



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA PEDAGOGICKÁ

Katedra aplikované fyziky a techniky

## Bakalářská práce

Moderní trendy ve stavebnictví

Autor práce: Tereza Proboštová

Vedoucí práce: Mgr. Pavel Černý, Ph.D.

České Budějovice  
2023

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne .....

.....  
Podpis

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce na téma „Moderní trendy ve stavebnictví“ se zabývá přehledem stavebních materiálů, které jsou nejčastěji používány ve stavebnictví 21. století, zejména pro rodinné domy. Jedná se zejména o tepelné izolace, hydroizolace, spojovací materiály, víceúčelové materiály, vhodné materiály pro svislé a vodorovné konstrukce, materiály pro zastřešení a podlahy. Práce v jednotlivých kapitolách je rozdělena podle daných stavebních konstrukcí. Jsou zde obsaženy jak tradiční, tak i novodobé materiály. V práci se vysvětluje chemické složení, výroba a uplatnění moderních stavebních materiálů. Dále jsou diskutovány jejich mechanické, fyzikální vlastnosti a jejich přínosy a omezení. V rozsáhlé části práce je uveden přehled stavebních materiálů formou literární rešerše. Součástí rozsáhlé práce je nalézt možné moderní stavební materiály, ze kterých by mohl být postaven rodinný dům „Vertigo“. Praktická část se zaměřuje na tvorbu vzorníku, který obsahuje vybrané stavební materiály z oblasti hydroizolací, tepelněizolačních materiálů, zdících prvků, obkladů, střešních krytin, víceúčelových materiálů a příslušného slepení daných vzorků. Hlavním přínosem této práce je, že může posloužit jako podpůrný učební text pro studenty, některých technických oborů, zabývajících se stavebními materiály.

**Klíčová slova:** Stavební materiály, tradiční a novodobé materiály, vzorník

## **Abstract**

This bachelor thesis on "Modern Trends in Construction" deals with an overview of building materials that are most commonly used in the construction industry in the 21st century, especially for houses. These include thermal insulation, waterproofing, joining materials, multi-purpose materials, suitable materials for vertical and horizontal structures, roofing and flooring materials. The work in each chapter is divided according to the building structures concerned. Both traditional and modern materials are covered. The work explains the chemical composition, manufacture and application of modern building materials. Their mechanical and physical properties and their benefits and limitations are also discussed. An extensive review of building materials is presented in the form of a literature search. Part of the extensive work is to find possible modern building materials that could be used to construct the family house "Vertigo". The practical part focuses on the creation of a specimen book containing selected building materials in the field of waterproofing, thermal insulation materials, wall elements, cladding, roofing, multi-purpose materials and the respective bonding of the given samples. The main contribution of this work is that it can serve as a supporting text for students, of certain engineering disciplines involving building materials.

**Keywords:** Building materials, traditional and modern materials, pattern book

## **Poděkování**

Ráda bych velice poděkovala panu Mgr. Pavlovi Černému, Ph.D. za jeho trpělivost a cenné rady, které mi poskytl při psaní této bakalářské práce. Poděkování také patří firmě Hinton, společnosti DEK a stavebninám Stavmat, kteří mi věnovali stavební materiály k této práci. Chtěla bych poděkovat své rodině a přátelům, kteří mi věnovali čas a lásku po celou dobu studia.

# Obsah

Úvod.....	8
<b>1 Teoretická část.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Materiály pro zakládání staveb.....</b>	<b>9</b>
1.1.1 Horniny .....	9
1.1.2 Stavební kámen .....	9
1.1.3 Kamenivo .....	10
1.1.4 Hydroizolační materiály .....	10
1.1.5 Tepelné izolace.....	13
1.1.6 Spojovací materiály.....	17
1.1.7 Betony .....	19
<b>1.2 Materiálové řešení svislého nosného zdiva.....</b>	<b>24</b>
1.2.1 Keramika .....	24
1.2.2 Lehké betony .....	26
1.2.3 Dřevo.....	27
1.2.4 Izodom.....	29
<b>1.3 Vhodné materiály pro stropní konstrukce.....</b>	<b>30</b>
1.3.1 Cihlářské výrobky pro vodorovné konstrukce .....	30
1.3.2 Betonové výrobky pro vodorovné konstrukce .....	32
1.3.3 Dřevěné skladby pro vodorovné konstrukce.....	33
<b>1.4 Materiály pro zastřešení .....</b>	<b>36</b>
1.4.1 Betonová krytina .....	36
1.4.2 Pálená střešní krytina .....	37
1.4.3 Asfaltové šindele.....	38
1.4.4 Cementovláknité šablony (vláknocementové).....	39
1.4.5 Plechové střešní krytiny .....	39
<b>1.5 Víceúčelové materiály .....</b>	<b>42</b>

1.5.1	Sádrokarton .....	42
1.5.2	Sádrovláknité desky .....	43
1.5.3	OSB desky.....	43
1.5.4	Cementotřískové desky .....	44
1.6	<b>Materiálové řešení pro podlahy</b> .....	45
1.6.1	Betonové podlahy.....	45
1.6.2	Keramické dlažby a obklady .....	46
1.6.3	Dřevěná laminátová podlaha.....	47
1.6.4	Podlaha z PVC .....	48
1.6.5	Vinylová podlaha .....	49
<b>2</b>	<b>Praktická část</b> .....	<b>50</b>
	<b>Diskuse a závěr</b> .....	<b>51</b>
	<b>Seznam použité literatury</b> .....	<b>53</b>

## Úvod

Stavební materiály jsou důležitou součástí struktury budovy. Stavební materiály jsou přímou součástí stavební konstrukce a lze je nalézt na stavbách. Ve stavebnictví se lze setkat s tradičními materiály, které jsou používány po generace, i s novými zpracovatelskými materiály, které byly vyvinuty pomocí nových technologií a recyklací materiálů. Ke stavebním materiálům patří celá řada pomocných materiálů, které usnadňují realizaci stavebně technologických řešení.

Patří mezi ně tzv. unitární stavební materiály, což jsou jednoduché výrobky tvořené tvarem, velikostí a složením materiálů. Mnoho stavebních materiálů je k dispozici v modifikacích a konstrukčních variantách [1-3].

V 21. století došlo k pokroku v oblasti stavebních materiálů a technologií, ale nové technologické postupy vedly také k výraznému pokroku v oblasti kompozitních materiálů (sádkokartonové desky, dřevotřískové desky, sklolaminát), přičemž se klade důraz na šetrnost životního prostředí a cenovou dostupnost [2].

Každý stavební materiál má své jedinečné vlastnosti, které spočívají v jeho vnitřní struktuře. Materiál je hodnocen z různých hledisek, které odpovídají budoucímu využití [1-3].

Mezi nejdůležitější technické parametry patří například (pevnost, pružnost, modul pružnosti, další parametry jsou biologické, chemické a izolační. Existuje mnoho parametrů pro hodnocení materiálů. Jednotlivé stavební materiály musí zajišťovat funkce kladené na stavební konstrukci (statická únosnost, tepelně izolační a protipožární) [1-3].

Cílem této bakalářské práce je představit moderní stavební materiály v 21. století, které se vyskytují převážně pro rodinné domy. Byl vybrán rodinný dům „Vertigo“. Kterému byly vybrány materiály, ze kterých by mohl být postaven. Materiály byly vybrány podle jednotlivých konstrukcí a daného účelu užití například:

- tepelné izolace,
- hydroizolační materiály,
- materiály pro svislé nosné konstrukce.

Vybrané materiály byly posouzeny v jednotlivých kapitolách z hlediska fyzikálních nebo mechanických vlastností. Záleželo, o jaký materiál se v konstrukci jednalo. V druhé části bylo úkolem vytvořit příslušný vzorník stavebních materiálů, které byly popsány v první části této práce.

Tato práce může posloužit studentům jako podpůrná pomůcka k rozšíření jejich znalostí v oblasti stavebních materiálů.



# 1 Teoretická část

## 1.1 Materiály pro zakládání staveb

### 1.1.1 Horniny

Horniny jsou jedním z nejstarších anorganických stavebních materiálů a díky své snadné dostupnosti a příznivým vlastnostem jsou používány dodnes.

Horniny lze podle jejich původu rozdělit takto:

- vyvřelé (magmatické),
- usazené (sedimentární),
- přeměněné (deformovatelné).

Všechny tyto horniny lze v jejich původní podobě použít jako stavební kámen. Silikátové nebo nesilikátové minerály jsou používány především k výrobě stavebních materiálů. Silikátové suroviny jsou charakterizovány obsahem křemíku (Si) a lze je rozdělit na neplastické a plastické [1, 2, 4].

Mezi neplastické suroviny patří křemičitý písek, který se používá jako plnivo do malt a betonů a také při výrobě keramických výrobků a vápenocementových cihel. Mezi plastické silikátové suroviny patří především jíly, hlíny a kaly, které jsou používány při výrobě cementů, hydraulického vápna a keramických výrobků a také různých tmelů ve zpracovatelských závodech [1, 2, 4].

Mezi nesilikátové nerostné suroviny patří zejména karbonátové horniny (vápenec, dolomit) a síranové horniny (sádrovec a anhydrit). Tyto materiály jsou používány k výrobě žárovzdorných materiálů jako jsou malty (sádra, cement, vápno) a sklo. Další surovinou používanou ve stavebnictví je ruda. Nejdůležitější jsou železná ruda, bauxit, galenit a mosazná ruda. Zajímavými surovinami jsou také uhlí, ropa, zemní plyn a přírodní asfalt [1, 2, 4].

### 1.1.2 Stavební kámen

Stavebním kamenem se rozumí kámen s vhodnými fyzikálními, chemickými a technickými vlastnostmi. Kámen jako přírodní stavební materiál je používán již od starověku. Díky své přirozené odolnosti vůči atmosférickým a jiným vlivům může být kámen po staletí používán jako stavební materiál. Jeho trvanlivost závisí na typu použitého kamene. Kámen je těžen těžkými lomovými metodami jako je vrtání, štípání a různé metody odstřelu [1-3].

Kámen je používán pro zdění, stavbě silnic a železnic, k zakládání drobných zemních staveb a lze ho použít ke zpevnění svahů a hrází. V moderní architektuře má kámen dekorativní vlastnosti a je používán jako obklad fasád, stěn a soklů. Kamenný obklad lze vidět v druhé kapitole.

Kámen má dobré fyzikální vlastnosti (vysoká strukturální hustota, pevnost) je vysoce odolný vůči povětrnostním vlivům, mikroorganismům a ohni. Jeho hlavní výhodou je jeho trvanlivost a dlouhá životnost. Při jeho opracování lze použít různé formy a povrchové úpravy [1-3].

Lomový kámen je dále zpracováván a je upravován podle způsobu využití. Lomové výrobky jsou ponechány v původní podobě nezpracované nebo hrubě opracované. Lomový kámen je masivní stavební materiál různých tvarů a velikostí [1-3].

### 1.1.3 Kamenivo

Kamenivo ve stavebnictví je definováno jako přírodní nebo umělý zrnitý anorganický materiál, který lze také recyklovat. Hlavní úloha kameniva ve stavebnictví spočívá v tom, že je používán jako výplňový materiál v kombinaci s vhodnými pojivy k výrobě malty a betonu. Kamenivo je používáno jako zhutněná podkladní vrstva pro stavbu. Funkcí kameniva je vytvářet pevnou a odolnou kostru, která vzniká vzájemným propojením jednotlivých zrn [1, 3].

Přírodní kamenivo se dělí podle vzniku zrn takto:

- drcené – získané drcením přírodního kamene,
- těžené – kamenivo se zaoblenými zrny získané těžením přírodní rozpadlé horniny,
- těžené předdrcené – kamenivo získané drcením zrn těženého kameniva.

Kamenivo se klasifikuje podle velikosti zrn na jemné – do 0,25mm (0, 125 mm) kamenný prášek, drobné – do 4 mm včetně, hrubé – od 4-125 mm [3].

Kamenivo je klasifikováno podle objemové hmotnosti na:

- hutné – kamenivo o objemové hmotnosti větší než 2000 kg/m<sup>3</sup>,
- pórovité – kamenivo o objemové hmotnosti 2000 kg/m<sup>3</sup> a menší,
- těžké – kamenivo o objemové hmotnosti větší než 3000 kg/m<sup>3</sup>.

Umělá kameniva jsou vyráběna z průmyslových odpadů (popílek, struska, cihelná drť, keramzit). V poslední době je kamenivo stále častěji vyráběno z recyklovatelných odpadů (beton, drcené cihly), které vznikly při demolicích budov a při výrobě stavebních materiálů.

Kamenivo je děleno na různé části. Frakcionace je shlukování zrn kameniva různých velikostí mezi dvěma kontrolními sítmi se čtvercovými otvory, která se zadrží ve spodním kontrolním síti (menší otvory), ale projdou horním kontrolním sítím (větší otvory) [1, 3].

### 1.1.4 Hydroizolační materiály

Izolace je nejdůležitějším materiálem ve stavebnictví. Úkolem hydroizolačních materiálů je omezit nepříznivé účinky vody a vlhkosti na stavební konstrukce a zabránit kolapsu konstrukcí a vzniku erozí [1-3].

Izolace proti spodní vodě a vlhkosti, izolace proti povrchové vodě a izolace proti korozní vodě lze rozdělit na živičné látky, polymerní látky a silikony. Hydroizolace může působit jako ochrana proti pronikání radonu. V dnešní době existuje mnoho izolací proti radonu. Některé jsou nazývány jako iglú. V případě radonu je těsnění zesílit [1].

Ve stavebnictví je k dispozici mnoho těsnících hydroizolačních materiálů. Například živičné (asfaltové, dehtové), z plastů a pryže, jílové, skleněné, kovové. Kolik existuje hydroizolací lze vidět v druhé části.

Zpracováním těsnících materiálů může být nátěrové, stříkané, injektážní, stěrkové, lepené, nastavované, svařované a mechanicky připevněné [1-3].

Nejčastější použití hydroizolací bývá ve formě nátěrů (laky, emulze, suspenze), tmelů, lepenek, speciálních pasů, folií a desek. Většina hydroizolačních materiálů ve stavebnictví jsou za tepla nebo za studena zpracované asfaltové pryskyřice vyrobené z ropy ropných derivátů [1-3].

Horké asfaltové výrobky se musí před použitím roztavit na 150-200 °C. Naproti tomu výrobky vyráběné za studena lze používat při pokojové teplotě. Jejich použití je pohodlnější a bezpečnější [3,4].

