

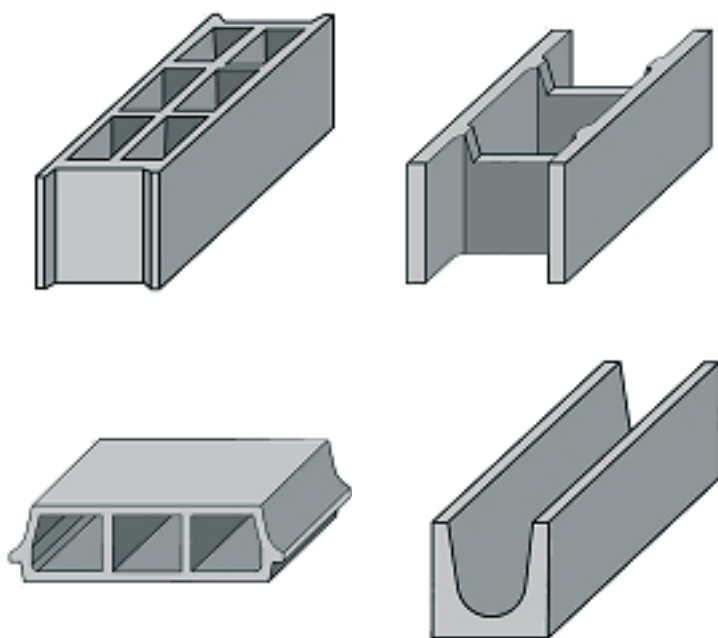
## BETÓNOVÉ TENKOSTENNÉ VIBROLISOVANÉ TVÁRNICE NOVEJ GENERÁCIE

Murovací systém z tenkostenných vibrolisovaných betónových tvárnic vyrábaných na lisoch novej generácie v kombinácii s izolačným sendvičovým komplexom, predstavuje u nás zatiaľ málo používanú konštrukciu a koncepciu stavby domu. V západnej Európe a v USA, však ide o bežne používaný systém už desiatky rokov.

Vo viacerých krajinách západnej Európy prináleží tomuto materiálu dominantný podiel na stavebnom trhu a napr. vo Francúzsku predstavuje viac ako 80% podiel zo všetkých stavebných prvkov (nepočítajúc liaty betón). Systém sa tu vyvíja už viac ako 50 rokov a je prakticky bezkonkurenčný.

Veľmi zjednodušene možno postup výstavby opísať tak, že po postavení zvislých a vodorovných konštrukcií z tenkostenných - škrupinových, betónových tvárnic sa vykonajú inštalačné práce a nakoniec sa na obvodové konštrukcie zvnútra nalepí izolačný sendvičový komplex, ktorý zabezpečí tepelnú izoláciu domu a tvorí súčasne vnútornú povrchovú úpravu plôch.

**Prečo sa stali tieto tvárnice odporúčaným materiálom Európskej únie?**



### 1. Jednoduchosť a rýchlosť stavebných prác:

Vibrolisované tenkostenné betónové tvárnice predstavujú vďaka modernej technológii výroby **veľmi ľahký, rozmerovo presný a flexibilný materiál**, ktorý umožňuje bez použitia mechanizácie rýchlu a presnú stavbu s premyslenými a vopred pripravenými riešeniami pre všetky konštrukčné situácie a detaily na stavbách.

### 2. Odolnosť voči poveternosti a chátraniu stavby :

V súčasnej stavebnej praxi už nie je výnimkou požiadavka záruky trvanlivosti a farebnej stálosti fasády 10 a viac rokov. Pre konštrukcie postavené z betónových, prakticky nenasiakavých tvárnic novej generácie sa takáto záruka stáva pravidlom. Betónové tvárnice **sa nerozpadajú, nepraskajú a nedrobia** (čím je betón starší, tým je tvrdší) **nenasiakajú, neprestupuje nimi a nestúpa vlhkosť**. Zostávajú suché, netrhajú sa mrazom, a to aj v prípade ak sú voľne vystavené poveternostným vplyvom, ako napríklad ploty, protihlukové bariéry a pod. Oproti tomu treba pripomenúť malú pevnosť hlinených tehál, či pórobetónu a predovšetkým obrovskú nasiakavosť s ktorou je nutné neustále a zložito bojovať a z toho vyplývajúcu nízku mrazuvzdornosť konštrukcií, ktorých povrch nie je chránený nákladným spôsobom voči poveternostným vplyvom.

### 3. Ekonomická efektívnosť - betónové tvárnice sú najlacnejší stavebný materiál :

Ekonomickú efektívnosť jednotlivých druhov murovacích materiálov je potrebné posudzovať z viacerých hľadísk. Okrem **nízkej obstarávacej ceny** materiálu, dopravnej náročnosti vzhľadom na malú spotrebu materiálu na 1m<sup>2</sup> konštrukcie, je to aj **nízka pracnosť** pri ich použití a najmä **nízka komplexná cena hotovej konštrukcie** vytvorenej z tohto materiálu (vrátane povrchových úprav), **efektívnosť zabudovania technických vedení**, **nižšie náklady na údržbu konštrukcií** a **úspora prevádzkových nákladov na vykurovanie obostavaného priestoru**. Vibrolisované betónové tvárnice predstavujú v porovnaní s tradičnými murovacími materiálmi najefektívnejší materiál zo všetkých spomenutých hľadísk.



Vibrolisované betónové tenkostenné tvárnice umožňujú ako jediný murovací konštrukčný materiál toto progresívne riešenie, pretože spĺňajú požiadavku minimálnej parotesnosti a nulovej nasiakavosti. Umožňujú tak odvádzanie vlhkosti z konštrukcie na vonkajší povrch bez vplyvu na kvalitu vnútorného prostredia a bez nebezpečia poškodenia konštrukcie vlhkosťou.

Z vyššie uvedených hľadísk je zrejmé, prečo je stavba postavená touto technológiou považovaná vo svete za najmenej nákladnú, veľmi kvalitnú a ekologicky priateľskú. Vzhľadom na tieto vlastnosti sa vibrolisované tvárnice a konštrukcie z nich stali doporučeným materiálom a stavebnou technológiou v Európskej únii.

Najnižšia obstarávacia cena na úrovni cca 1 200,- Sk/m<sup>3</sup> muriva vrátane spojovacieho materiálu, ktorým je jednoduchá cemento piesková malta.

