállovej skladacky vrátane rôznych detailov.

Aktuálny prehľad nájdete na webe v sekcii: [Stavebné systémy INARDEX](#) (Vrátane systémov drevostavieb, ktoré v tejto knihe nerozoberám)



## **Ukážky realizácii s popisom riešenia**

Na nasledovné strany som pridal niekoľko ukážok našich realizovaných projektov, kde som stručne napísal z čoho sú tie domy postavené.

Navonok jednoducho nie je šanca po realizácii rozoznať, z čoho je dom zrealizovaný.

A aj keď dom môže na prvý pohľad vyzerat' zaujímavo, môže ich obyvateľom niečo v dome vadiť, čo nemáte ako zistiť. Preto som pridal k niektorým domom aj poznámky priamo od majiteľov domom s bývaním. A niektoré veci už preto projektujeme inak po skúsenostiach aj s týmito vybratými realizáciami...

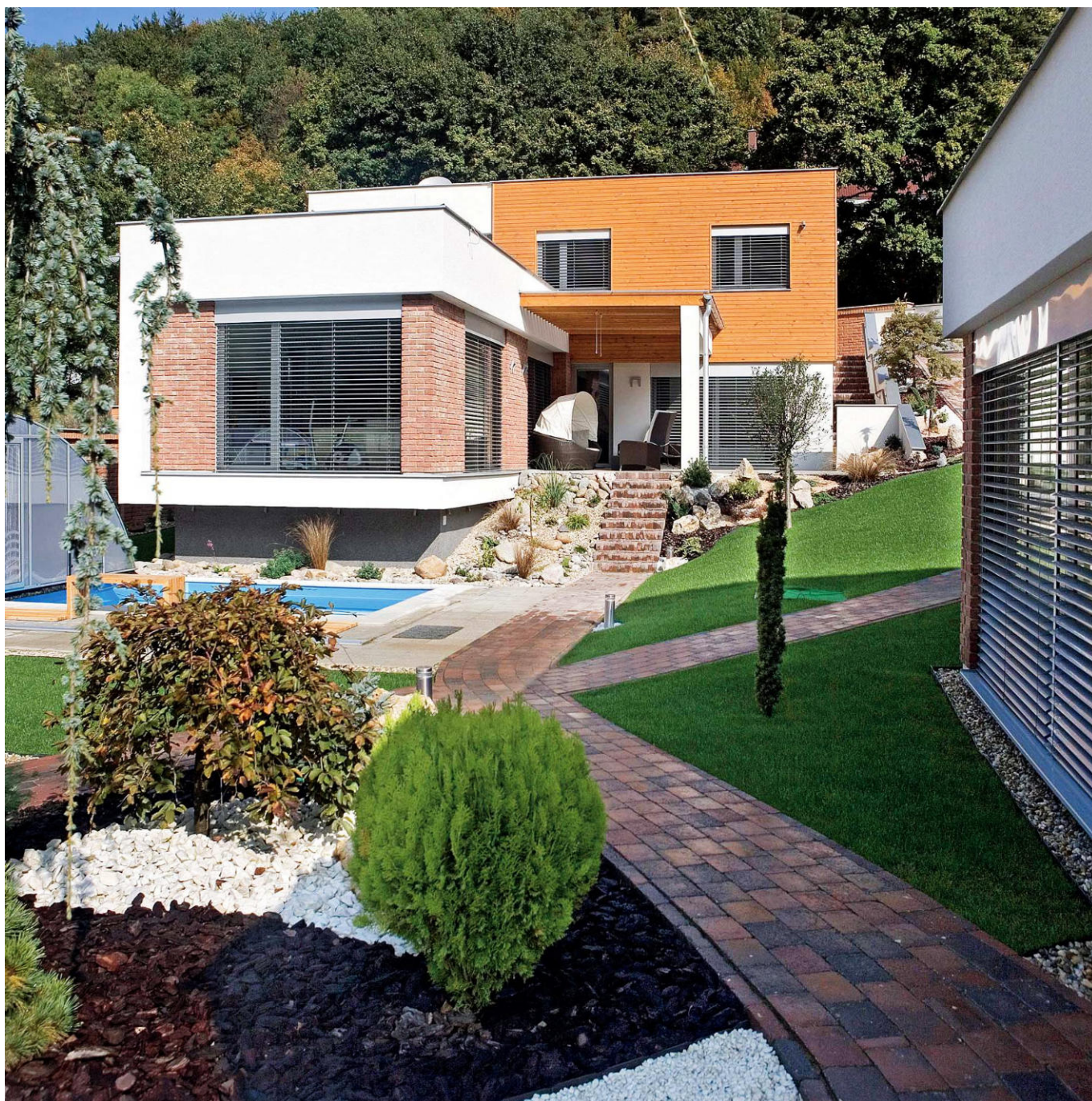




## Rodinný dom 036 Opatová

Toto je jedna z našich najstarších realizácií a ešte je robená na vyžiadanie investora z nezatepľovaného Ytongu 375mm. A ja som sa nechal ukecať :)

Detaily vychádzali veľmi „natesno“ a komplikovane a aj to je jedna zo stavieb, ktorá nás presvedčila o tom, že zateplené murivo je určite lepšie riešenie, hoci existujú nezatepľované murivá aj hrúbky 500mm. Hlavne pri takto členitých domoch.





## Rodinný dom 039 Trenčianska Turná

Dom je vymurovaný z Ytongu 300mm a zateplený 200mm bielym polystyrénom. Býva sa v ňom viac ako 10 rokov a majitelia sú stále s bývaním a interiérovou klímou spokojní.





## Rodinný dom 243 Trenčianska Teplá, časť Dobrá

Dom je vymurovaný z Ytongu 300mm a zateplený 200mm bielym polystyrénom. Nedávno som sa pýtal, či sú spokojní, či by niečo robili inak. Ale že sú spokojní. Ani žiadnu hlučnosť nepociťujú.