V závislosti na způsobu tavení asfaltů vyráběných za studena lze výrobky dělit na asfalty ředěné organickými rozpouštědly (laky a tmely), asfalty ředitelné vodou (emulze a suspenze) [1-4].

Asfaltové suspenze bývají koloidní roztoky vody a asfaltu. Emulgátory (mýdla, pryskyřice) snižují povrchové napětí a umožňují asfaltu se rozptýlit ve vodě do malých kuliček [1, 3].

Mezi dobré vlastnosti asfaltu patří jeho odolnost vůči vodě, kyselinám, zásadám a solím. Je odolný vůči mrazu a snadno se zpracovává. Je rozpustný v organických rozpouštědlech. Nevýhodou asfaltu je, že časem tvrdne a křehne. To je způsobeno účinky oxidace a ultrafialového záření [2].

Asfalt je při kontaktu toxický a při styku s kůží může způsobit aktinickou dermatitidu. Asfaltové suspenze jsou složeny z hlinitoasfaltové suspenze obsahující navíc latex. Jsou označeny pod názvem Gumoasfalt [2-3].

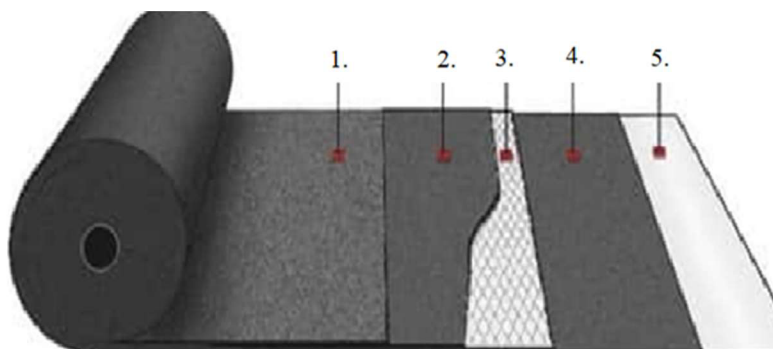
Při manipulaci s asfaltem je třeba dbát na bezpečnostní předpisy a používat ochranné pomůcky [1, 3].

Složení asfaltového pásu lze vidět na obrázku 1. Další hydroizolační materiály a jejich vlastnosti lze vidět v tabulce 1.4 níže. Typická skladba asfaltového pásu. Výztužná vložka může být skleněná rohož, skleněná tkanina, polyesterová rohož se skleněnými vlákny, polyesterová rohož. Krycí vrstvou může být oxidovaný asfalt, asfalt modifikovaný SBS a asfaltem modifikovaná APP [1].

Kromě izolačních materiálů na bázi asfaltu jsou hodně využívané materiály na bázi plastů, které jsou ve formě folií.

Další hydroizolační materiály na bázi plastů a jejich vlastností viz v tabulce 1.4 výše.

Jak je vidět z tabulky 1.4 nejvyšší pevnost v tahu má izolace Novoplast, též nazývaná nopová folie. Jak vypadá nopová folie lze vidět na obrázku 2 níže.



**Obrázek 1:** Skladba asfaltového pásu – horní vrstva (1), asfaltová hmota (2), nosná vložka (3), spodní vrstva (4) [5].

**Tabulka 1.4:** Ostatní hydroizolační materiály [3-4].

Název Izolace	Pevnost v tahu [MPa]	Tažnost [%]	Způsob kladení
Izolace z měkčeného PVC	12	Min 180	Lepení, svařováním pomocí vysokofrekvenčního proudu.
PVC novoplast (Nopová folie)	15	250	Na sucho.
Folie vyztužená polyetylenová	10-12	24-26	Svářením nebo lepením
Folie hydroizolační pryžová bez posypu	5-6,5	200-250	Lepení bodově nebo plošně.
Folie hydroizolační pryžová	4-6	Oba směry	Spojuje se lepením.



**Obrázek 2:** Nopová folie při zakládání staveb [6].

### 1.1.5 Tepelné izolace

Tepelné izolace musí zabránit nadměrným tepelným ztrátám, nebo chránit budovu před nežádoucími tepelnými účinky (v létě). Tepelná izolace je vyznačována nízkou tepelnou vodivostí  $\lambda$ . Za účinné tepelné izolanty jsou považovány výrobky se součinitelem tepelné vodivosti nižším než  $0,1 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  [1-4].

V závislosti na použití lze tepelnou hmotu rozdělit na stavební a průmyslové aplikace. Stavební izolace jsou využívány pro všechny druhy staveb [2].

Podle struktury lze tepelněizolační materiály rozdělit na vláknité materiály (výrobky na bázi minerální vlny), tvarové materiály (výrobky z desek z pěnového plastu nebo tuhé kompozity na bázi vláken, výrobky z lehkého betonu, lehkých cihel) a syké materiály (granulované materiály, expandovaný perlit a polystyrenové pelety) [1-4].

Z těchto typů izolačních materiálů se nejčastěji používají izolace na bázi lehčených plastů (pěnový polystyren, extrudovaný polystyren, polyuretan) a tvarované deskové izolace na bázi vláken (čedičová, skleněná a minerální vlákna). Nejběžnější izolační materiály jsou rozebrány a porovnány v tabulce 1.5 níže. Prvním izolačním materiálem bude Polystyren (PS) [2-4].

Polystyren je speciální plast na bázi styrenu. Je třetím nejrozšířenějším po polyolefinech a polyvinylchloridu. (PS) je připravován z kapalného styrenu (vinylbenzenu) při pokojové teplotě a dobře polymeruje v blokové i suspenzní formě [1-4].

V páteři jsou molekuly polystyrenu tvořeny šestičlenným aromatickým kruhem (fenylem) připojeným ke každému druhému uhlíku místo vodíku. Většina styrenu ve stavebnictví se spotřebovává ve formě lehčeného polystyrenu. Lehčený polystyren se vyrábí ve dvou variantách a to: expanzní (EPS) a extrudovaný (XPS) [1-4].

Expandovaný polystyren (EPS) je nejčastěji používán pěnovým materiálem v moderním stavebnictví. Jeho zvláštními vlastnostmi jsou otevřená pórovitost a vysoká nasákavost, které omezují jeho použití. Polystyren může být krátkodobě vystaven teplotám až  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ , a může být spojován horkým asfaltem. K lepení polystyrenu lze po-

užit pásovité disperzní lepidla a speciální cementová lepidla dodávána v suchých směsích. Hlavní nevýhodou EPS jsou velké objemové rozdíly a smršťování. Výrobky z expandovaného polystyrenu jsou různé desky o různých tloušťkách. EPS lze použít jako tepelněizolační vrstvu pro objemové stavební prvky, jako jsou sendvičové betonové panely [1-4].

Omezení extrudovaného polystyrenu (XPS) způsobená otevřenou pórovitou strukturou expandovaného pěnového polystyrenu rovněž vylučují použití extrudovaného polystyrenu (XPS), který je mechanicky odolnější. Uzavřená struktura omezuje nasákavost a může být používána v místech, která jsou v kontaktu s vlhkostí, například i v základech [3,4].

Použití extrudovaného polystyrenu lze aplikovat na tzv. obrácené střechy. Mezi hlavní aplikace výrobků z XPS patří desky, které jsou i pro stavbu obvodových stěn s vysokým tepelným odporem z běžných stěnových materiálů [2-4].

Extrudovaný polystyren je obvykle obarven, aby se odlišil od expandovaného polystyrenu (občas se lze setkat i s barveným EPS). V závislosti na zamýšleném použití jsou desky XPS k dispozici pod různými názvy, jako jsou podlahové desky, střešní či desky pro izolaci stěn a desky pro vnější tepelné izolace suterénních podlaží [1-4].

Rozdíl ve vzhledu mezi EPS a XPS je znázorněn na obrázku 3 níže. Na obrázku vlevo se nachází umístění EPS, ten je ve většině případů bílý. Zatímco na pravé straně je XPS, ten může mít více barevných podob, záleží zrovna na umístění izolace.



**Obrázek 3:** Pohledové rozdíly na EPS a XPS [7].

Polyuretan je druh reaktivního plastu, jehož použití ve stavebnictví rychle roste. Tyto plasty jsou oblíbené pro své snadné použití a trvanlivou pružnost. Polyuretan je používán hlavně jako pojivo, zejména pro pěnu [1-3, 8].

Více informací naleznete v kapitole 1.1.6. Využití polyuretanů v tepelných izolacích jsou samotné desky. Tyto desky mohou být z jedné nebo obou stran potaženy hliníkovou fólií (pro izolaci potrubí a klimatizace), nebo bitumenovou izolací (pro izolaci plochých střech). Lze z nich také vyrábět lehké prefabrikované výrobky s izolační funkcí [1-3, 8]. Příklad vzhledu polyuretanových desek lze vidět na obrázku 4 níže.

Tato varianta představuje tvrdou polyuretanovou tepelně izolační desku s parotěsnou vystýlkou skládající se z papíru a hliníkových fólií. Je určena pro izolaci podlah i pro podlahové vytápění.



**Obrázek 4:** Polyuretanová deska s hliníkovou folií [9].

Výše zmiňované izolační materiály patřily do skupiny lehčených plastů. Nyní budou následovat další tepelně izolační materiály, a to zejména tvarované deskové izolace na bázi vláken.

Izolace z čedičových vláken je vyráběna tavením čediče, sopečné horniny. Roztavený čedič se rozvlákne a přidá se do něj pojivo, čímž vznikne čedičová vlna. Čedičová vlna je vyráběna v krečovacích strojích, kde je stlačována na požadovanou tloušťku. Ve vytvrzovací komoře pojivo ztvrdne, čímž se degraduje stabilita vlny. Ztuhlá vlna se poté upraví na požadované rozměry a vyrobí se, tak desky nebo role [8, 10-11].

Tyto výrobky lze dále zpracovávat například s hliníkovou folií. Čedičovou vlnu lze použít jako tepelnou, akustickou a protipožární izolaci. Lze ji použít při stavbě šikmých střech, příček, pohledech i ve fasádách. Mezi výhody čedičové vlny patří útlum hluku, nehořlavost, prodyšnost, tvarová a rozměrová stálost [8, 10-11]. Pohled na tepelnou izolaci z čedičových vláken lze vidět na obrázku 5 níže.



**Obrázek 5:** Tepelná izolace s čedičovými vlákny [12].

Izolace ze skelné vlny je jednou z nejnovějších aplikací ve stavebnictví. Izolace ze skelných vláken je téměř nezbytná při výrobě mnoha kompozitních materiálů. Technika výroby skleněných vláken závisí na požadované délce. Při výrobě krátkých vláken se roztavený materiál vyfoukne do běžícího pásu. Tato vlákna jsou nejčastěji používána k výrobě tepelněizolačních desek, rohoží a vat. Mezi jejich dobré vlastnosti patří prodyšnost, vysoký koeficient difúze vodní páry a nehořlavost. Jednou z jejich nevýhod je nasákavost, kterou však lze snížit tzv. hydrofobizací během výrobního procesu [1-3, 8].

Do této kapitoly lze zařadit i pěnové sklo. Pěnové sklo jako materiál má dobré tepelněizolační vlastnosti. Vyrábí se rozemletím skleněných úlomků a přidáním dřevěného uhlí a sklářského písku [8].

Pěnové sklo má dobré izolační vlastnosti, ale je však velmi drahé. Jeho použití je omezeno na výjimečné případy. Pěnové sklo je nejčastěji používáno hlavně v budovách jako izolační vrstva ve střeších a podlahách, ale někdy ho lze použít i do základů. Je to nenahraditelný materiál, protože dokáže izolovat i při extrémních teplotách a odolává teplotám od  $-260\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+430\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Na rozdíl od jiných tepelněizolačních materiálů má vysokou pevnost v tlaku [1-3, 8]. Příklad vzhledu pěnového skla na obrázku 6 níže.



**Obrázek 6:** Pěnové sklo ve formě desek [13].

Posledním izolačním materiálem je izolace z minerálních vláken. Minerálními vlákny se rozumí umělá anorganická vlákna, která jsou vyráběna především pro účely tepelné izolace, a to ve formě vláknité směsi zvané minerální vlna. Výrobní proces je podobný jako u izolačních desek z čediče. Nejběžnějšími výrobky z minerálních vláken jsou převážně desky, rohože. Nejčastěji jsou používány pro šikmé a ploché střechy, větrací a kontaktní fasády, obvodové sendviče, vnitřní konstrukce a technické izolace (izolace energetických zařízení, kotlů a pecí). [1-4, 8]. Srovnávací tabulka izolačních materiálů je pak uvedena v tabulce 1.5.



**Tabulka 1.5:** Přehled tepelně technických vlastností vybraných izolací [3,8].

Název + označení	Objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Součinitel tepelné vodivosti [W/m·K]	Nasákavost [%]
Expandovaný polystyren (EPS)	20-35	0,036	2,3
Extrudovaný polystyren (XPS)	33	0,035-0,038	<0,5
Polyuretany	20-30	0,030	5-90
Tepelná izolace s čedičovými vlákny	30-100	0,035-0,045	hydrofobizována
Izolace ze skleněných vláken	12-80	0,035-0,045	hydrofobizována
Pěnové sklo	120-175	0,038-0,049	
Minerální vlákna	200	0,036	hydrofobizována

### 1.1.6 Spojovací materiály

Mezi tuto skupinu patří především pojiva, malty, lepidla, tmely a pěny. Za pojivo lze považovat organickou nebo anorganickou látku, která dokáže spojit hmotu vloženého materiálu v souvislý a dostatečně pevný prvek. Často jsou vázány chemickými reakcemi (chemická pojiva), ale v některých případech mohou mít pouze mechanickou schopnost (mechanická pojiva). Mezi mechanická pojiva, u nichž neprobíhá chemická reakce, patří hlíny, asfalty, dehty, některá lepidla, pájky. Mezi chemická pojiva patří vápno, sádra a cement [1-4, 8, 14].

Existují různé typy pojiv, ale zde budou popsány ty nejběžnější a základní typy. Nejprve budou pojednána vápenosíranová pojiva. Síran vápenatý je pojivo složené převážně ze síranu vápenatého (CaSO<sub>4</sub>). Jsou klasifikována jako vzduchová pojiva. Jedná se především o pojiva na bázi sádry a anhydritu. Síranová pojiva jsou vyráběna z přírodních minerálů (sádrovec nebo anhydrit) nebo syntetických produktů podobného složení, které vznikly jako odpad z různých průmyslových procesů [1-4, 8, 14].