Vďaka vysokej pevnosti materiálu až 8 MPa v tlaku podstatne menšia hrúbka muriva ako je potrebná u tehál, pórobetónu, drevoštiepkových materiáloch a pod. a z toho vyplývajúca úspora materiálu a obstarávacích nákladov pri súčasnom zväčšení úžitkovej plochy pri rovnakom obostavanom priestore.

Jednoduchá a presná práca bez nutnosti kombinácie s inými doplnkovými materiálmi (ako napr. u tehlového a pórobetónového muriva kombinácia s betónovými prekladmi a vencami) a bez nutnosti použitia mechanizácie.

Najnižšie náklady na povrchovú úpravu vďaka odolnosti materiálu voči poveternostným vplyvom a mechanickému narušeniu, alebo opotrebeniu.

Vysoká statická flexibilita konštrukcie vďaka neobmedzenej možnosti vystužovať konštrukcie oceľovou výstužou vo všetkých smeroch pri zachovaní jednotnej fasády.

Homogénnosť konštrukcie bez trhlín je výsledkom použitia rovnakého konštrukčného materiálu od suterénu až po strechu, vrátane betónových stropov a mált s rovnakými fyzikálnymi vlastnosťami. Poškodenia z titulu rozdielneho vnútorného pnutia, alebo objemových zmien či odolnosti materiálov sú obmedzené na minimum.

Tepelné straty. Tradičné murovacie materiály už len s obtiažami spĺňajú vysoké nároky na tepelnú izoláciu súčasne s požiadavkami na vysokú pevnosť a trvanlivosť konštrukcií. Tento nedostatok sa v súčasnosti rieši tzv. sendvičovými konštrukciami, kde nosnú a tepelnoizolačnú funkciu plnia rozdielne, vhodne sa doplňujúce materiály. V Európskej únii sa presadzujú podstatne vyššie požiadavky na tepelnoizolačné vlastnosti domov, než bolo u nás obvyklé. Tepelný režim v domoch sa nerieši nežiadúcou akumuláciou tepla v konštrukciách, ale čoraz častejšie presnou reguláciou tepelného výkonu vyhrievacieho systému v závislosti na okamžitej potrebe. Pre takto koncipovaný systém vykurovania je podstatne výhodnejšie umiestniť tepelnoizolačnú časť konštrukcie zvnútra domu, tak aby tvorila súvislú izolačnú vrstvu eliminujúcu prípadné tepelné mosty. Tento systém, ktorý dokonale tepelne izoluje a minimálne akumuluje teplo, umožňuje veľmi úsporné kúrenie, ktoré trvá len počas pobytu v dome. Kúrenie začína príchodom a odchodom obyvateľa domu. Takýto úsporný režim kúrenia v kombinácii s vysokým tepelným odporom tepelnoizolačného komplexu poskytuje záruku významných úspor nákladov za teplo.

Požiarna odolnosť

## 4. Vplyv tvárnic na zdravie a životné prostredie :

V súvislosti s nutnosťou trvalo udržateľného rozvoja je dôležitým hľadiskom aj nízka komplexná ekologická náročnosť materiálu a jeho **plná recyklovateľnosť**.

Vibrolisované betónové tvárnice sú z hľadiska nižšej energetickej náročnosti výroby, dostupnosti surovín a možnosti následnej recyklácie považované za jeden z najekologickejších stavebných materiálov bez akéhokoľvek nepriaznivého vplyvu na zdravie a na obytné a životné prostredie. Pri ich výrobe sa používajú len prírodné suroviny (drvené kamenivo, alebo štrkopiesky).

Tvárnice nie sú zdravotne závadné, pri ich výrobe sa nepoužívajú žiadne odpadové materiály akými sú napr. popolčeky a škvára.

Cement je jediným zaťažujúcim prvkom životného prostredia vzhľadom na množstvo spotrebovaného tepla pri jeho výrobe. Vzhľadom na minimálny obsah cementu v tvárniciach (asi 8% váhových) nie je komplexná potreba tepelnej energie pri ich výrobe taká vysoká ako napr. u tehliarskych výrobkov.

## 5. Charakteristika a technické parametre tvárnic:

Základným komponentom pre výrobu tvárnic je oblé, alebo ostrohranné kamenivo s veľkosťou zrn do 8 mm. Správnou voľbou zrnitosti a kombináciou obrovského tlaku a enormnej vibrácie sa popri vysokej pevnosti materiálu dosahuje rovnorodá štruktúra výsledného materiálu v ktorej nepôsobia kapilárne sily. Esteticky pôsobiaca textúra je možné vhodnými postupmi a úpravami ďalej dotvárať a ponúknuť tak širokú škálu povrchových a farebných efektov. Napriek nízkemu podielu cementu (cca 8 - 10% váhových) umožňuje unikátna technológia lisovania tvárnic produkovať rozmerovo presné, pravouhlé, ostrohranné a povrchovo jednoliaté prvky. Ďalšou prednosťou sú plné dná. Obrátením tvárnice dnom navrch je umožnené ich jednoduché použitie pri murovaní bez straty spojovacej zmesi.

Tvárnice takto zostávajú duté, vzduchové komory neumožňujú cirkuláciu vzduchu a prispievajú k vylepšeniu celkových tepelno-izolačných vlastností steny.

Jedinečnou prednosťou tvárnice, ktorou ostatné murovacie materiály nedisponujú, je minimálna kapilarita a z nej vyplývajúca vzlínavosť a prestup vlhkosti. Ani u tvárnice ponorenej do vody vlhkosť nevyvzĺina vyššie než do štvrtiny výšky tvárnice. Rovnako nedochádza ani k vodorovnému prestupu vlhkosti konštrukciou, pretože nad kapilárnymi silami okamžite prevládne gravitácia. Pri stavbe vo vlhkom prostredí sa často používa prvý rad ako izolácia proti vode a druhý rad je už proti vzlínaniu chránený a vždy suchý. Súčasne s týmito vlastnosťami kladie materiál tvárnic takmer nulový odpor pre prestup vodnej pary (tzv. difúzny odpor). Vďaka tejto skutočnosti materiál nebráni prestupu pary na vonkajší povrch konštrukcie a rýchlo sa vysuša. Odoláva tak nie len poveternostným vplyvom, a to aj bez dodatočnej ochrany povrchu, ale ľahko sa vysporiada aj s vlhkosťou vznikajúcou kondenzáciou pary prestupujúcich z interiéru stavby.