## Rodinný dom 264 Zamarovce

Dom je vymurovaný z Ytongu 300mm a zateplený Multiporom 200mm, ktorý si vybral po konzultácii so mnou investor. Tu mal ale po čase tiež výhradu voči akustike steny z exteriéru. Rovnako priečky sú z Ytongu a tiež mi spomínal, že počuje tečúcu vodu z kúpelne, ktorá bola blízko a voda bola priamo v priečke zasekaná.





## Rodinný dom 316 Lučenec

Dom je vymurovaný z Ytongu 300mm a zateplený 200mm bielym polystyrénom. Priečky sú tiež z Ytongu. Klienti sú s bývaním spokojní, akustické problémy nespomínali.





## Rodinný dom 319 Golianovo

Ide o pasívny rodinný dom vymurovaný z vápennopieskových tehál hr. 175mm. Zateplenie je 300mm sivý polystyrén. Priečky sú tiež z vápennopieskových tehál hr. 115mm. V interiéri sú hlinené omietky. Mikroklima vnútri je výborná.





## Rodinný dom 334 Banská Bystrica

Dom je vymurovaný z tehly Porotherm 300mm a zateplený minerálnou vlnou 200mm. Vnútorne priečky sú tiež tehlové (hr. 140mm). Klienti si bývanie pochvaľujú. Ak boli problémy, tak skôr s technológiou a jej odladením.





## Rodinný dom 359 Rimavská Sobota

Dom je vymurovaný z Ytongu 300mm a zateplený 200mm bielym polystyrénom. Priečky sú tiež z Ytongu (hr.150mm). Klienti sú s bývaním spokojní, akustické problémy nespomínali.







## Rodinný dom 376 Záhorská Bystrica

Ide o pasívny rodinný dom vymurovaný z vápennopieskových tehál hr. 175mm. Zateplenie je 300mm sivý polystyrén v časti z obkladom z klinkera s XPS menšej hrúbky. Priečky sú tiež z vápennopieskových tehál hr. 115mm.