Sádrová pojiva lze klasifikovat mnoha způsoby v závislosti na jejich použití, způsobu přípravy nebo technických vlastnostech. Konstrukční sádra je používána k vý-

robě stavebních prvků, omítek, sádrových výrobků a sádrokartonových desek. Průmyslové sádry jsou používány jako vzorové odlitky v keramickém průmyslu a jsou používány také při výrobě sádrových forem [1-4, 8, 14].

Dalším pojivem je vzdušné vápno. Vzdušné vápno je považováno za tradiční pojivo. Z chemického hlediska se vápno skládá především z oxidu vápenatého (CaO), který vzniká kalcinací vápence (přírodního čistého uhličitanu vápenatého nebo dolo-mitického uhličitanu vápenatého) [1-4, 8, 14].

Ukázalo se, že vzdušné vápno hraje důležitou roli ve zdivu a omítkách jako konstrukční pojivo. Jeho používání se značně omezilo. Výroba vzdušného vápna probíhá ve dvou fázích. V první fázi se drcený vápenec zahřívá v kontinuální peci (šachtové peci nebo rotační peci) za vzniku vápna (oxidu vápenatého CaO). Ve druhé fázi probíhá proces kalení, při kterém se za vysokého tepla přeměňuje na hydroxid vápenatý. To se provádí s velkým přebytkem chladicí vody (mokré kalení) nebo s malým přebytkem, tzv. suché kalení. Kalení je proces přeměny hydroxidu na původní uhličitan. Tento proces kalení vyžaduje přítomnost vody, ale také potřebu vzduchu [1-4, 8, 14].

Vzdušné vápno ve stavebnictví je využíváno hlavně při výrobě malt pro zdění a omítání. Mezi další využití patří výroba pórobetonu, plynosilikátu, pěnosiilikátů a vápenopískových cihel. Při manipulaci s vzdušným vápnem jsou nutná veškerá bezpečnostní opatření, včetně používání rukavic a respirátorů [1-4, 8, 14].

Dalším pojem, které je třeba zmínit je hydraulické vápno. Na rozdíl od vzdušného vápna může hydraulické vápno tvrdnout a tuhnout ve vodě bez přístupu vzduchu. Proces výroby hydraulického vápna je podobný procesu výroby vzdušného vápna, viz výše. Jeho hlavní použití je v maltách a betonech nižších pevnostních tříd uložených jak na vzduchu, tak i ve vodě. Ve většině případů je hydraulické vápno používáno především pro přípravu vápenatých malt a pro přípravu omítkových malt přímo na stavbě [1-3, 8, 15].

Následovat bude Portlandský cement. Cement je nejpoužívanějším pojivem a je využíván především pro silikátové suroviny. Cement je připravován pálením vhodných surovin až na hranici slinování a mletím vzniklého slínku na prášek, který po smíchání s vodou v důsledku reakce a hydratace tvrdne a tuhne, přičemž si zachovává pevnost a stabilitu na vzduchu i ve vodě. Cement je používán k výrobě malt, prostého betonu, železobetonu a konstrukčních prvků pro všechny druhy inženýrského stavitelství a pozemních staveb. Existují různé druhy cementu, v závislosti na účelu použití. Nejzákladnějším druhem je portlandský slínek, ke kterému se později přidávají další složky [1-2, 8].

Dalším spojovacím materiálem je malta. Malty jsou používány ke spojování konstrukčních prvků, ochraně a údržbě stavebních povrchů, utěsňování spár, tepelné izolaci a k ochraně výztuže. Malty lze definovat jako ztuhlou směs pojiv, plniv, vody a dalších přísad. Kvalita malty je dána poměrem směsi a způsobem zpracování. Malty lze klasifikovat z různých hledisek. Podle účelu použití lze malty rozdělit na malty pro zdění, pro vnitřní použití a malty pro vnější použití. Malty lze rozdělit podle použitého pojiva na:

- hliněné,
- vápenaté,

- cementové,
- kombinované.

V tenkovrstvých omítkách mohou být použity i pojivové systémy obsahující i disperzní pojiva (kopolymery, akryláty), rozpouštědlová pojiva (roztoky polymerních poživ) a směsná pojiva (polymerní cementy) [1-4, 8].

Dalším spojovacím materiálem jsou lepidla. Lepidla jsou látky určené k pevnému a trvalému spojení dvou stejných nebo rozdílných materiálů. Lepidla lze rozdělit na přírodní a synteticky získaná lepidla. Přírodní lepidla pocházejí z rostlin nebo živočichů [1-3, 8].

Ve stavebnictví jsou nejčastěji používány lepidla na bázi formaldehydových koncentrátů (fenol, močovina, melamin) a dále lepidla disperzního typu (akryl, polyvinylacetát). Systémy na bázi epoxidových pryskyřic jsou základním materiálem pro širokou škálu lepidel a poskytují dobrou přilnavost ke všem materiálům. Po vytvrzení nevykazují mechanické vlastnosti [1-3, 8]. V závislosti na jejich vytvrzovacích vlastnostech lze lepidla rozdělit do následujících kategorií:

- vytvrzování absorpcí (voda, organická rozpouštědla),
- vytvrzování chemickou reakcí (jednosložková a vícesložková),
- rozpustné (citlivé na tlak a citlivé na teplotu),
- permanentní lepidla (citlivá na tlak).

Následujícím spojovacím materiálem jsou tmely. Tmely mají podobné vlastnosti jako lepidla. Za tmel lze považovat materiál, sestávající z pojiva a částicového plniva. Pojivo může být organické, anorganické (vodní sklo), minerální (cement), nebo polymerní (PVAC, PMMA, PE, epoxid, polyuretan). Těsnící materiály lze rozdělit podle jejich plasticity na tuhé těsnící tmely, trvale pryžové těsnící tmely a trvale plastové. Tmely mohou vyplňovat nerovnosti, spáry a praskliny. Často jsou tmely používány k vyplnění dilatačních spár, například v podlahách, aby zabránily vzniku trhlin [1, 8].

Pěna je často používaná k vyplňování okenních rámců a spojování izolací a je používána také ke spojování zdiva. Místo izolace lze také použít PUR pěnu. Tento materiál neabsorbuje a nekondenzuje vodní páru. Lze ji použít kdekoli pomocí stříkací pistole [1, 2, 15].

Silikon je polymerní materiál, složený ze střídajících se atomů kyslíku a křemíku. Tento materiál je nejčastěji využíván k utěšňování sanitárních armatur, obkladů a dlažeb [1-3, 14].

### 1.1.7 Betony

Tato kapitola popisuje nejčastěji používané betony ve stavebnictví v 21. století. Patří mezi ně běžný beton, železobeton, předpjatý beton, lehký beton, polystyrenbeton, pórobeton, pěnobeton a polymerbeton. Tyto betony budou popsány a následně analyzovány v tabulce 1.7 níže.

Beton je jedním z nejdůležitějších a nejpoužívanějších stavebních materiálů v moderním stavebnictví. Beton lze považovat za umělý stavební materiál tvořený směsí jemného a hrubého kameniva (plnivo), (pojiva) cementu, vody a dalších přísad nebo

příměsí, které upravují určité vlastnosti. Materiály, z nichž se beton skládá, nesmí obsahovat škodlivé látky, které by mohly snížit trvanlivost betonu nebo způsobit korozi výztužné oceli a musí být vhodné pro zamýšlené použití betonu [1-3, 8, 17-18].

V závislosti na druhu pojiva může vzniknout asfaltový beton, kde je pojivem asfalt, nebo polymerbeton, kde je pojivem polymer. U železobetonu by neměla chybět výztužná ocel (železobeton) a předpínací ocel (předpjatý beton) [1-3, 8, 17-18]. Lze se setkat s výztuží, která není klasická výztuž, nýbrž se jedná o kompozitní materiál. Jak taková výztuž vypadá lze vidět v druhé kapitole.

Beton je rozdělován podle objemové hmotnosti na lehký beton s objemovou hmotností menší než  $2000 \text{ kg/m}^3$ , normální beton s objemovou hmotností  $2000\text{-}2800 \text{ kg/m}^3$ , těžký beton s objemovou hmotností více než  $2800 \text{ kg/m}^3$  [1-3, 8, 17-18].

Beton je k dispozici ve dvou formách: monolitický beton (vyráběný na staveništi v bednění) a prefabrikovaný beton (prefabrikované prvky dopravované na staveniště a postupně montované a instalované) [1-3, 8, 17-18].

Mezi výhody betonu patří vysoká pevnost v tlaku, odolnost proti negativním vlivům prostředí, nepropustnost, ohnivzdornost, možnost použití v různých geometrických konstrukcích [1-3, 8, 17-18].

Mezi nevýhody betonu patří vysoká objemová hmotnost, špatná zpracovatelnost, nízká pevnost v tahu, vysoká tepelná a akustická vodivost. Podle použití výztuže lze beton rozdělit na prostý beton bez výztuže, nebo s dodatečnou výztuží bez statické funkce, železobeton vyztužený ocelovou výztuží nebo svařovanou sítí a předpjatý beton se záměrně zavedenou předpjatou ocelovou výztuží [1-3, 8, 17-18]. Železobeton a předpjatý beton jsou popsány níže.

Jak je známo, beton má poměrně nízkou pevnost v tahu, obvykle kolem 8 % - 10 % pevnosti v tlaku. Beton je sám o sobě náchylný k praskání. K překonání této slabiny jsou hledány metody vyztužování, které by odpovídaly kompatibilitě betonu. Proto je železobeton konstrukční materiál, v němž jsou ocelové pruty (výztuž) spojeny s čerstvým betonem a tvoří konstrukci nebo její část. Vložením ocelových prutů do betonu, přenáší beton pouze tlakové síly, zatímco vložené ocelové pruty přenášejí tahové síly a napětí. Výztuž se umísťuje v částech konstrukce, které jsou namáhány ohybem, smykem nebo kroucením. Železobeton má ve stavebnictví široké uplatnění, jak ve formě monoliticky zhotovených konstrukcí, tak ve formě prefabrikovaných konstrukcí z inženýrských prutů [1-3, 8, 17-18].

Základním principem předpjatého betonu je aplikace tlakového předpětí, které v případě prutů namáhaných ohybem vytváří ohybové rezervy a omezuje vznik trhlin. Předpjatý beton je nejčastěji používán u prutů a konstrukcí vystavených vysokým ohybovým a smykovým namáháním. Jedná se především o mosty, konstrukce s velkými rozpětími a mnoho dalších konstrukcí. Předpjaté konstrukce jsou velmi úsporné z hlediska spotřeby materiálu a lze jimi dosáhnout úspory betonu 20-30 % ve srovnání se železobetonovými konstrukcemi [1-3].

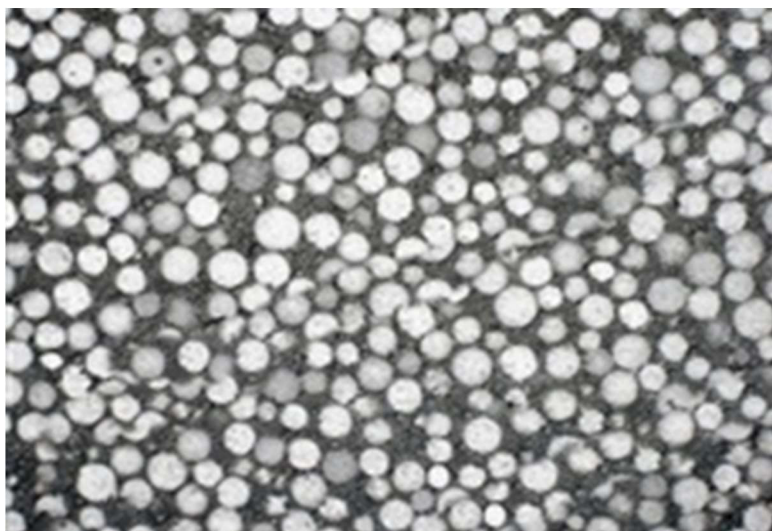
Dalším typem betonu je lehký beton. Lehký beton je vyznačován nízkou hmotností díky přítomnosti vzduchových dutin a velkého množství pórů přímo ve struktuře

betonu. Pórovité struktury lze dosáhnout použitím pórovitého kameniva provzdušňovacích příměsí nebo pěnotvorných příměsí. Měrná hmotnost lehkého betonu se pohybuje od  $200 \text{ kg/m}^3$  do  $2000 \text{ kg/m}^3$  [1-3, 17].

V závislosti na použití lze lehké betony rozdělit do těchto kategorií:

- konstrukční,
- konstrukčně – tepelněizolační (tvárnice a dílce z pórobetonu a liaporbetonu),
- tepelně izolační (pórobeton, pěnobeton, polysterbeton mají nízkou objemovou hmotnost).

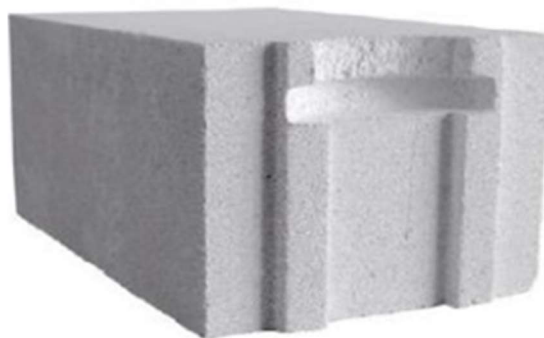
Lehký beton může být mezerovitý (použití mezer mezi velkými zrny kameniva), nepřímý lehký beton (hutný beton s pórovitým kamenivem) nebo lehký přímý beton (cementový blok s vytvořenými póry). Dalším typem lehkého betonu je polystyrenový beton. Polystyrenový beton (PSB) je typ nepřímého lehkého betonu, který používá jako výplň granule z expandovaného polystyrenu. PSB je používán jako izolace podlah, stropů, střech a vnějších stěn [1-3, 17]. Jak vypadá PSB je znázorněno na obrázku 8.



**Obrázek 8:** Struktura polystyrenbetonu [19].

Pórobeton je nejběžnějším typem lehčeného betonu. Prefabrikované výrobky z pórobetonu mají bílou až šedou barvu. V bílém pórobetonu je plnivem jemný křemičitý písek v šedém je to elektrárenský popílek. Nejčastěji je využíván hlavně bílý pórobeton [1-2, 17].