Tvárnice majú všestranné použitie. I keď prejdú desiatkami

mrazových cyklov, nikdy sa nerozpadávajú, nedrobia, nepraskajú a nehnijú. S výhodou je ich možné použiť pre nekryté stavby, ako sú napríklad ploty, protihlukové bariéry, podzemné konštrukcie, terénne objekty a pod. a to aj bez povrchovej úpravy. Murivo garáží, dielní, plotov a skladov sa vo väčšine prípadov nestieruje, iba sa starostlivo zašpáruje. Tvárnice sa dajú bez problému udržiavať v čistote tlakovou vodou. Čím je betón starší, tým je tvrdší a kvalitnejší.

mrazových cyklov, nikdy sa nerozpadávajú, nedrobia, nepraskajú a nehnijú. S výhodou je ich možné použiť pre nekryté stavby, ako sú napríklad ploty, protihlukové bariéry, podzemné konštrukcie, terénne objekty a pod. a to aj bez povrchovej úpravy. Murivo garáží, dielní, plotov a skladov sa vo väčšine prípadov nestieruje, iba sa starostlivo zašpáruje. Tvárnice sa dajú bez problému udržiavať

v čistote tlakovou vodou. Čím je betón starší, tým je tvrdší a Pevnosť tvárnic je 3,4 - 8 Mpa, t.j. 1 bm steny unesie 68 - 160 ton záťaže. Túto pevnosť neznižuje ani použitý spojovací materiál, ktorým je cementopiesková malta rovnakej pevnosti. Zvukovo izolačné vlastnosti - vďaka svojej granulometrickej štruktúre a alveolám vzduchu vo vnútri sú výborným absorbérom zvuku. Zvukový útlm predstavuje hodnotu 50 - 56 dB.

Difúzny odpor je u škrupinových tvárnic v porovnaní s inými murovacími materiálmi extrémne nízky. Táto vlastnosť spolu s minimálnou nasiakavosťou umožňujú umiestnenie tepelnej izolácie na vnútornom povrchu steny.

Faktor difúzneho odporu  $m = \max.6$ . Výpočet bilancie kondenzovanej a vyparenej vlhkosti udávanej normou v správne navrhnutej obvodovej stene preukázal pomer 0,022 : 0,5 z čoho vyplýva, že množstvo odparenej vody je 20x vyššie ako množstvo kondenzovanej vody a nedochádza preto k hromadeniu vlhkosti v konštrukcii. Extrémne nízka nasiakavosť a vzlínavosť tvárnic s pravidelnou štruktúrou medzier a dutín medzi granulami kameniva, ktorých veľkosť a usporiadanie neumožňujú pôsobenie kapilárnych síl je jedinečnou vlastnosťou tohto materiálu. Spolu s vysokou pevnosťou má rozhodujúci vplyv na vysokú odolnosť a trvanlivosť materiálu a to aj u konštrukcií nechránených povrchovými úpravami. Je preto mimoriadne vhodný pre exteriérové konštrukcie ako sú ploty, hlukové bariéry, jednoduché nezateplené stavby podzemné konštrukcie a pod.

Tepelný odpor betónových tvárnic je v porovnaní s inými murovacími materiálmi výrazne nižší. Hodnota tepelného odporu  $R = \text{cca } 0,25$ . Pri navrhovaní a dimenzovaní konštrukcií z hľadiska tepelnoizolačných vlastností sa spravidla ani neberie do úvahy a funkciu tepelnej izolácie preberá v plnom rozsahu. Tento stavebný systém uplatňuje zásadu efektívneho delenia funkcií jednotlivých materiálov. Rozdeľuje konštrukciu steny na dve časti. Prvú časť tvorí múr z tvárnic navrhnutý tak aby bol maximálne únosný, pričom tepelnoizolačné vlastnosti sú druhoradé. Druhú časť tvorí izolačný sendvičový komplex s enormnými tepelnoizolačnými vlastnosťami, v ľubovolnej hrúbke umiestnený na vnútornej strane steny, tak aby vytváral jednoliatu homogénnu vrstvu bez akýchkoľvek tepelných mostov. Táto vrstva zvyšuje hodnotu koeficientu tepelnoizolačného odporu steny na úroveň  $R = 4 - 6$ .



## 7. Spôsob použitia na stavbe :

Nosný múr z betónových tvárnic novej generácie sa stavia väčšinou v hrúbke 197 mm (skladobná šírka 20 cm). Tvárnice sa obracajú hore dnom. Stena zostáva dutá, tvárnice sa nezalievajú betónom. Nespájajú sa maltou, ale betónovou zmesou, ktorú vytvoríme zmiešaním 500 kg vhodného piesku (so zrnitosťou do 2 mm) a 75 kg cementu. Pri murovaní sa betónové tvárnice zrážajú nasucho k sebe, nanáša sa na ne betónová zmes (s vhodnou konzistenciou tak, aby nestekala a udržala váhu nasledujúcej tvárnice) v hrúbke 1 cm a zaplňajú sa zámky medzi nimi. Pri takomto murovaní si musíme uvedomiť, že tvárnice kladieme na polosuchý betón, ktorého spracovateľnosť je kratšia než u bežnej malty. Pripravujeme teda menšie množstvá zmesi a v prípade horúceho a suchého počasia vlhčíme aj tvárnice..

Dôležitou výhodou tepelnoizolačného komplexu umiestneného zvnútra je okrem nižšej ceny a lepšej tepelnej pohody aj úspora nákladov na vykurovanie. Dokonalú reguláciu tepelného výkonu vykurovacieho systému počas dňa v závislosti na požiadavkách užívateľa (nepriítomnosť v časti dňa, rozdiel v nárokoch medzi nocou a dňom a pod.) umožňuje minimálna tepelná zotrvačnosť vnútorného priestoru, ktorý je oddelený od konštrukcií s vysokou tepelnou akumuláciou. Zmenu teploty v interiére v rozmedzí 10 C jemožné docieľiť v priebehu 15 až 30 minút. Úspora predstavuje 20 - 30% nákladov na vykurovanie. Je evidentné, že vďaka možnosti nadimenzovania akejkoľvek účinnej tepelnej izolácie jednoduchou zmenou hrúbky polystyrénu (napr. pri hrúbke 14 cm je hodnota tepelného odporu  $R = 5$ ), nebude potrebný výkon kotla 20 - 30 kW, ale iba 7 - 10 kW. Radiátory potom budú mať minimálne rozmery a pre rozvody budú stačiť trubky priemeru 12 - 19 mm.