## Rodinný dom 348 Trenčianska Turná

Dom je vymurovaný z tehly Porotherm 300mm a zateplený minerálnou vlnou rôznych hrúbok (150 / 200 / 250 mm) podľa členenia fasáda. Vnútorne priečky sú tiež tehlové (hr. 140m ).





## Rodinný dom 463 Edelstal, Rakúsko

Ide o pasívny rodinný dom vymurovaný z vápennopieskových tehál hr. 175mm. Zateplenie je 300mm sivý polystyrén. Priečky sú tiež z vápennopieskových tehál hr. 115mm.





## Rodinný dom 463 Trenčín

Dom je vymurovaný z tehly Porotherm 380mm a zateplený sivým polystyrénom hr.250mm. Vnútorne priečky sú tiež tehlové (hr. 140m ). Dom je v prudkom svahu a podzemná časť domu je z betónových debniacich tvárnic.





## Záver

V tejto knihe popisujem parametre pri výberoch, ktoré považujem za dôležité. Samozrejme, určite budete mať plno ďalších kritérií pri výbere, ktorými som sa tu nezaoberal. Hlavným cieľom tejto knihy je ukázať vám prehľad materiálov a ich vlastností bez "nálepiek z marketingu".

A zameral som sa iba na materiály, ktoré patria medzi rozšírené. Existujú aj ďalšie možnosti, ktoré sú menej rozšírené alebo zatiaľ okrajové a možno v budúcnosti sa rozšírenými stanú. (nap. slamené domy, konopný betón...) Tými menej rozšírenými sa postupne zaoberám samostatnými článkami podľa toho, ako mi čas dovoľuje.

Moje odporúčania a finálny výber materiálov nie sú žiadnou skrytou platenou reklamou od výrobcov, ide o moje osobné presvedčenie. A ja sa tiež môžem pri názoroch a vyhodnocovaní mýliť. Aj preto som staršiu verziu knihy kompletne zrevidoval do tejto novej podoby :)

Možno to nakoniec vyznieva trochu ako kniha o akustike. Možno som na to ja extrémne háklivý a vy možno nie. Ale príde mi, že posledných zhruba 15 rokov sa u nás tvrdo tlačilo na energetickú efektívnosť stavieb a popri tom unikalo práve riešenie akustiky. Osobne to vidím tak, že tejto problematike treba v projekcii a realizáciách stavieb venovať viac pozornosti...

Prajem veľa úspechov pri hľadaní ideálneho riešenia a realizácie Vášho vysnívaného rodinného domu.



Fero Lehocký



**Pomohla Vám táto kniha?**

**Pošlite link na stiahnutie známym**

Verím, že vám kniha pomohla. Ak viete o niekom, kto tiež plánuje stavbu domu, pošlite mu link na článok, kde si môže túto knihu stiahnuť:

<https://inardex.sk/z-coho-stavat-rodinny-dom-kniha/>



## Zdieľajte :)

A ak používate sociálne siete, zdieľajte aj pre svojich známych a rodinu

Budem rád, keď táto e-kniha pomôže čo najviac ľuďom:



[zdieľať na Facebooku](#)



[zdieľať na LinkedIn](#)



## P.S.

Ak ste túto e-knihu získali od Vášho známeho alebo niekoho z rodiny, prípadne ste si ju stiahli niekde z internetu, navštívte webovú stránku nášho ateliéru a získate tam ďalšie zaujímavé a dôležité informácie pre stavbu rodinného domu:

**inardex**  
INTERIOR · ARCHITECTURE · DESIGN

[www.inardex.sk](http://www.inardex.sk)

**Nenesiem žiadnu zodpovednosť za:**

- prípadnú stratu spôsobenú radami popísanými v tejto knihe
- iné straty alebo problémy
- podvod alebo pokus konať nezákonne spôsobené chybnou interpretáciou tu uverejnených textov
- záležitosti, ktoré sa obrátia na nezákonné alebo obmedzujúce, alebo pokus o takúto záležitosť.

*Fero Lehocký, architekt*