V České republice je tento lehčený beton znám pod obchodním názvem Ytong. K dispozici jsou cihly, stropní vložky, příčkovky atd. O cihlách a stropních vložkách bude pojednáno v následujících kapitolách 1.2.1 a 1.2.2 níže [1-2, 17]. Pohled na pórobeton je na obrázku 9.



**Obrázek 9:** Tvárnice z pórobetonu [20].

Dalším příkladem lehkého betonu je pěnobeton. Lehký pěnobeton je realizován pomocí technicky stabilní pěny. Tato pěna je vyráběna z hydrolyzovaných bílkovin. Fyzikální a mechanické vlastnosti pěnobetonu jsou podobné jako u polystyrenového betonu viz výše uvedená kapitola. Je používán především pro vyrovnávací a výplňové vrstvy v podlahách a slouží také jako izolační vrstva ve střeších. Pěnobeton je na rozdíl od polystyrenového samonivelační [1-2, 17].

Polymerbeton se od ostatních druhů betonů liší svým složením a vlastnostmi. Polymerbeton je beton, který používá jako pojivo polymerní materiál zvaný syntetická pryskyřice. Tvrdnutí a vysychání pojiva probíhá prostřednictvím polymerní reakce pryskyřice zaslané v monomerním stavu. Nejběžnějšími typy pryskyřic jsou epoxidové, polyesterové, metylmetakrylátové, polyuretanové a furanové [1-3, 17].

Jako plniva lze použít přírodní kamenivo (žulu, vápenec, mramor), křemičitý písek, strusku a perlit. Kamenivo musí být suché a nesmí narušovat proces vytvrzování pryskyřice. Kromě těchto přísad se používají také urychlovače, tvrdidla a další přísady. Polymerbeton má oproti běžnému betonu mnoho výhod rychlejší nárůst pevnosti, vyšší pevnost v tahu a tlaku, odolnost proti otěru, žádné emise prachu, nenasákavost a snadnější údržbu. Hlavní aplikace polymerbetonu jsou průmyslové provozy, různé prefabrikáty a sanitární zařízení [1-3, 17].

Vzhled polymerbetonu je znázorněn na obrázku 10. Na obrázku je vidět několik typů provedení polymerbetonu. V této kapitole bylo rozebráno několik druhů betonů. Následovat bude tabulka 1.7 kde budou vlastnosti daných betonů viz níže.



**Obrázek 10:** Vzorky polymerbetonu [21].

**Tabulka 1.7:** Přehled vlastností daných betonů [1-3].

Název	Měrná hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	Součinitel tepelné vodivosti [W/m·K]	Pevnost v tlaku [MPa]
Beton	2100-2300	1,230	Do 60
Železobeton	2000-2500	1,580	Více než prostý beton
Předpjatý beton	2200-2300	1,2-1,4	>60
Lehký beton	200-2000	0,11-0,16	90
Polystyrenbeton	500-1500	0,11-0,14	0,5-0,1
Pórobeton	200-2000	0,190	1,5-7
Pěnobeton	300-1000	0,058-0,260	0,3-3
Polymerbeton	1900-2400	10-50	50-210



**Obrázek 11:** Rodinný dům „Vertigo“.

## 1.2 Materiálové řešení svislého nosného zdiva

V předešlé kapitole byl přehled obecných materiálů, které jsou nejčastější v 21. století. Nyní bude následovat rozbor materiálů daného objektu. Jedná se o rodinný dům Vertigo na obrázku 11 výše. Úkolem bude odhadnout z jakých materiálů by mohl být postaven tento rodinný dům a porovnat možné varianty materiálového řešení.

### 1.2.1 Keramika

Jednou z nejstarších činností lidstva je keramický průmysl. Keramika je označována odvětvím výroby žáruvzdorných výrobků, jako je jíl, kaolín, spraše a jílové břidlice. Keramika je polykrystalický materiál získávaný ze surovin z neželezných rud a obsahuje sklovité fáze. Tento materiál se tvaruje do požadovaných rozměrů, suší se a vypaluje za vzniku keramického pojiva [1-3, 22].

Proces výroby keramiky se skládá z několika fází: jako je těžba surovin, zpracování, opracování, tvarování při okolní teplotě, sušení výrobku a výpal při vysoké teplotě [22].

Cihlové prvky patří mezi kusová staviva. K nejdůležitějším charakteristikám patří vymezení rozměrů. Ve zděných konstrukcích je potřeba rozeznat následující rozměry:

- skladebný rozměr (rozměr prostoru zdícího prvku s přihlédnutím ke geometrii přilehlých spár a mezním odchylkám prvku),
- jmenovitý rozměr (určený pro výrobce, odchylky nesmí překročit mezní stanovenou odchylku),
- skutečný rozměr (stanoven měřením zdícího prvku).

Zděné konstrukce prošly v posledních letech značnou proměnou. S rostoucími požadavky na energetickou náročnost bydlení jsou zvyšovány požadavky na cihlářské výrobky. Dnešní zdící prvky musí mít lepší mechanické a tepelné a akustické vlastnosti než před několika lety. Těchto vlastností se dosahuje zlepšením kvality samotných keramických dílců a použitím různých dutin v prvcích. Zděné prvky lze klasifikovat podle přesnosti zdění [1-4, 22-23].

Běžné ložné spáry mají tloušťku asi 10-12 mm a jsou spojovány běžnou maltou což, vede k nepřesnosti zdiva. Tento postup byl nahrazen lepší a přesnější metodou. Jednotlivé cihly jsou pokládány na 1-3 mm silné lepidlo nebo polyuretanovou pěnu. Není zapotřebí tolik pojiva, jako v minulosti [1-3, 22].



Jednotlivé dílce lze spojovat pomocí lepidla nebo pěny ze stříkací pistole, popřípadě válečku. Nanášení se provádí, jak je vidět na obrázku 12 pouze po obvodu cihly. V místě styku styčné spáry je využíváno spojení na sucho (pero + drážka). Kde příslušné cihly vedle sebe zaklapnou do příslušného systému. Tento systém se nazývá zdění pomocí zdících bloků [2-3, 22]. Ukázka pokládání zdiva na obrázcích 12, 13.



**Obrázek 12:** Novodobá ukázka spojování cihel pomocí polyuretanové pěny [24].



**Obrázek 13:** Klasické zdění pomocí malty [25].

Nejčastěji používaným zdivem je dnes zdivo z tvárnic. Tyto tvárnice jsou vylehčeny dutinami. Díky těmto dutinám mají lepší tepelněizolační vlastnosti. Tyto dutiny mohou být prázdné, nebo mohou být vyplněny izolačními materiály jako je skelná vata, polystyren. Obrázek 14 ukazuje vzhled některých typů. Vzhledem k tomu, že izolace je obsažena v tvarovkách, není potřeba kolem zdiva žádná další izolace [2, 26]. Na levé straně obrázku 14 se nachází cihla děrovaná vyplněná skelnou vatou, na pravé straně obrázku se nachází cihla děrovaná bez izolace.



**Obrázek 14:** Cihly děrované s izolací a bez izolace [27, 28].

### 1.2.2 Lehké betony

Hlavními materiály jsou pórabeton, liaporbeton. Toto zdivo je opět vylehčeno dutinami. Tyto tvarovky lze vidět v kapitole o betonech viz výše. Mají dobré tepelněizolační vlastnosti, ale mají horší nasákavost oproti keramice [26, 29].

Jak taková skladba pomocí lehčeného betonu vypadá, lze vidět na obrázku 15. Pokud by připadala úvaha o zdění z Ytongu, na obrázku 15 je možné vidět takovou skladbu z lehkého betonu. Tato stěna se skládá z tepelněizolační omítky, výztužné tkaniny, penetračního nátěru a z vnější omítky silikátové.



**Obrázek 15:** Skladba zdiva z lehčeného betonu – tepelně izolační vnější omítka (1), výztužná vložka (2), tepelněizolační vnější omítka (3), penetrační nátěr (4), vnější omítka silikonová, silikátová (5) [30].

Dalším typem bude zdivo z tvarovek Liapor. Tyto tvarovky mají dobré tepelné a akustické vlastnosti. Jsou vyplněny dutinami a ty jsou vylehčeny polystyrenem [26, 29, 31]. Jak takové tvarovky vypadají lze vidět na obrázku 16. Na obrázku je vidět klasická tvarovka z materiálu Liapor. Tato tvarovka má hnědou barvu, jak je patrné z obrázku 16.



**Obrázek 16:** Tvarovka Liapor [32].

### 1.2.3 Dřevo

Dřevo jako stavební materiál je jedním z nejstarších materiálů. V současné době zažívá dřevěné stavitelství celosvětový výrazný růst. Dřevo se začalo ve stavebnictví používat díky své lehkosti, snadnému zpracování, a především vysokým tepelně izolačním vlastnostem. Z těchto důvodů se stále častěji používají dřevěné lamináty a kompozity na bázi dřeva. Dřevo je jedním z nejpřirozeněji obnovitelných materiálů a jeho obliba neklesá. Současný trend v používání dřeva je velmi široký a týká se především rodinných domů, v některých případech výškových budov a lehkých střešních krytin [26, 33-37].

Tradiční masivní dřevěné konstrukce jsou stále používány stejně jako před lety. Dřevěné konstrukce se uplatňují při aplikacích prostorových nosných systémů, které umožňují spojování velkých otvorů a vytváření složitých geometrických tvarů. Současná technologie je založena na použití lepených prvků průřezu a různých kombinací materiálů [26, 33-37].

Každý kus dřeva se skládá především z celulózy (50 %), hemicelulózy (22 %) a ligninu (22 %), které tvoří buněčné stěny. Zbytek tvoří látky, které tvoří vnitřek buňky jako jsou pryskyřice, tuky, vosky, třísloviny, barviva, alkaloidy a minerální látky. Organická hmota dřeva obsahuje přibližně 50 % uhlíku, 43 % kyslíku, 6 % vodíku a 0,3 % dusíku. Zbytek tvoří minerální látky (draslík, sodík, vápník, fosfor a hořčík) [35-37].

Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva se mohou u jednotlivých druhů značně lišit. Měrná objemová hmotnost závisí na druhu dřeva a jeho vlhkosti. V suchém stavu se u běžného dřeva pohybuje od 400 do 700 kg/m<sup>3</sup>[1, 35-37].

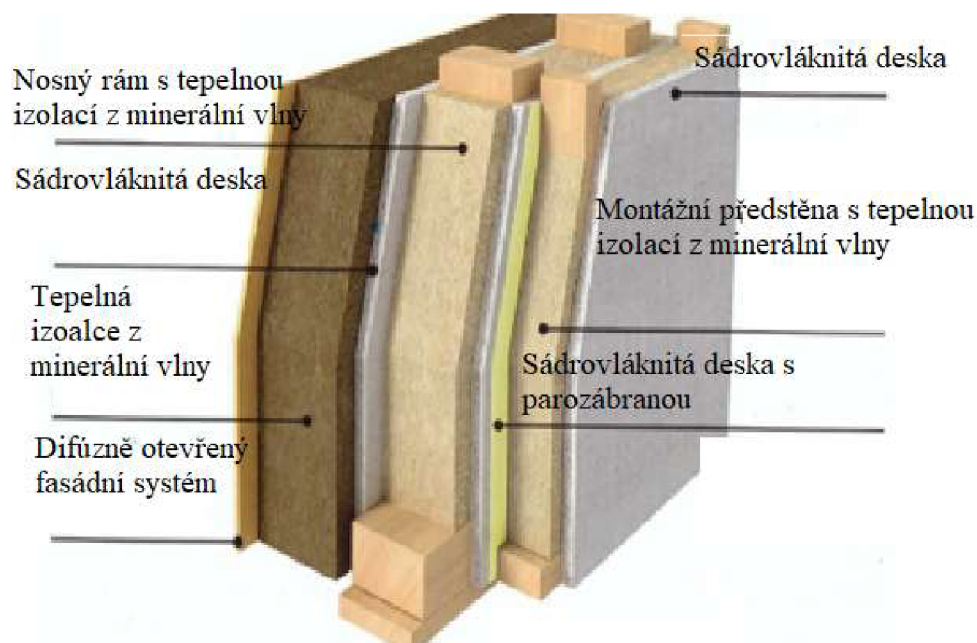
Podle objemové hmotnosti lze dřevo rozdělit na velmi lehké (do 400 kg/m<sup>3</sup>, například topol), lehké (400-500 kg/m<sup>3</sup> například jedle, smrk, borovice), mírně těžké (500-600 kg/m<sup>3</sup> například vrba, modřín, mahagon), středně těžké (600-700 kg/m<sup>3</sup> zde patří bříza, jasan, dub, buk), těžké (700-1000 kg/m<sup>3</sup> zde lze zařadit akát a habr), velmi těžké (nad 1000 kg/m<sup>3</sup> například eben) [1, 35-37].

Řezivo lze dělit podle tvaru, podle způsobu výroby, účelu použití a kvality dřeva. Podle způsobu řezání lze řezivo dělit na neomítané (řezivo s rovnoběžnými plochami a jedním nebo dvěma neopracovanými boky) a na omítané (řezivo s pravouhlým příčným průřezem) [1, 26, 35-37].

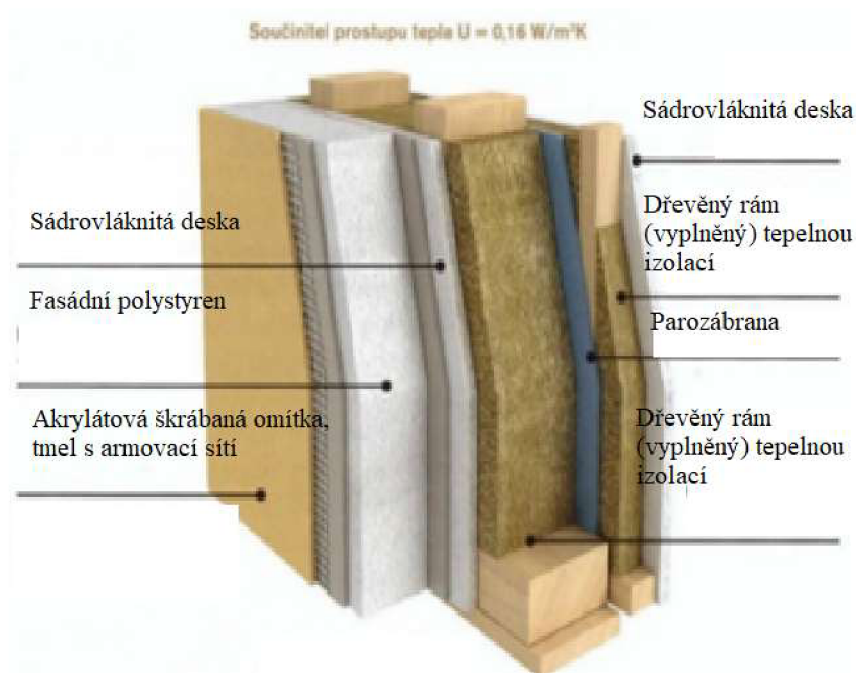
Řezivo podle tvaru a velikosti příčného průřezu dělí na deskové, hraněné a polo-hraněné. Deskové řezivo se dále rozděluje na prkna (s tloušťkou menší než 40 mm), fošny (s tloušťkou 40 až 100 mm) a krajiny (na jedné straně je řezná plocha na druhé je oblý povrch kmene) [1, 26, 35-37]. Hraněné řezivo je děleno na hranoly, hranolky, latě a lišty.