Tepelná izolácia umiestnená zvnútra zvnútra rieši zásadným spôsobom problém tzv. studenej steny, ktorá je príčinou zníženej tepelnej pohody a nežiadúceho prúdenia vzduchu v miestnosti (vzduch má tendenciu popri studenšom povrchu klesať).

Montáž nevyžaduje stavbu lešení, umožňuje zachovanie vzhľadu členitých fasád, jednoduchým spôsobom rieši dodatočné zásahy a použitím veľkoformátových dosiek aj vysokú produktivitu práce.

## 8. Izolačný komplex:

Variantnou možnosťou tepelnej izolácie obvodového muriva oproti tradičnej izolácii na vonkajšej strane muriva je tepelná izolácia umiestnená na murive zvnútra. V západnej Európe sa novostavby postavené z vibrolisovaných betónových tvárnic zásadne izolujú tepelnoizolačným sendvičovým komplexom, ktorý je najlacnejším a najvhodnejším riešením. Izolačný sendvičový komplex sa vyrába zlepením:

- expandovaného, alebo extrudovaného polystyrénu (minerálne vlákna sú nevhodné vzhľadom na ich nasiakavosť a nutnosť aplikovať parozábranu pre zamedzenie prestupu pár z interiéru do konštrukcie steny)
- sadrokartónovej dosky hrúbky 12,5 mm.

Vnútna povrchová vrstva okrem estetickej funkcie chráni tepelnú izoláciu a zabraňuje prestupu vodných pár z interiéru do obvodovej konštrukcie. Sádrokartónové dosky je vhodné lepiť na polystyrén celoplošným nanosením lepidla, ktoré má po vytvrdnutí vysoký difúzny odpor a vytvorený tenký film lepidla tak plní funkciu parozábrany.

Vzniknú tak dosky 1200 mm široké a 2600 - 3000 mm vysoké. Na stavbe sa rozmerovo upravujú a pomocou bodovo nanosených terčov vhodného lepidla sa upevňujú na vnútorný povrch steny. Dosky sa zospodu zaklinujú a ako konečná úprava sa po ne vloží hliníkový, alebo plastový profil zabraňujúci poškodeniu dosiek pri ošetrovaní a čistení podlahy. Škály sa starostlivo prelepia parotesnou zábranou a následne sa pretmelia. Izolačný sendvičový komplex je oveľa pevnejší ako samostatná sadrokartónová doska.



## Montáž izolačného komplexu:

Pri montáži sa používajú sendvičové dosky čo najväčších rozmerov tak, aby vznikalo čo najmenej škár a spojov. Najčastejšie sa používajú dosky rozmerov 260 x 120cm s polystyrénom hrúbky 100 - 140 cm a sadrokartónom hrúbky 10 - 12 mm.

Pre úspešné lepenie izolačného komplexu na vnútornú konštrukciu stien musia byť splnené nasledovné predpoklady:

- stabilita podkladu (žiadne pokračujúce sadanie, praskanie), v prípade dilatáčnej škáry v konštrukcii musíme riešiť dilatáciu aj v izolačnom komplexe
- podklad musí byť suchý a nezamrznutý
- podklad nesmie byť zaprášený ( pre ošetrovanie nadmerne savých a zaprášených podkladov sa používa prípravok Rikombi-Grund)

Lepiaci tmel (napr. Rifix z rady prípravkov používaných Rigipsom) sa mieša z vodou pomocou silnej pomalobežnej vrtačky s miešacím nástavcom. Po dosiahnutí optimálnej konzistencie je doba spracovateľnosti približne 45 minút.

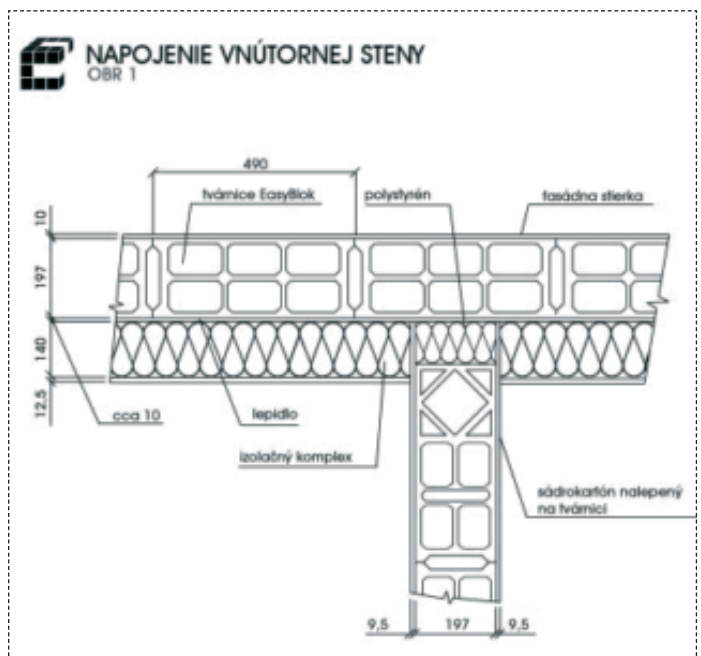
Tmel sa nanáša na rub sendvičových dosiek vo forme terčov. Terče sú usporiadané do troch radov pri zvislých okrajoch dosky a v ose medzi nimi. Vzdialenosť medzi terčami v radoch je cca 30 - 35 cm. Spotreba lepidla je cca 4 kg/m<sup>2</sup>

Pre vnútornú izoláciu sa doska rozmerovo upraví priamo na stavbe tak rezaním jemnozubou pílkou tak, aby bola jej výška o cca 10 - 15 cm kratšia než je svetlá výška izolovanej miestnosti. Takto upravené dosky sú po nanosení terčov lepiaceho tmelu prikladané k stene na podložky o hrúbke cca 5 - 10cm, takže pri podlahe aj pri stropce zostane dostatočná medzera cca 5 - 10cm, vhodná pre optimálne dorovnávanie a vyvažovanie dosiek a pre odvetranie vlhkosti z lepiaceho tmelu. Konečné vyrovnávanie dosiek sa prevádza pomocou vyrovnávacích latí a ľahkým poklepaním gumovými kladivami. Doba tvrdnutia lepidla závislá na teplote a vlhkosti je 12 -24 hodín.



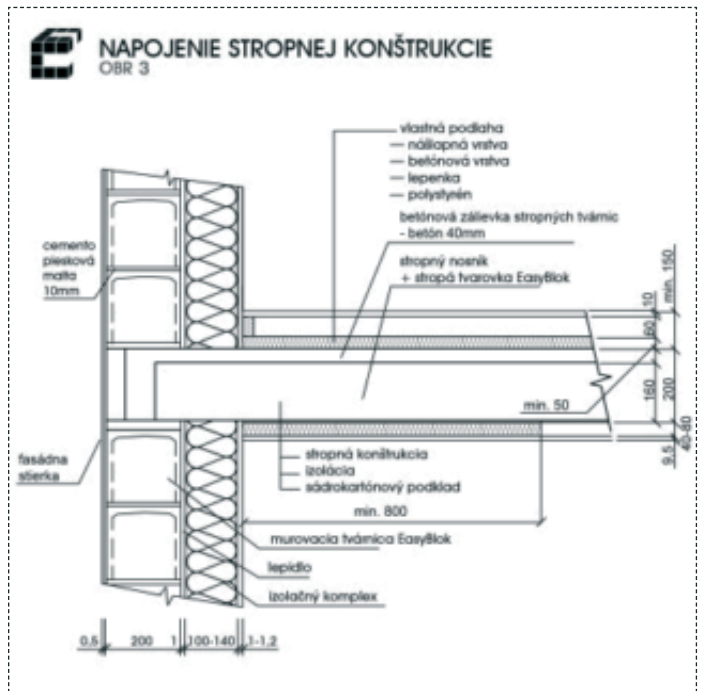
Konštrukčné detaily izolačného komplexu je potrebné riešiť tak, aby nevznikali tzv. tepelné mosty a nedochádzalo ku kondenzácii vlhkosti na vnútorných povrchoch. Dôležitým hľadiskom je možnosť umiestnenia vedení technických inštalácií

Vnútorne nosné steny a prípadne aj nenosné priečky sa murujú rovnako zo škrupinových tvárnic ako obvodová stena. Nedochádza však k ich konštrukčnému previazaniu pretože je medzi nimi vložená tepelná izolácia. Stujúcu funkciu objektu preberajú výhradne vodorovné konštrukcie. Takto je vonkajšia plášť tvorená nosnou stenou z tvárnic zvnútra krytá izolačným sendvičovým komplexom bez akéhokoľvek prerušenia. (bez tepelných mostov). Vnútorne nenosné priečky môžu byť aj ľahké, montované pokiaľ možno s čo najmenšou akumuláciou tepla. Vzhľadom na použitie sadrokartónových dosiek pre tepelnoizolačný komplex je najlogickejším a pravdepodobne aj najlacnejším riešením ich použitie aj pre konštrukciu nenosných priečok.

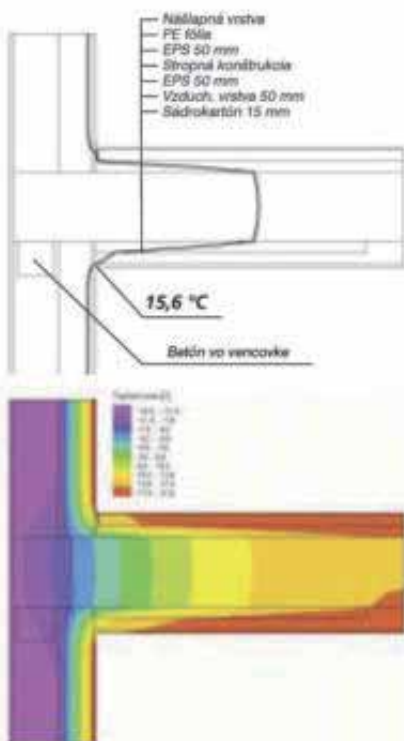


Styk vodorovnej konštrukcie s obvodovou stenou je pri použití vnútornej izolácie potenciálnym miestom vzniku tepelných mostov. Pri riešení tohto detailu sa využíva skutočnosť, že konštrukcia vnútorných povrchov stropov a podláh umožňuje umiestnenie tepelnoizolačnej vrstvy po celej ploche vodorovnej konštrukcie, alebo minimálne do takej vzdialenosti od vonkajšieho líca obvodovej steny, aby nedochádzalo ku kondenzácii vlhkosti na povrchu vodorovnej konštrukcie. Vzhľadom na tepelnú vodivosť betónu sa táto hodnota pohybuje najčastejšie v rozmedzí 1 - 1,3m.

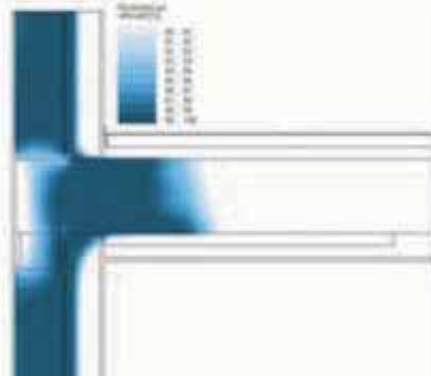
V záujme dosiahnutia jednotnej štruktúry vonkajšieho povrchu stavby sa používajú na ohraničenie betónových stropov pred ich zaliatím ako stratené debnenie betónové tvárnice ploché (priečkovka), alebo tvaru L vyrobené pre tento špeciálny účel.