Ostatní materiály na bázi dřeva používané ve stavebnictví lze rozdělit na stavební desky (překližky, dřevovláknité desky, dřevotřískové a OSB), vrstvené dřevo, lisované dřevo, modifikované dřevo, kompozitní dřevo a kombinace dřeva a jiných materiálů [1-2, 35-37]. Další materiály na bázi dřeva budou diskutovány v dalších kapitolách.

V moderních stavbách se opět začíná používat dřevo pro svislé nosné konstrukce. Svislý stavební materiál na bázi dřeva pro svislé nosné konstrukce je znázorněn ve formě sendviče. Tato sendvičová konstrukce je složena z dřevěných nosných trámů, vyplněná tepelnou a akustickou izolací, opláštěná stavebními deskami na bázi dřeva nebo paloubkami. Jak takový skelet vypadá lze vidět na obrázku 17 níže. Tento obrázek ukazuje skladbu dřevěného skeletu. Existují dvě varianty, a to difúzně zavřená a difúzně otevřená. Obrázek 17 znázorňuje variantu difúzně otevřenou. Difúzně zavřenou skladbu lze vidět na obrázku 18 níže.



**Obrázek 17:** Skladba skeletového dřevěného systému [38].



**Obrázek 18:** Difúzně otevřená skeletová skladba [39].

#### 1.2.4 Izodom

Posledním diskutovaným materiálem pro svislé nosné konstrukce je systém Izodom 2000. Jedná se o prvky z expandovaného polystyrenu (EPS), nebo polystyrenu plněného grafitem [40-41].

Tento systém se používá pro věncové prvky, překlady a mnoho dalších prvků. Systém je laminován za sucha. Po kladení se systém vyklade vhodnou výztuží a zabetonuje se. Takový systém je mnohem jednodušší a rychlejší než klasický systém zdění z keramických cihel. Vzhledem k tomu, že v České republice nejsou tak přísné tepelné energetické požadavky, není zatím zde tolik rozšířen. Nicméně Izodom do České republiky postupně proniká a má své uplatnění [40-41]. Příklad vzhledu těchto tvarovek je uveden na obrázku 19. Následovat bude tabulka 2.1 s vlastnostmi daných materiálů pro svislé nosné konstrukce.



**Obrázek 19:** Tvarovka Izodomo [42].

**Tabulka 2.1:** Přehled vlastností daných materiálů pro svislé nosné konstrukce [3].

Název	Hustota [kg/m <sup>3</sup> ]	Součinitel te- pelné vodi- vosti [W/m·K]	Pevnost v tlaku [MPa]	Nasáka- vost [%]
Keramika	2600-2700	0,65-0,80	6,5	10
Lehký beton	800-2000	0,11-0,16	1,0-13,5	60-80
Liapor	500	0,0949	0,7-10	15
Dřevo	1500	0,18	2,5x menší než v tahu	8-15
Izodomo	15	0,1	1-2	<5

### 1.3 Vhodné materiály pro stropní konstrukce

Stropní konstrukce rozdělují objekt po výšce na podlaží a vytvářejí nosnou konstrukci pro uvažovaný provoz [43]. Zde budou uvedeny materiály a jejich možné výrobky (překlady, vložky, desky, dílce). Jednat se bude především o keramiku, betony, dřevo.

#### 1.3.1 Cihlářské výrobky pro vodorovné konstrukce

Používají se v konstrukcích namáhaným ohybem. Jsou to zejména cihelné stropní desky, stropní vložky, nosníky, tvarovky nebo keramické stropní a střešní dílce. Tyto výrobky jsou obvykle tenkostěnné a jsou opatřeny dutinami. Jejich tvar, rozměry a mechanické vlastnosti stropních prvků závisí na konstrukčním řešení stropní nebo střešní konstrukce. Jejich vlastnosti zajišťují dobrou tepelnou a zvukovou izolaci. Montáž stropních prvků je jednoduchá a nevyžaduje žádné stavební mechanismy [1-3, 22].

Zásadními představiteli stropních prvků jsou stropní vložky a desky pod názvem hurdis. Výroba hurdisek se provádí ve dvou variantách a to: hurdisky s kolmými čely a hurdisky se šikmými čely viz obrázek 20. Nosnou část těchto tvarovek přebírají ocelové prvky nebo vyztužený beton. Veškeré hurdisky jsou opatřeny třemi nebo čtyřmi podélnými dutinami. Hurdisky se mohou využívat také pro vnější i vnitřní obklady. Musí mít vhodnou povrchovou úpravu (glazura, desén) aby se daly aplikovat [1-3].



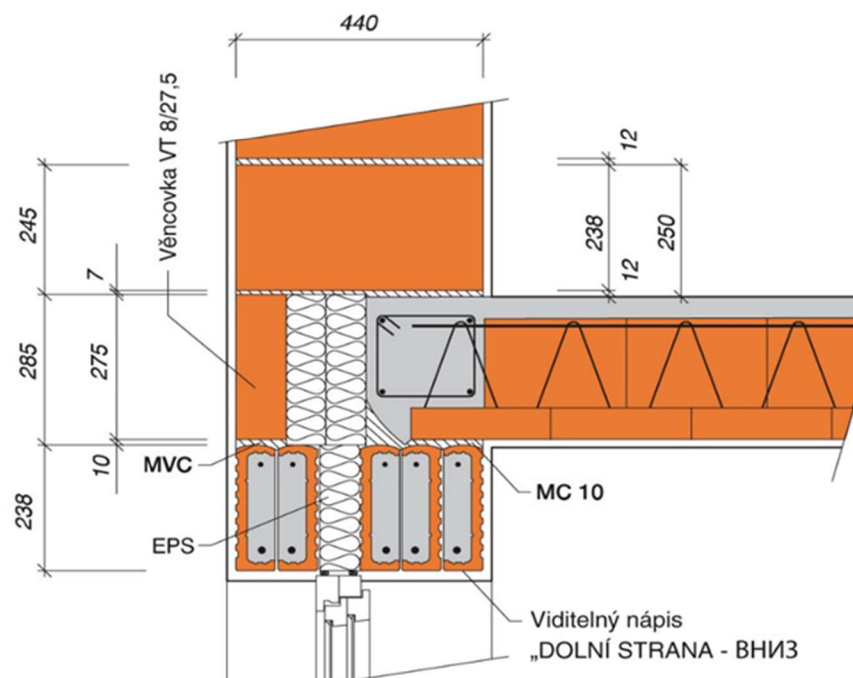
**Obrázek 20:** Hurdisky s kolmými (vlevo) a šikmými (vpravo) čely [44].

Dalším cihlářským výrobkem pro vodorovné konstrukce jsou vložky Miako. Tyto vložky se vkládají mezi keramobetonové stropní nosníky. Lze vidět na obr. 21. Pro jejich montáž se používají cihelné nosníky s uložením na nosné zdivo do maltového lože [2-3, 22]. Vložky Miako jsou vkládány na keramické trámce, které se vyrábějí z tvarovek U, betonu a z výztuže oceli. Celou konstrukci stropu je nutné po celou dobu podírat podpěrami. Celý strop se zmonolitní, pokud provedeme betonovou zálivku [2-3, 22].



**Obrázek 21:** Vložky Miako s nosníky, pohled na strop [45].

Následujícím významným zástupcem vodorovných konstrukcí jsou keramické překlady. Je to spojení vyztuženého betonu ve ztraceném keramickém bednění. Beton výrazně zhoršuje tepelnětechnické vlastnosti, proto je nutné mezi jednotlivé překlady vložit tepelnou izolaci [2-3, 22]. Tloušťka jednoho překladu je 70 mm, dle tloušťky zdiva se pak navrhuje počet překladů [2-3, 22]. Uložení keramických překladů nad oknem na obrázku 22. V obrázku 22 je vidět uložení keramických překladů, izolace EPS a dále je vidět položení keramických trámečků a vložek Miako. Strop je zpevněn ŽB věncem a zalitý betonem.



**Obrázek 22:** Znárodnění uložení překlada nad oknem [46].

### 1.3.2 Betonové výrobky pro vodorovné konstrukce

Beton bývá součástí skoro každé stropní konstrukce, ať už se jedná o zalití přímo na stavbě, nebo se lze setkat s prefabrikovanými výrobky, které jsou na stavbě přivezeny a následně osazeny. Montáž betonových prvků vyžaduje těžkou techniku. Existuje několik možných variant provedení betonového stropu. Zde bude představeno nejjednodušší provedení pomocí skládaných stropních panelů (BSSP). Jelikož betonové výrobky jsou dost podobné keramickým, liší se akorát složením a barvou [47-51]. Proto budou k porovnání na obrázkách níže.

Betonové skládané stropní panely (BSSP) jsou to prefabrikované panely, které se dají použít na jakoukoliv stavbu (rodinné domy, bytové domy, průmyslové haly...) dále se mohou využívat při rekonstrukcích. Tyto stropní panely jsou složeny z vibrolisovaných stropních vložek a betonových žeber, které jsou vyztuženy ocelovou příhradovinou a následně jsou zabetonovány [47-51].

Betonové stropní panely lze instalovat na jakýkoliv typ zdiva, ať se jedná o cihelné zdivo, nebo zdivo z lehkého betonu. Tyto stropní panely jsou instalovány pomocí jeřábů přímo v místě uložení. Výhodou stropních panelů je snadná montáž, široká škála použití, ekologičnost, vysoká nosnost a nízká spotřeba betonu [47-51]. Jak takové betonové stropní panely vypadají lze vidět na obrázku 23.

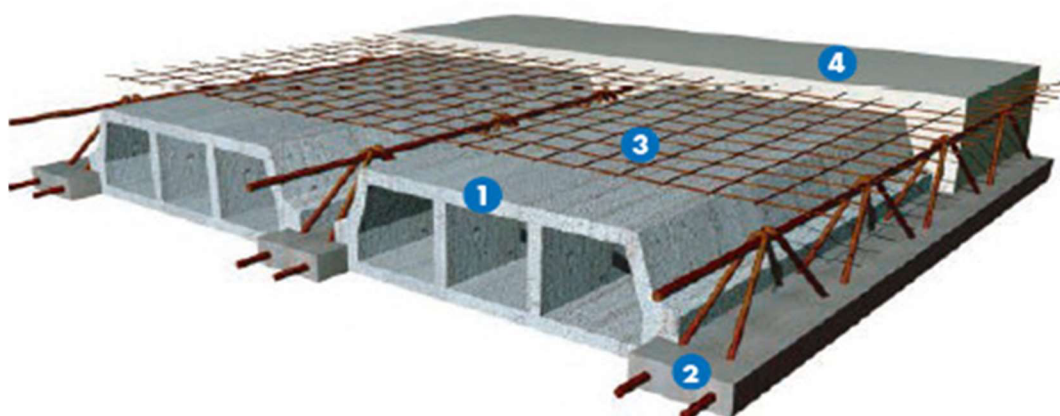




**Obrázek 23:** Betonové stropní panely [52].

Existují také betonové stropní nosníky. Tento typ konstrukce je též univerzální a lze je použít na všechny možné stavby, jako to bylo v případě betonových stropních panelů viz výše. Tento systém je složen z vibrolisovaných stropních vložek a z betonových nosníků, které jsou následně spojeny ocelovou svařovatelnou přírubou [50-51].

Jak takový systém vypadá lze vidět na obrázku 24. Tento typ konstrukce je velmi podobný, jako bylo vidět na obrázku 21 výše. Liší se akorát převládajícím materiálem, v tomto případě je to beton.



**Obrázek 24:** Betonové stropní nosníky – betonová stropní vložka (1), stropní nosník (2), kari síť (3), betonová zálivka (4) [53].

### 1.3.3 Dřevěné skladby pro vodorovné konstrukce

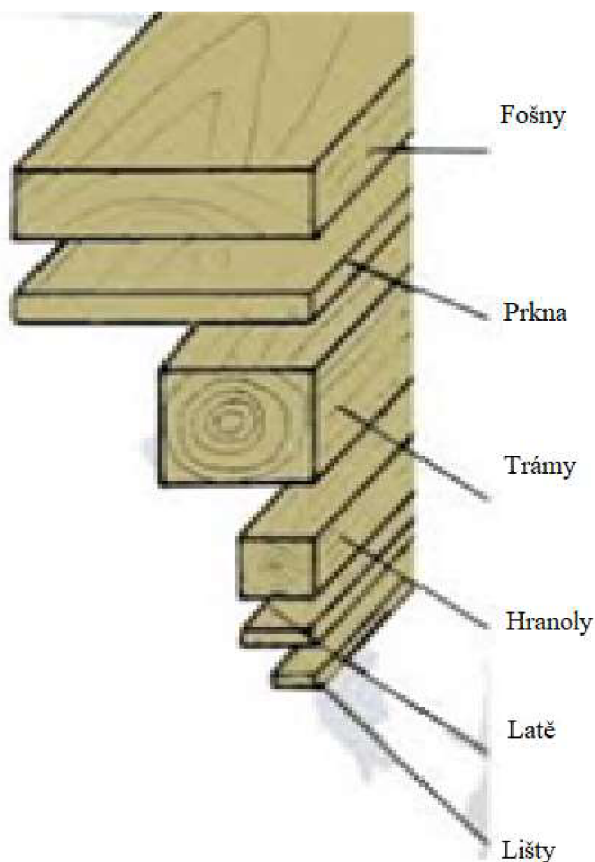
Dřevěné stropy mohou patřit k tradičním historickým budovám. Dřevěné stropy jsou velmi žádané. Důvodem je, že jsou lehké, snadno se s nimi pracuje a poskytují dobrou tepelnou izolaci. Hlavní nevýhodou dřeva je však poškození biologickými škůdci jako jsou dřevokazné houby a dřevokazný hmyz, kteří dřevo ničí. Aby se zabránilo napadení škůdci, musí být dřevo ošetřeno ochrannými nátěry nebo postřiky. Kromě toho musí být dřevo chráněno před vlhkostí [3, 16, 43].