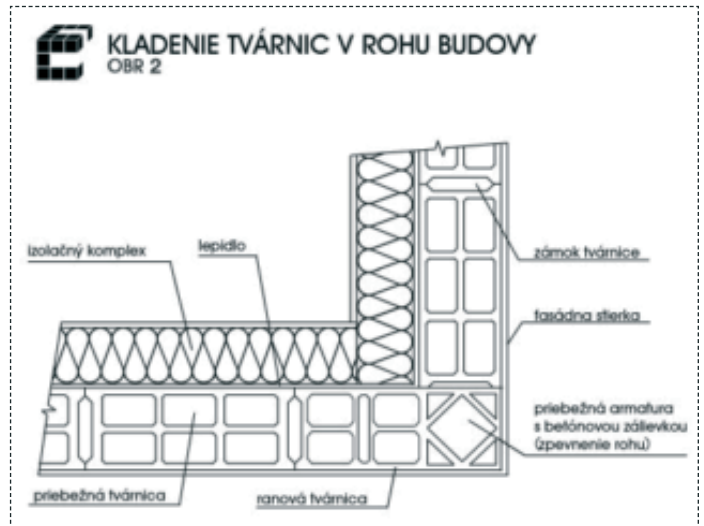
Priebeh izotermy 14,1°C



Oblasť kondenzácie vodnej pary v detaile



Na vonkajšom rohu, alebo vnútornom rohu, prípadne na osteniach väčších otvorov v konštrukcii sa často využívajú zo statických dôvodov koncové tvárnice s otvorom pre výstuž a betónovú zálievku.



Umiestnenie okien priamo vo vnútornej izolačnej vrstve poskytuje niekoľko výhod:

- eliminuje vytváranie tepelných mostov okolo okenného rámu.
- prácnosť osadenia je výrazne nižšia (nie je potrebné ustavovať okno výškovo aj smerovo v otvore a vyplňať izoláciou vzniknuté škáry). Jednoduchým priložením okna na vnútorný povrch po predchádzajúcom nanosení vhodného tmelu v mieste styku na okenný rám a upevnením kovových úchytov.
- okno lícuje s vnútorným povrchom a nevzniká tak potreba inštalácie vnútorného parapetu, ktorého funkcia je sporná. Z dôvodu otvárania okien smerom dovnútra a vzhľadom na malé rozmery neplnia vo väčšine prípadov tradičné vnútorné parapety žiadnu funkciu a predstavujú len ďalšie miesto vyžadujúce neustále čistenie.
- zväčšené vonkajšie ostenie a široký vonkajší parapet umožňujú naopak umiestnenie kvetov a pohodlnú inštaláciu akéhokoľvek typu žalúzií. Okná majú tepelný odpor 2 - 2,5 a viac. Žalúzie plnené prevažne polyuretánovou penou sa dajú tesne uzavrieť a vytvoria spolu so vzduchovou medzerou medzi oknom a žalúziou ďalší významný tepelný odpor. Celkový tepelný odpor okno + vzduchová medzera + vonkajšie žalúzie = R 3,5 a viac.



## Fyzikálne vlastnosti stien z betónových vibrolisovaných tvárnic s vnútornou izoláciou:



Príklad základného tepelno - technického posúdenia steny zložení:

- Omietka hrúbky 5 mm
- Betónová tvárnica 200 mm
- Polystyrén EPS 120 mm (variantne 150mm)
- Sadrokartón RIGIPS 12,5 mm

Výpočtové hodnoty pre jednotlivé materiály obvodovej steny:

- vonkajšia teplota =  $-15^{\circ}\text{C}$
- tepelná vodivosť stien tvárnice =  $1,3 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
- faktor difúzneho odporu stien tvárnice = max. 24,7
- tepelná vodivosť muriva vrátane dutín tvárnice výpočtom podľa ČSN =  $0,66 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
- faktor difúzneho odporu muriva vrátane dutín tvárnice výpočtom podľa ČSN = 9,6
- súčiniteľ prestupu tepla izolačného sendviča hrúbky 120 mm + 12,5U =  $0,31 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- hrúbky 150 mm + 12,5U =  $0,25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
- faktor difúzneho odporu izolačného sendviča pri použití polystyrénu o vyššej objemovej hmotnosti do  $30 \text{ kg/m}^3$  = 80
- súčiniteľ tepelnej vodivosti polystyrénu =  $0,045 \text{ W/m} \cdot \text{K}$

hrúbky 120 mm

hrúbky 150 mm



V konštrukcii dochádza pri vonkajšej teplote nižšej ako  $5^{\circ}\text{C}$  ku kondenzácii vodných pár.

v oblasti na styku izolácie a muriva. Do tejto oblasti by nemali byť umiestňované žiadne materiály, ktoré by mohli zvýšená vlhkosť ohroziť (napr. uloženia drevených tráv, kovové potrubia, oceľové kotvenia a pod.)

Podľa výpočtu skondenzuje za rok:

- $0,522 \text{ kg/m}^2$  pri použití polystyrénu EPS hrúbky 120 mm
- $0,414 \text{ kg/m}^2$  pri použití polystyrénu EPS hrúbky 150 mm

Naproti tomu







## 9. Zakladanie stavieb :

Pri zakladaní sa efektívne využíva minimálna kapilarita a zanedbateľná nasiakavosť škrupinových betónových tvárnic. Na základovú konštrukciu (základové pásy) sa uložia 2 - 3 rady tvárnic a priestor pod podlahou sa ponechá dutý s odvetraním, prípadne sa vyplní kamenivom väčšej frakcie. Takto založená stavba predstavuje účinnú ochranu pred zemnou vlhkosťou (nie pred tlakovou vodou), pretože vlhkosť sa v konštrukcii dostane max. do polovice 1. radu tvárnic.



## 10. Stropná konštrukcia :



Všetky činnosti spojené s návrhom stropnej konštrukcie musí vykonávať statik. Uvádzané nákresy a príklady sú len informatívne. Ich aplikácia pre konkrétny prípad vyžaduje

Stropná konštrukcia zostavená zo železobetónových betónových nosníkov a výplní betónovými škrupinovými tvárnicami tvoriacimi stratené debnenie pre betónovú zálievku tlakovej vrstvy stropu predstavuje všeobecne rozšírený a vyskúšaný spôsob stavania vodorovných konštrukcií. Betónové nosníky sa uložia na nosný múr bez venca a medzi nosníky sa naskladajú betónové stropné tvárnice. Po obvode sa stropná konštrukcia vystuží oceľovou armatúrou, na vonkajšiu stranu stropu sa miesto debnenia vloží špeciálna tvarovka, polovica vencovky, alebo priečkovka a všetko sa zaleje krížom armovaným betónom o hrúbke cca 4 cm nad hornou hranou betonovej stropnice. U stropných konštrukcií s rozponom väčším než 5,5 m sa doporučuje vynechaním vložky uprostred rozponu vytvoriť priečne rebro šírky stropnice s minimálnou výstužnou 4 x 10 mm a strmienkami 6mm vo vzdialenostiach 300 mm. Toto rebro je nutné zospodu debniť. Stropný podhľad sa vytvorí zavesením sadrokartónovej dosky, čo je považované za nalicnejšie riešenie, pričom do medzery pod sadrokartónovou doskou do vzdialenosti min.80 cm pozdĺž obvodových stien sa vloží asi 5 - 6cm hrubý pás polystyrénu, aby sa eliminoval prípadný dosah tepelného mostu. Ak je strop vonkajším obvodom stavby, používa sa rovnaký izolačný komplex ako na obvodovej stene aj po celej vnútornej ploche stropu.



## Montáž stropnej konštrukcie ( pozri obr.)

Nosníky sa ukladajú na nosné murivo do lôžka z cementovému malty hrúbkycca 10 mm Minimálna dĺžka uloženia nosníkov je 125 mm. Nosníky sa ukladajú podľa výkresu skladby stropu. Osová vzdialenosť nosníkov je 610 mm. Túto vzdialenosť je možné vhodným spôsobom fixovať položením prvých radov vložiek na oboch koncoch nosníkov. Pri uložení nosníka na murivo v pozdĺžnom smere musí byť šírka uloženia min. 25 mm. Pokiaľ sa na murivo ukladá v pozdĺžnom smere priamo vložka, jej uloženie musí byť 25 mm za ozubom. Pred ukladaním stropných tvárnic (vložiek) je potrebné realizovať podopretie nosníkov. Podopretie je tvorené zvislými stĺpkami ( podperami ) a vodorovnými hranolmi kladenými kolmo na rozpon nosníkov. Vzdialenosť tohoto podopretia je max. 180 cm a vzdialenosť podpier v smere hranolov je max. 150 cm. ( pri rozpone nad 3m už treba 2 podopretia ).

Podopretiemusi byť riadne zaklinované a zaväťrené v priečnom aj pozdĺžnom smere. Pokiaľ sa jedná o viacpodlažnú stavbu, musia byť podpory umiestnené na jednotlivých podlažiach nad sebou. Pri väčších rozponoch sa doporučuje, aby podopretie uprostred nosníkov zaistilo ich vzopätie o cca 1/300 rozponu. Podopretiemusi v každom prípade eliminovať priehyb nosníkov od vlastnej tiaže stropu pred betonážku. Z tohoto dôvodu je vhodné vykonať podopretie ešte pred uložení stropných tvárnic. Pred podopretím nie je strop pochôdzny.

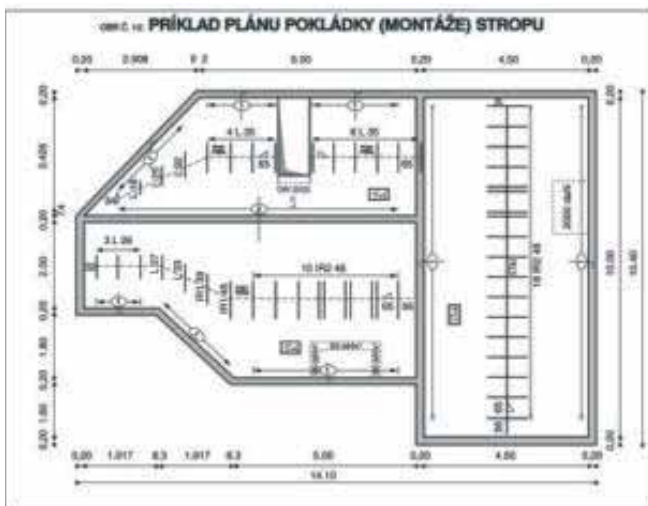
Stropné tvárnice sa kladú na dotyk (zraz) v radách kolmých na os nosníkov postupne od jedného konca nosníkov k druhému. Spôsob kladenia vložiek musí vylúčiť možnosť vybočenia nosníkov v pozdĺžnom smere. Stropné tvárnice majú dostatočnú únosnosť pre pohyb pracovníkov pri ich kladení a pri následnej betonáži.

Až po kompletácii celej konštrukcie (uložení nosníkov, vložek, prídavnej výstuže nad nosníkmi, venciej výstuže), uzavretí dutín stropných tvárnic pred zatekaním betónu, a navlhčením celého povrchu je možné pristúpiť k betonáži zálievky (tlakovej časti stropu) Doporučuje sa zkontrolovať pred betonážou podopretie a prípadné priehyby a nepresnosti skorigovať podklinovaním.

Trieda betónu je minimálne B20, vhodném konzistencie a zloženia, ktoré musia umožniťriadne vyplnenie rebier nad nosníkmi (max. zrnitosť kameniva 16 mm, konzistencia podľa soušky VeBe medzi 10 až 15 sec.). Súčasne s betonážou rebier sa betонуje ajvrstva hrúbky 40, alebo 60 mm nad vložkami. Pokiaľ je nutné pri betonáži vytvoriť pracovnú špáru, potom vždy uprostred stropných tvárnic rovnobežne s osou nosníkov.

V žiadnom prípade nie je možné vytvoriť pracovnú špáru nad nosníkmi ani v pozdĺžnom ani v priečnom smere. Betón je potrebné riadne zhutniť a následne ošetrovať tak, aby nedošlo k jeho popraskanou. Až po dosiahnutí výslednej pevnosti, tj. cca za tri týždne je možné odstrániť podopretie nosníkov. Pri manipulácii s materiálom v priebehu montáže nesmie dôjsť k jeho nahromadenou na jednom mieste, ale musí byť rozložený rovnomerne po celej ploche a ukladaný na roznášacie dosky. Toto zaťaženie nesmie prekročiť 1,5 kN/m<sup>2</sup>.

Do stropnej konštrukcie sa nesmú vkladať nosníky ani tvárnice akokoľvek poškodené (prasknutý nosník, zdeformovaná výstuž na nosníku, prasknuté stropnice a podobne).