V poslední době se stále více používá vrstvené dřevo a dřevěné kompozity [3, 16, 43]. Dřevěné stropy jsou rozdělovány na fošnové, trémové, nebo povlakové.

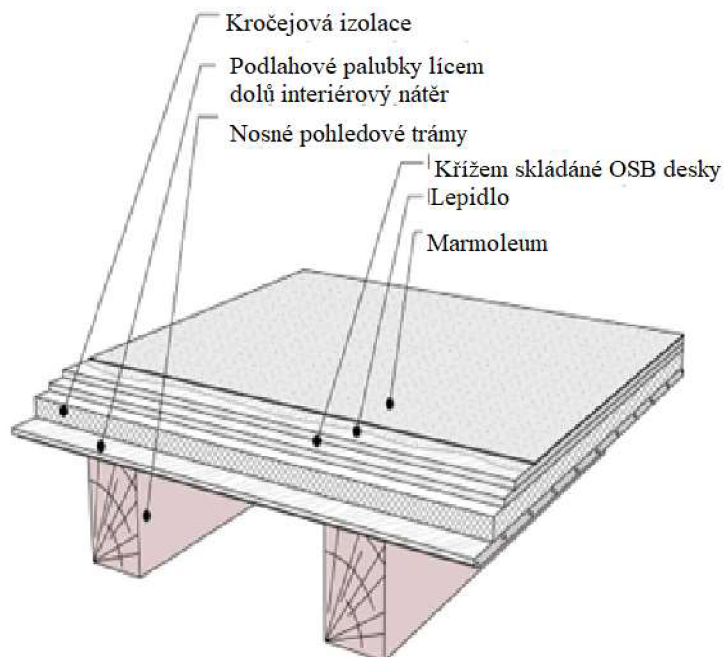
V současné době dochází k oživení stropů s viditelnými dřevěnými trámy, skrytými sádkartonovými deskami nebo obloženými dřevěnými latěmi. Mohou být také kombinovány s jinými materiály, jako je dřevo a beton. Vznikne tak strop nazývaný dřevobetonový strop. Velké uplatnění nacházejí dřevěné lepené a sbíjené nosníky, které mohou být plnostěnné nebo příhradové [3, 16, 43].

Jelikož v této kapitole mohou být použité některé pilařské výrobky, k účelu dřevěných stropů, je potřeba rozeznat vizuálně např. fošny, prkna, trámy, hranoly, latě a lišty. Tyto pilařské výrobky lze vidět na obrázku 25. Na tomto obrázku je vidět základní rozdělení zpracování dřeva. V nejvyšší vrstvě tohoto obrázku jsou fošny (tl. 40-100 mm a šířka 100-300 mm), pod ním se nacházejí prkna (tl. 13-38 mm a šířka 300 mm), dále trámy (tl. > 100 mm), hranoly (s rozměry 100/120 mm nebo 180/250 mm), latě (zde záleží na ploše) a v poslední řadě lišty (zde opět podle plochy).

Následovat budou novodobé materiálové řešení, některých dřevěných stropních konstrukcí. Zapomenout by se nemělo na klasický trémový strop. Jelikož tento strop má v moderní době své uplatnění. Tento strop je tvořen stropními trámy (stropnicemi). Jednotlivé trámy jsou zapuštěné do zdiva. Trámy bývají se stěnami propojeny ocelovými kotvami, které zajišťují celkovou tuhost konstrukce [54-55]. Jak taková skladba trémového stropu vypadá lze vidět na obrázku 26 níže. Na tomto obrázku je patrné, že nosné trámy jsou v interiéru vidět, navíc tento strop je doplněn paloubky.

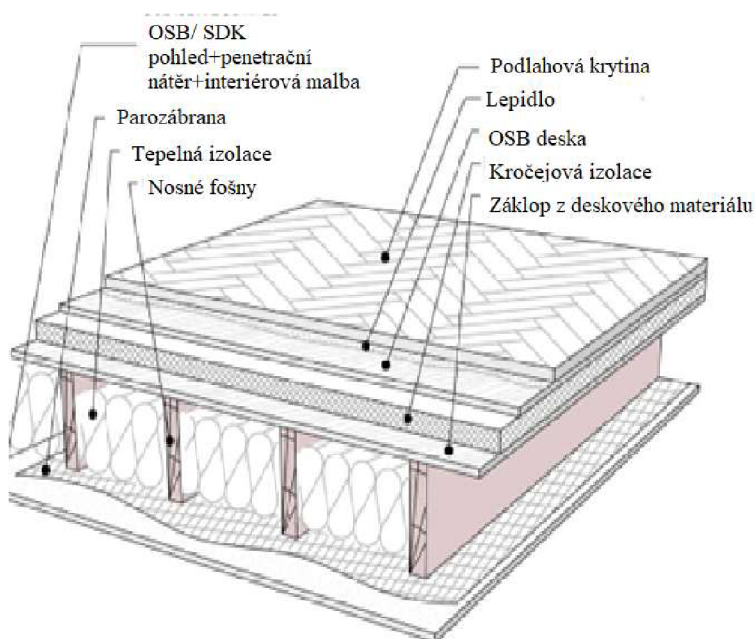


**Obrázek 25:** Pilařské výrobky [56].



**Obrázek 26:** Skladba trámového dřevěného stropu [57].

K modernějším dřevěným skladbám patří určitě systém fošnového stropu. Fošnové stropy jsou alternativou klasického trámového stropu, jelikož se zde ušetřila značná část dřeva. Fošnové stropy jsou často hodně využívané při výstavbě dřevostaveb rodinných domů. Nosnou část tohoto stropu tvoří fošny. Tyto fošny jsou zabezpečeny proti klopení příčnými vzpěrami [54-55]. Skladba fošnového stropu lze vidět na obrázku 27. Na obrázku je vidět typická skladba fošnového stropu. Zde jsou fošny zakryty podhledem, který může být z OSB desek nebo ze sádkokartonu, případně zde mohou být využity také paloubky.



**Obrázek 27:** Skladba fošnového stropu [58].

Další možnou novodobou variantou pro dřevěné stropy mohou být stropy z lepených nebo sbíjených nosníků. Tyto stropy v porovnání s trámy mají výrazně menší spotřebu dřeva. Takové stropy se nadále uplatní při menších rozměrech rozpon. Nosníky jsou vyráběny z tenkých lamel, které jsou navzájem slepeny. Skladba tohoto stropu se liší akorát použitými nosníky, podlahové a podhledové konstrukce. Jinak jsou dost podobné s ostatními typy dřevěných stropů. Nosníky lze využít pro zastřešení velkých rozpon, ale i pro rodinné domy [16, 43].

Posledním typem je dřevobetonový strop, kde se jedná o kombinaci dřeva s betonem. Nosnou část stropu mohou tvořit dřevěné trámy nebo dřevěná masivní konstrukce. Stropní konstrukce je zesílena betonovou deskou a vyztužená Kari sítí. Na trámy je nutná pokládka z OSB desek a pak následuje beton s kari sítí [43, 59].

## **1.4 Materiály pro zastřešení**

Tato kapitole se zabývá skládanou krytinou. Bude se jednat hlavně o materiály betonové, keramické, asfaltové šindele, cementovláknité šablony, kovové krytiny. Tyto materiály budou popsány a následně rozebrány v tabulce 4.6 níže.

### **1.4.1 Betonová krytina**

Betonové krytiny se poprvé začaly vyrábět na počátku 20. století, litím cementové malty do formy. Dnes je betonová krytina vyráběna z portlandského cementu, křemičitého písku a barevných pigmentů na bázi oxidů železa a barví se do různých barev, kromě základní šedé, také do cihlově červené, červenohnědé, tmavohnědé, tmavě modré a břidlicově černé [3, 60].

Betonové střešní tašky jsou obvykle potaženy dvojitou vrstvou akrylátu, novější mají pětivrstvou ochranu. Nejběžnějším typem betonové krytiny bývá její jednoduchý tvar tašky s vlnovanou a profilovanou dvoudrážkou a vodní drážkou. Všechny betonové střešní tašky by měly mít stejný tvar, velikost a hladkost povrchu [3, 60].

Podle druhu tašek lze rozeznat tašky žlábkové, tašky drážkované, tašky bezdrážkové, zvláštní tašky (hřebenáč, prvky pro nároží a žlaby, hákový klenák a prvky pro převislé střechy) [3].

Jak vypadá taková moderní betonová taška lze vidět na obrázku 28. Tato taška nese název Tegalit. Je vyznačována rovným profilem, má klasické černé zbarvení a čisté linie. Navíc je krytina opatřena vrstvou probarveného mikrobetonu, která zakryje všechny nerovnosti povrchu [61].



**Obrázek 28:** Novodobá betonová taška [62].

### 1.4.2 Pálená střešní krytina

Keramická pálená krytina je považována za jednu z nejstarších. Tašky jsou různě tvarované o tl. 11 mm vyráběné cihlářskou technologií. Získání přírodní cihlové barvy se dosáhne přímým výpalem hlíny a jílu, která není ničím chemicky přibarvována [2-4, 22].

Některé typy tašek jsou povrchově upravovány a to: engobou (nanášení jílových kalů s různým obsahem oxidů kovů a křemičitých přísad), glazurou (nanášení směsi rozplavených jílu obarvenými přírodními oxidy železa, které mají vyšší podíl sklovitých příměsí). Následným výpalem dostanou tašky pololesklý nebo lesklý povrch. Tyto povrchové úpravy jsou odolné vůči UV záření a klimatickým vlivům [2-4, 22, 63].

Technologie střešních tašek se provádí ve dvou variantách: ražením, tažením. Dle tvaru tašek, drážek a způsobu krytí se určuje bezpečný sklon střechy [2-3, 63].

Názorná ukázka pálené tašky na obrázku 29 níže. Na obrázku je znázorněna keramická pálená střešní krytina. Na první pohled nerozeznatelné od tašky betonové. Její povrch je opatřen engobou. Barva tašky je antracitově černá [64].



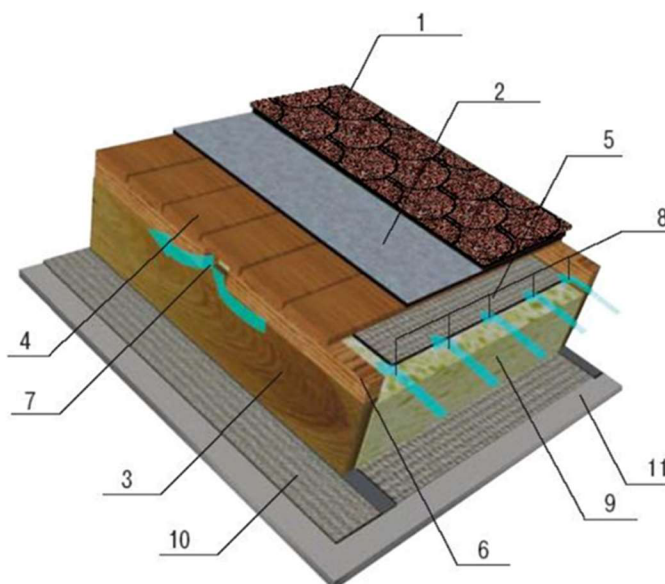
**Obrázek 29:** Pálená střešní taška [65].

### 1.4.3 Asfaltové šindele

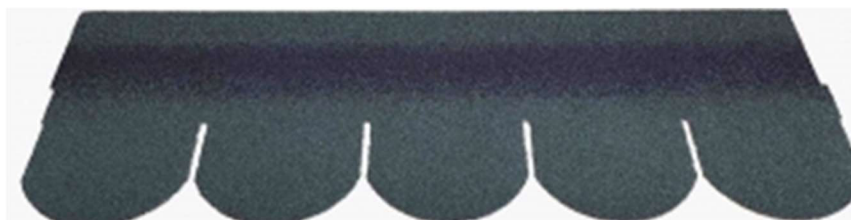
Asfaltové šindele jsou považovány za moderní střešní krytinu. Asfaltové šindele jsou složeny z asfaltových pásů s vložkou. Řezáním lze získat mnoho tvarů. Jsou k dispozici v různých barvách od červené až po zelenou. Tyto pásy jsou vyrobeny z oxidovaného anebo modifikovaného asfaltu a vložky jsou tvořeny ze skelných vláken [2, 66].

Šindele z modifikovaných asfaltů mají lepší tvarovatelnost za nízkých teplot. Šindele jsou pokládány na dřevěné bednění z prken, nebo na vodorovné překližky, nebo z dřevoštěpkových desek. Samotné asfaltové šindele mají na povrchu tzv. lepící body z lepidiva, což má zajistit vzájemné slepení šindelů v ploše [2, 66].

Jak taková skladba střešního šindele vypadá lze vidět na obrázku 30 níže, samotný šindel lze vidět na obrázku 31. Na tomto obrázku je vidět skladba střešního pláště pomocí asfaltových šindelů. Pod vrstvou šindelů se nachází podkladový pás, který je důležitý pro izolační vlastnosti, dále už je konstrukce dané střechy viz popisu obrázku na pravé straně. Samotný asfaltový šindel lze vidět na obrázku 31 níže.



**Obrázek 30:** Skladba střešního pláště pomocí asfaltových šindelů – asfaltový šindel (1), podkladní pás (2), krokve (3), dřevěné bednění (4), pojistná HI (5), kontralatě (6), mezera mezi kontralatěmi (7), vzduchová mezera (8), tepelná izolace (9), parotěsná zábrana (10), sádkarton (11) [67].



**Obrázek 31:** Ukázka tvaru střešního šindele [68].

#### 1.4.4 Cementovláknité šablony (vláknocementové)

Vláknocementová střešní krytina je často označována jako eternit. Azbestová vlákna spojená s cementovou maltou byla výchozím bodem pro stavbu šablon. Bylo zjištěno, že azbest je karcinogenní, a proto se již nepoužívá. Azbest byl nahrazen směsí celulózy a umělých vláken [2, 69].

Současná krytina je naprosto neškodná. Výrobní techniky se vyvinuly, ale princip zůstává stejný. Pojivem pro vlákna je stále cement. Směs je válcována a vytváří tenkou vrstvu. Poté se nařeže do požadovaného tvaru a nastříká se povrchová vrstva [2, 69].

Povrchová vrstva šablony je stříkána v několika vrstvách, přičemž spodní bývá natřena stejnou barvou jako je horní povrch. Nejčastěji se používá tmavě šedá (grafitová nebo modročerná) [2, 69].

Povrch šablony může být hladký, strukturovaný, nebo může napodobovat strukturu přírodní břidlice. Střešní krytiny z těchto vláknocementových šablon, lze zařadit do tzv. lehkých střešních pláštů [2, 69].

Ilustrace vzhledu krytiny z vláknocementových šablon je vidět na obrázku 32. Jedná se o typ Rhonbus v odstínu antracitová šed'. Tento typ má hladký povrch a díky tomu má v moderní době velké využití.



**Obrázek 32:** Vláknocementové šablony na střešní krytině [70].

#### 1.4.5 Plechové střešní krytiny

Plechové střešní krytiny jsou oblíbené již od starověku. První zmínky o plechových krytinách pocházejí z období renesance, ale teprve v baroku se dočkaly největšího rozkvětu. V tomto období se měď používala hlavně jako materiál pro povrchovou úpravu kopulí a věží. Všude tam, kde nebylo možné pokládat skládanou střešní krytinu. Spojování plechových částí se provádělo skládáním (falcováním) [71-72].

V devadesátých letech dvacátého století se na našem trhu kromě falcové krytiny začaly objevovat také krytiny profilované (ve tvaru střešních tašek, zvlněné profily) a maloformátové krytiny (tašky, nebo šablony) [71-72].

Tyto střešní krytiny jsou většinou vyrobeny z válcových plechů svinutých do tvarů. Takové plechy jsou k dispozici v různých tloušťkách a šířkách. To závisí na typu materiálu a na způsobu použití. Z jednotlivých svitků se stříhají pruhy, též nazývané šáry, z těchto kusů je sestavována falcová krytina nebo válcováním do požadovaného tvaru vznikne profilovaná krytina jako je např. trapézový plech. Moderní verze provedení falcové krytiny lze vidět na obrázku 33 níže. Dělením na menší dílce vznikne tzv. maloformátové krytina [71-72].

Plechové maloformátové krytiny existují ve třech základních variantách, a to falcované tašky, šindele a šablony [71-72].

Dalším způsobem provedení střešních plechových krytin je pomocí tenkých plechových válcovaných tabulích. Nejpoužívanější materiály pro plechové střešní krytiny jsou pozinkované ocelové plechy, hliníkové a titan-zinkové plechy [2, 71-72].

Někdy se vyskytují méně obvyklé materiály, jako měď a nerez. Měď se však používá u historických staveb. Z jmenovaných kovů pro plechovou krytinu je nejvhodnější hliník. Hliník má dobré mechanické vlastnosti, je velmi lehký a je odolný proti korozi. Povrch hliníku je potřeba upravit lakováním [71].

Titan-zinková krytina nevyžaduje nátěr, ale jsou rovněž odolné proti povětrnostním vlivům. Ocel je k dispozici v tabulích nebo svitcích. Ocel je vyznačována velmi dobrými mechanickými vlastnostmi, ale je náchylná ke korozi. Proto je nutná povrchová úprava, například nátěr nebo pokovením nebo poplastováním. Pozinkovaná ocel je chráněna vrstvou elektrolytického povlaku [2, 71-72]. Fyzikální a mechanické vlastnosti daných kovů lze vidět v tabulce 4.5 viz níže pod obrázkem 33.



**Obrázek 33:** Novodobá ukázka falcové střešky [73].

Jak je zřejmé z tabulky 4.5, nejvyšší hustotu má měď stejně tak měrnou vodivost. Zatímco nejvyšší pevnost v tahu má ocel a tím pádem i nejvyšší modul pružnosti. Následovat bude porovnání veškerých materiálů pro střešní konstrukce o kterých již byla řeč, a to níže v tabulce 4.6.



**Tabulka 4.5:** Přehled fyzikálních a mechanických vlastností daných kovů [2].

Název	Hustota [kg/m <sup>3</sup> ]	Měrná tepelná vodivost [W/m·K]	Pevnost v tahu [MPa]	Modul Pružnosti [GPa]
Ocel	7850	64	520	220
Hliník	2700	229	60	70
Měď	8940	395	200-250	125
Titanzinek	7200	116	150	105

**Tabulka 4.6:** Porovnání všech materiálů pro střešní krytinu [1,3].

Název krytiny	Hmot- nost [kg·m <sup>2</sup> ]	Sklon střechy	Výhody	Nevýhody	Život- nost [let]
Betonová	45-60	Od 17°	nekoroduje	Nejtěžší	Min 50
Pálená střešní	40-55	Od 22°	Přírodní ma- teriál	Ochranný nátěr	Min 50
Asfaltový šindel	10	Od 7°	Možnost pře- kryvání	Náchylná k poškození	Min 15
Cementovláknité desky	12-20	Od 15°	lehká	Omezená ži- votnost	Min 15
Falcovaná	5	Od 3°	Nízká hmot- nost	Omezená ži- votnost	Min 35
Hliníková	2-3	Min 5°	trvanlivost	životnost	Min 50
Titanzinková	5,08	Min 5°	odolnost		Min 50
Ocelová	5	Min 5°	j. instalace	Poškození	50-60

## 1.5 Víceúčelové materiály

V této kapitole budou materiály, které se mohou využít kdekoliv, jedná-li se o funkci dělicí, pohledovou. Bude se jednat hlavně o materiály jako je sádrokarton, sádrovláknité desky, OSB desky, cementotřískové desky.

### 1.5.1 Sádrokarton

Sádrokarton se začal používat v Evropě polovině 20. století. Sádrokartonové desky se běžně používají při stavbě interiéru. Sádrokartonové desky lze použít na příčky, předsazené konstrukce, instalační příčky, obklady stěn, podhledy a suché podlahy a jako obklady ocelových a dřevěných konstrukcí [2, 74-75].

Sádrokartonové desky jsou složeny z jádra, ze směsi sádry, buničiny a skleněných vláken a z recyklovatelné lepenky, která jádro obklopuje. Primárním materiálem sádrokartonových desek je sádra a karton. Fáze výroby sádrokartonových desek zahrnuje přípravu sádrové kaše s vhodnými přísadami a její nanesení na list papíru. Sádrová vrstva se překryje vrchní vrstvou papíru a výsledná deska se vytvrdí. Vytvrzené desky jsou nařezány na požadované rozměry a dále jsou zpracovány podle potřeby. Některé sádrokartonové desky jsou chemicky ošetřeny, aby mohly být použity ve vlhkém prostředí, pokud však ošetřeny nejsou, nelze je použít [2, 74-75].

Hlavními výhodami sádrokartonových desek je rychlost montáže, náklady na výstavbu a nehořlavost. Sádrokartonové desky jsou upevňovány pomocí šroubů na pozinkované ocelové profily a někdy i na dřevěné latě. Vzhled sádrokartonových desek lze vidět na obrázku 34 níže [2, 74-75].

Na obrázku lze vidět několik typů sádrokartonových desek. Každá barva má své využití. Pokud je sádrokartonová deska v barvě bílé, lze ji použít pro běžné konstrukce a zateplení zevnitř. Je-li barva zelená lze ji použít pro kuchyně, koupelny, WC. Pokud se jedná o barvu červenou, která má stejné využití jako barva zelená s rozdílem požární odolnosti. Každá sádrokartonová deska má na dolním okraji číslo a popis k čemu je určena, nechybí také rozměry desky [2, 75].



**Obrázek 34:** Druhy sádrokartonových desek [76].

### 1.5.2 Sádroláknité desky

Sádroláknité desky a sádrokartonové desky jsou používány pro suchou výstavbu. Suchý proces lze chápat podle omezené nebo žádné přítomnosti vody při provádění. Samotné sádroláknité desky jsou vyráběny ze směsi sádry, vody a celulózy za zvýšeného tlaku. Podíl celulózových vláken je přibližně 8-20 % [2, 74-75].

Na rozdíl od sádrokartonových desek jsou sádroláknité desky opatřeny kartonem. Sádroláknité desky jsou nejčastěji vyráběny jako impregnované. Jelikož jsou impregnované lze je použít i do vlhkých prostředích [2, 74-75].

Použití sádroláknitých desek je velmi podobné jako u sádrokartonových desek. Rozdíl je v tom, že sádroláknité desky mají lepší mechanické vlastnosti, vyšší tvrdost, houževnatost, dobře akusticky izolují a také mají vysokou požární odolnost. Nevýhodou oproti sádrokartonovým deskám je jejich obtížná manipulace. Sádroláknité desky mohou být pokryty hliníkovou folií, kobercem nebo PVC podlahou [2, 74-75].

### 1.5.3 OSB desky

OSB desky jsou velmi oblíbeným stavebním materiálem v moderním stavitelství, název OSB pochází z anglického (Oriented Strand Board), což je deska z orientovaných plochých dílců. Tento stavební materiál je vynikající pro všechny druhy použití. Často jsou využívány pro konstrukce podlah, stropů, mohou sloužit jako obklady pro dřevěné konstrukce, nebo mohou sloužit jako dočasné konstrukce, případně může sloužit jako bednění [2, 4, 77].

OSB desky jsou vyráběny z kvalitních dřevěných třísek např. borovice. Výroba desek vychází z dřevních štěpků nebo hoblin, které jsou lisovány v několika vrstvách. V horní a spodní vrstvě jsou třísky ukládány vertikálně, zatímco v jádru jsou naskládány příčně. Díky této technice je deska pevná a odolná proti poškození [2, 4, 77].

Mezi její výhody patří vysoká odolnost proti vlhkosti, vysoká těsnost, nízká deformace, snadná montáž a konstrukce, nízká hmotnost a nízká cena. Podle účelu použití lze desky rozdělit do několika skupin. Záleží na účelu, kde budou použity. Jak takové desky vypadají lze vidět na obrázku 35 [2, 4, 77].

Na tomto obrázku jsou vidět tři typy OSB desek. Jedná se o desky, které mají perodrážku nebo jsou bez perodrážky. Nejčastěji jsou používány s drážkou, ty lze vidět na pravé straně a uprostřed [2].



**Obrázek 35:** Druhy OSB desek [78].

#### **1.5.4 Cementotřískové desky**

Cementotřískové desky jsou definovány jako desky, složené z cementu, těsnících přísad a dřevěných třísek. Lze se setkat i s obchodním názvem Cetris desky. Tyto desky jsou vyráběny v různých tloušťkách od 8-40 mm. Desky na této bázi jsou často používány jak v interiéru, tak i v exteriéru. Cementotřískové desky se vyznačují svými vynikajícími vlastnostmi. Tyto desky lze použít na obklady stěn a stropů, podlahy, fasády, požární obklady, příčky [2, 79]. Jak tyto desky vypadají samostatně a jak vypadají na fasádách lze vidět na obrázcích 36 a 37.

Kromě desek se lze setkat i s cementotřískovými tvárnici. Tyto tvárnice jsou velmi přesné a jsou položeny nasucho a vyplněny betonovou směsí bez malty. Tento způsob výstavby je velmi efektivní a rychlý. Má také vynikající tepelněizolační a akumulační vlastnosti [2, 79].

Výroba cementotřískových desek spočívá v nafouknutí dřevní hmoty na požadovanou velikost. Poté se přidá cement a voda. Vzniklá hmota se rozprostře na ocelovou desku a slisuje na požadovanou tloušťku. Desky se musí vytvrdnout, po vysušení jsou ořezávány na daný rozměr. Desky mají často tvar pera a drážky [2, 79]. Na obrázku je vidět možné provedení moderní fasády na rodinných domech, tyto desky lze použít na jakékoliv stavby. Existuje několik barevných variant, na obrázku je vidět antracitová šed'. Samotné cementotřískové desky lze vidět na obrázku 37.



**Obrázek 36:** Pohled na možnou fasádu z cementotřískových desek [80].



**Obrázek 37:** Barevné provedení cementotřískových desek [81].

## 1.6 Materiálové řešení pro podlahy

V této kapitole budou rozebrány a popsány podlahy, které jsou v moderním stavitelství nejvíce využívány. Jednat se bude zejména o využití betonu, keramiky, dřeva a plastů. Na konci kapitoly lze vidět tabulku, která shrne veškeré vlastnosti daných materiálů pro podlahy.

### 1.6.1 Betonové podlahy

Betonové podlahy dobyly svět moderní architektury. Beton jako stavební materiál má širokou škálu využití. Beton lze použít jako součást podlahové konstrukce, jako roznášecí vrstvu (tvoří poklad nášlapné vrstvy) nebo nášlapnou vrstvu. Nás bude hlavně zajímat využití betonu nášlapné vrstvy [43, 82-83].

Betonová podlaha je prováděna jako litá směs, která se lije na povrch. Tento povrch pokrytý betonem může být leštěný, barevný a zvláště dekorativní [43, 82-83].

Tento typ podlahy lze instalovat v prostorách, rozlehlých místnostech. Po vylití podlahy se celý interiér stane velmi příjemným a otevřeným. Betonové podlahy lze umístit do obývacích pokojů, kuchyní a koupelen. Hlavní výhodou betonu je jeho odolnost vůči mechanickému poškození a teplotním změnám [43, 82-83].

Mezi betonové podlahy lze zařadit leštěný beton (který může být barevný podle vkusu), barevný beton (barvené hmoty a povrchy), intarzovaný beton (intarzovaná mozaika a dřevěné bloky, které lze kombinovat s libovolnými materiály), dlažební beton (pokládáný ve formě desek a dlaždic), beton s minerály (křemen, mramor), beton s dalšími minerály a beton imitující jiné materiály [43, 82-83]. Vzhled takové podlahy v interiéru lze vidět na obrázku 38.



**Obrázek 38:** Pohled na betonovou podlahu v moderním interiéru [84].

## 1.6.2 Keramické dlažby a obklady

Výroba keramických obkladů a dlažeb je obdobná jako u jiných cihlářských výrobků. Tato směs vznikne natahováním nebo lisováním při pokojové teplotě. Proces keramiky viz v kapitole 1.2.1. výše. Většina dlaždic prochází procesem konečné úpravy, nejčastěji glazováním. Keramické obklady jsou snadno udržovány, díky hladkému povrchu [1-2, 82, 85].