TRÁNKY		VÝSTUŽE		DLŽKA	STRAN	SKLADBA	STR. TVÁRNICE	POČET
4,50	182 45	28		4,60		S/1	17 30 37	875
4,43	182 15	1		4,50				
3,82	181 39	1		3,90				
3,42	1 35	10		3,50				
3,22	1 33	1		3,30				
3,00	1 33	1		3,20				
2,82	1 27	1		2,90				
3,50	1 36	3		3,60				
3,90	1 35	1		3,90				
1,68	1 18	1		1,80				
1,00	1 11	2		1,10				
ZÁTAŽENIE (kN/m <sup>2</sup> )		VÝPLNE		VÁHA:		VÝPLNE		
Uštróné		150		OKRAJE F <sub>0</sub> E 500		POČET		
Permanenčná		75 75		1 H 48 1,00 30		36		
CELKOM		300		2 H 48 1,80		14		

Tieto technologické pokyny nenahrádzajú technickú zprávu projektu pre nosné konštrukcie.

# 11. Technické zariadenia, inštalračné rozvody



Pre rozvody technických sietí sú určené predovšetkým podlahové vrstvy a tepelnoizolačná vrstva izolačného sendviča. Vedenia sa realizujú pred montážou tepelnoizolačného komplexu do ktorého sa pred jeho upevnením na steny vytvoria drážky potrebných rozmerov a dĺžok. Na obvodové steny nie je vhodné umiestňovať vedenia citlivé na chlad (kúrenie, voda, kanalizácia a pod.)

## Kúrenie a ventilácia

Vzhľadom na nízku spotrebu tepla vďaka možnosti vytvoriť nadštandardnú tepelnú izoláciu budú mať radiatory minimálne rozmery a pre rozvody budú stačiť trubky priemeru 12 - 19 mm. Pre priestory s nízkou tepelnou akumuláciou a potrebou pružných zmien tepelnej pohody

v priebehu dňa nie sú vhodné nízkotepelné vykurovacie systémy (napr. podlahové vykurovanie)

## Elektrické rozvody

Všetky rozvody by mali byť vedené v plastových žľaboch, alebo trubkách. Pre rozvody elektrickej energie v obvodových stenách (najmä dodatočné rozvody) je možné použiť aj metódu osadzovania trubiek v izolačnom sendviči pomocou špeciálneho elektronicky navádzaného zariadenia (krčka). V podlahách a stropoch sa používajú

najčastejšie plastové žľaby, ktoré sa v podlahách môžu zaliať vrstvičkou betónu. V žiadnom prípade sa nepresekávajú drážky v murive, ani sa murivo nebúra, ako je to potrebné v klasickej praxi.

## Centrálny vysávač

V izolačnom komplexe je možné pohodlne rozviesť aj potrubie centrálného vysávača s výsledným efektom odvádzania vysatého vzduchu s obsahom prachu mimo vysávaný priestor, zníženia hluku a jednoduchšej obsluhy.

## Rozvody vody

Pre rozvody vody sa používajú v drvivej väčšine plastové trubky. Odolnosť proti korózii, lepšie tepelnoizolačné vlastnosti, výrazne nižšia prácnosť

## Kanalizačné zvody

Pre kanalizačné rozvody vzhľadom na ich dimenzie je najlepším riešením vytváranie dutých priestorov a prestupov pre zvody, prípadne dvojitych priechok na vhodných miestach už v štádiu projektovej prípravy.





## 12. Výhody :

- nízka cena
- nízka hmotnosť
- nenasiakavosť
- vysoká pevnosť
- presné rozmery
- dlhá životnosť
- rýchlosť stavby
- investičné náklady nižšie o 20-40%
- úspory energie - až o 40%
- odolnosť voči poveternostným vplyvom
- odolnosť voči násilnému vniknutiu
- výborná zvuková izolácia
- nízka ekologická náročnosť

## 13. Príspevok systému pre trvalo udržateľný rozvoj

### Polystyrén

Základnými surovinami pre výrobu expandovaného polystyrénu sú styrén a pentán ako nadúvadlo. Styren a pentán sú látky, ktoré sa bežne vyskytujú v prírode, napr. v potravinách, pri rozklade rastlinného materiálu, v zaživacom ústrojenstve zvierat a pod. Jedná sa o nezávadný, nedráždivý a netoxický materiál, ktorý neobsahuje ani látky poškodzujúce ozónovú vrstvu zeme. Prizabudovávaní výrobkov zEPS nie sú potrebné žiadne zvláštne opatrenia.

### Sadrokartón



## 14. Cenové porovnania

Cenové porovnanie jednotlivých druhov murovacích materiálov dokumentuje výpočtom výšku úspor, ktorú je možné dosiahnuť použitím betónových škrupinových tvárnic v spojení s tepelnoizolačným komplexom umiestneným na vnútornej strane obvodovej konštrukcie.

Pre základnú orientáciu sú porovnané komplexné náklady na vytvorenie m<sup>2</sup> konštrukcie hrubej stavby s ochrannými povrchovými úpravami (omietkami) s použitím predajných cien cien uverejnených na internetových stránkach výrobcov stavebných materiálov a poskytovateľov stavebných prác. Porovnanie je spracované pre 2 druhy (2 výrobcov) tehlových materiálov, pórobetón Xella a vibrolisované škrupinové betónové tvárnice BETÓNOVÁ



# LADEN, spol. s.r.o.

Horská 707/72, 059 21 Svit

## Porovnanie kalkulačných nákladov stavebných murovacích materiálov na výstavbu nosných vonkajších stien na 1m<sup>2</sup> v Sk

Názov materiálu	Hrúbka steny (mm)	Tepelný odpor m <sup>2</sup> KW*	Murivo náklady v Sk/m <sup>2</sup>	Úprava povrchov vnútorných a vonkajších v SK/m <sup>2</sup>	Cena celkom v Sk/m <sup>2</sup>
Keramické tvárnice POROTHERM	440	3,4	1627	903	2531
Pórobetón. Tvárnice YTONG	400	3,7	1158	903	2061
Tenkostenné lisované bet.tvárnice (TBT)+ tepelno-izolačný komplex 150+12,5mm	340	4,5	505	911	1416

Z uvedeného vidieť, že náklady na 1m<sup>2</sup> obvodového muriva zabudovaním TBT tvárnic pri výstavbe bytov, priemyselných stavieb, oplotenia a pod. sú o 30-40% nižšie, ako v súčasnosti používané klasické murovacie materiály. Ďalšie úspory vzniknú pri zabudovaní priečok a stropov.

## 15. Príklady použitia : Rodinné domy



## Bytové domy







## Priemyselné stavby