Keramické dlažby a obklady jsou obzvláště estetické, což je předurčuje k použití v interiéru. Keramiku lze použít jak v interiéru, tak v exteriéru. Tuto dlažbu lze použít v koupelnách, kuchyních, na chodbách, na schodištích. Na trhu je k dispozici široká škála tvarů barev a vzorů. V poslední době se objevují také obklady podobné dřevu. Na první pohled jsou těžko rozeznatelné od dřeva [82, 85]. Jak taková dlažba vypadá lze vidět na obrázku 39.



**Obrázek 39:** Keramická dlažba v imitaci dřeva [86].

### 1.6.3 Dřevěná laminátová podlaha

Dřevo, tradiční stavební materiál je používán i v dnešní moderní době. Dřevo poskytuje teplo a bezpečí. Protože dřevo je živý materiál, je třeba dbát na jeho údržbu, což není snadný úkol. Existují následující typy podlah (plovoucí vícevrstvé podlahy, masivní podlahy, parketové, vlysové a palubkové). Dřevo jako stavební materiál není vhodný do vlhkého prostředí, kde snadno a nerovnoměrně praská [79, 83, 85].

Tato část popisuje vícevrstvé dřevěné podlahy a laminátové podlahy. Vícevrstvé plovoucí dřevěné podlahy mají dvě dobré vlastnosti, nášlapná vrstva (po čem chodíme) je ze dřeva a pokládka je velmi snadná. Plovoucí podlahy se neinstalují (nepřibíjí se ani nelepí). Jednotlivé lamely podlahy jsou osazovány na pero a drážku a následně zacvaknuty do sebe. Tato vícevrstvá podlaha nevyžaduje přípravu povrchu jako je lakování nebo broušení. Tento typ podlahy se hodí do obytných místností (obývací pokoj, kuchyně, ložnice a dětský pokoj) [79, 83, 85].

Laminátová podlaha se často používá jako náhrada dřevěné podlahy, protože vydrží větší zátěž a nevykazuje takové rozdíly v opotřebení jako dřevěná podlaha. Proto jsou laminátové podlahy oblíbenější volbou. Laminátová podlaha nevyžaduje žádnou povrchovou úpravu. Pokládka laminátové podlahy je podobná pokládce vícevrstvé plovoucí podlahy [79, 83, 85].

Jednotlivé dílce jsou osazovány na pero a drážku. Jak taková skladba laminátové podlahy vypadá je na obrázku 40. Na obrázku je vidět typická skladba laminátu. Lamináty jsou skládány ze čtyř vrstev: jádro je tvořeno zpravidla lisovanou dřevovláknitou deskou, která dává značnou tuhost a tvrdost. Na tento materiál za účinku tlaku a tepla je lisován dekor a vrstva pryskyřice, díky tomu je podlaha více odolná. Možnosti ztvárnění dekoru je nekonečné, mohou mít napodobeninu dřeva nebo mramoru [79].



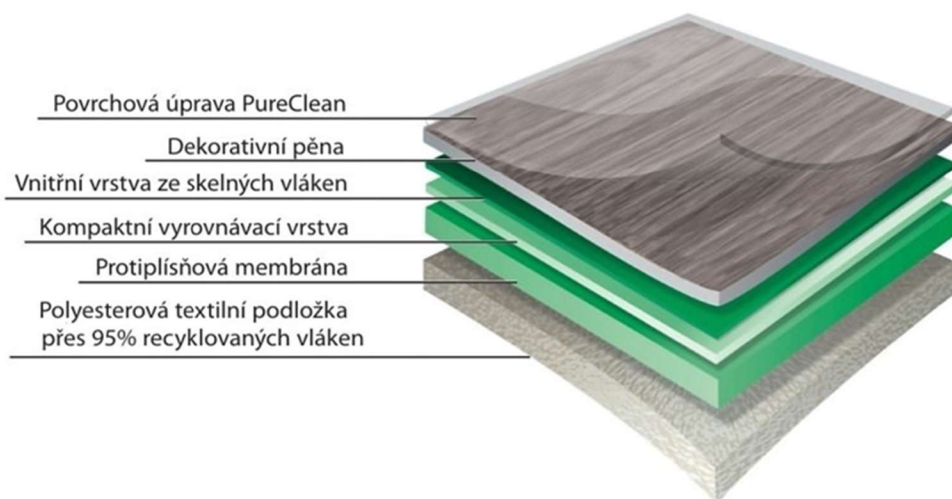
**Obrázek 40:** Názorná ukázka laminátové podlahy [87].

### 1.6.4 Podlaha z PVC

Velmi často používanou podlahovou krytinou je dnes podlaha z PVC (polyvinylchloridu), často označována jako lino. Tento podlahový materiál se prodává v rolích. Pokládka tohoto podlahového materiálu je velmi snadná a lze ji pokládat postupně na vhodný povrch [85, 88].

Podlahové krytiny z PVC lze rozdělit na heterogenní a homogenní. Heterogenní podlahy se skládají z různých materiálů v průřezu, které se skládají ze základní vrstvy, potiskové vrstvy a ochranné vrstvy [85, 88].

Naproti tomu homogenní podlahy se skládají z jednoho materiálu, který je v celé své tloušťce probarvený. Heterogenní typ je na trhu žádanější. Heterogenní podlahy mají kvalitnější silnější povrchovou vrstvu, s lepší kvalitou, což je důležité z hlediska trvanlivosti, PVC nátěry nejsou vhodné do vlhkého prostředí [85, 88]. Jak vypadá heterogenní podlaha lze vidět na obrázku 41. Také lze vidět názornou ukázkou heterogenní skladby.



**Obrázek 41:** Skladba heterogenní podlahy [89].



## 1.6.5 Vinylová podlaha

Vinylové podlahové krytiny jsou vyrobeny ze stejného syntetického materiálu, jako podlahové krytiny z PVC s přídavkem skleněných vláken. Tyto podlahové krytiny jsou dodávány po částech. A jsou k dispozici v různých barvách a strukturách [85, 88].

Níže je uvedena srovnávací tabulka podlahových krytin, která ukazuje výhody a nevýhody, vlastnosti a použití podlahových materiálů viz níže v tabulce 6.6. Jak je patrné z tabulky 6.6 každá podlaha má své výhody a nevýhody. Záleží, pro jaký účel je podlaha použita. Existuje několik kategorií, podle kterých lze vybrat ideální podlahu.

**Tabulka 6.6:** Vlastnosti daných podlah [83].

Název	Vlastnosti	Výhody	Nevýhody
Betonové podlahy	Do jakékoliv místnosti, odolný vůči vlhkosti.	Trvanlivost, odolné vůči mechanickému poškození.	Odbornost při pokládce.
Keramické dlažby a obklady	Pevnost, mrazuvzdornost, snadná údržba.	Nejuniverzálnější podlaha, podlahové vytápění.	Studená, musí se vyměnit při prasknutí.
Dřevěná laminátová podlaha	Kvalitní moderní design, velké možnosti provedení.	Snadná údržovatelnost a dlouhá životnost.	Vyšší pořizovací náklady, vznik spár.
Podlaha z PVC	Ideální pro alergiky.	Odolnost a pružnost.	Měkká nelze renovovat.
Vinylová podlaha	Velmi populární v několika podobách.	Snadná údržba, útlum kročejového hluku.	Objemové změny při teplotách.

## 2 Praktická část

V této kapitole jsme se zabývali úkolem vytvořit vzorník, který by zahrnoval různé typy materiálů používaných ve stavebnictví. Vzorník by sloužil jako užitečná podpůrná pomůcka pro studenty a učitele, kteří se chtějí dozvědět více o vlastnostech a použití různých stavebních materiálů. Vzorky byly shromážděny od různých dodavatelských společností, které se specializují na výrobu a distribuci těchto materiálů.

Vzorky byly poté pomocí vhodných nástrojů a metod rozřezány na menší kousky, aby se pohodlně vešly do dané krabice na vzorky, která byla pro tento účel vybrána. Vzorkovník byl vybrán tak, aby byl odolný a přenosný a aby ho bylo možné snadno přenášet a skladovat. Nakonec byly vzorky označeny jasnými a konzistentními štítky tak, aby byly snadno rozpoznatelné a rozlišitelné podle názvu a druhu. Příslušné fotografie 42 a 43 sehnanych materiálů níže.



**Obrázek 42:** Získané vzorky stavebních materiálů.



**Obrázek 43:** Příslušný box se vzorky stavebních materiálů.

## Diskuse a závěr

V teoretické části jsou popsány jednotlivé stavební materiály a rozříděny podle konstrukcí. Vlastnosti daných stavebních materiálů jsou uvedeny v tabulkách. Jedná se o vlastnosti fyzikální nebo mechanické. V kapitole o hydroizolačních materiálech v tabulce 1.4 byly dané hydroizolace porovnány z hlediska pevnosti v tahu, pružnosti a způsobu kladení. Nejlepší pevnost v tahu vykazuje PVC novoplast (nopová folie), která má kolem 15 MPa zároveň vykazuje nejlepší tažnost, která činí 250 %.

V kapitole o tepelně izolačních materiálech, bylo nejdůležitějším zjištěním součinitele tepelné vodivosti  $\lambda$ . Za neúčinnější tepelnou izolaci se považuje ta, která má součinitel tepelné vodivosti nižší než  $0,1 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ . V tabulce 1.5 jsou uvedeny hodnoty tepelně izolačních materiálů, většina izolačních materiálů se pohybuje kolem  $0,035\text{--}0,045 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ . Jediné pěnové sklo vykazuje hodnoty daleko vyšší. Hodnota součinitele tepelné vodivosti se pohybuje kolem  $0,038\text{--}0,049 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ . Další parametr, který je potřeba znát, zda jsou tepelné izolace nasákavé. Největší nasákavost mají izolace z polyuretanových desek, zde se uvádí kolem 5-90 %. Naproti tomu izolace z minerálních nebo čedičových vláken vykazují známky hydrofobizace. Voda zůstane akorát na povrchu izolace a zde vytvoří kapky vody.

V uvedené kapitole o betonech je uvedena tabulka 1.7, ve které jsou uvedeny hodnoty těchto vlastností: měrná hmotnost, součinitel tepelné vodivosti a pevnost v tlaku. Nejvyšší měrnou hmotnost vykazuje železobeton, jeho hodnota se pohybuje  $2000\text{--}2500 \text{ kg/m}^3$ , nejnižší objemovou hmotnost mají pěnobeton a polystyrenbeton, zde se pohybují  $300\text{--}1500 \text{ kg/m}^3$ . Zatímco pěnobeton má jednu z nejnižších objemových hmotností, za to má jednu z nejlepších tepelných vlastností. Jeho součinitel tepelné vodivosti se pohybuje od  $0,058\text{--}0,260 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ . Nejhorší hodnotu má polymerbeton, jeho hodnota činí  $10\text{--}50 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ . Ale u pevnosti v tahu jasně vede polymerbeton, zde se uvádí kolem  $50\text{--}210 \text{ MPa}$ .

Jedním z úkolů této práce je odhadnout stavební materiály, ze kterých je postaven rodinný dům „Vertigo“. V této části byly navrženy materiály, které zde mohly být použity. V kapitole o svislých nosných konstrukcích je tabulka 2.1, která uvádí přehled vlastností daných stavebních materiálů. Tato tabulka uvádí hustotu, objemovou hmotnost, součinitele tepelné vodivosti, pevnost v tlaku a nasákavost. Nejlépe si v této tabulce vede keramika, která má vysokou pevnost v tlaku, hustotu. Nejhůře si vedl materiál lehkého betonu, ten jediný má nejvyšší nasákavost, která se pohybuje kolem 60-80 %, jinak si nevede vůbec špatně.

Jelikož pro stropní konstrukce byly navrženy stejné materiály, jako pro svislé nosné konstrukce, nebyla uvedena stejná tabulka v této kapitole. Ve vybrané kapitole o střešních krytinách je uvedena tabulka, která poskytuje porovnání daných střešních krytin.

Zde porovnání spočívalo ve hmotnosti daných krytin, pro jaký sklon střechy je střešní krytina určena, jaké jsou jejich výhody a nevýhody a jak dlouho taková krytina vydrží. Z vyplývající tabulky je patrné, že nejlépe krytina je hliníková, zatímco

betonová krytina je jedna z nejtěžších. Její váha se pohybuje kolem 45-60 kg·m<sup>2</sup>. Nejhorší životnost střešních krytin je dána na 15 let, to je vidět u střech z asfaltových šindelích a u cementovláknitých desek.

Ve zbylých kapitolách jsou popsány různé materiály z různých hledisek. Převažují hlavně jejich výhody a nevýhody.

V praktické části byl vytvořen vzorník stavebních materiálů a následně roztríděn do příslušných kategorií. Příslušné stavební materiály poskytla stavební firma a taky stavebniny z jihočeského kraje. Tyto stavební materiály byly upraveny do finální podoby a vloženy do příslušného boxu. Příslušné materiály mohou posloužit studentům jako pomocná pomůcka při samostudiu.

Dílčí závěry je možné shrnout do následujících bodů:

- Byla nastudována odborná literatura zabývající se stavebními materiály.
- Byla vypracovaná rešerše v oblasti stavebních materiálů.
- Byly získány informace o daných stavebních vlastnostech z hlediska mechanických a fyzikálních.
- Byly odhadnuty materiály pro daný rodinný dům.
- Materiály byly roztríděny podle možného využití ve stavebních konstrukcích.

Byl sestaven vzorník stavebních materiálů:

- který, je vhodný pro představu daných stavebních materiálů,
- příslušný vzorník se může uplatnit jako pomocník při výuce stavebních materiálů na katedře aplikované fyziky a techniky,
- vzorník dokládá novodobé stavební materiály a jejich využití při daných stavebních konstrukcích.

Ve vzorníku lze vidět různé:

- tepelné izolace,
- hydroizolace,
- střešní krytiny,
- podlahové krytiny,
- zdící prvky,
- víceúčelové materiály,
- a také názorná ukázka slepení určitých materiálů.

## Seznam použité literatury

- [1] KOLÁŘ, Karel a Pavel REITERMAN. Stavební materiály: pro SPŠ stavební. Praha: Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-4070-6.
- [2] SVOBODA, Luboš. Stavební Hmoty. Bratislava: Java group, 2005. ISBN 80-8076-007-1.
- [3] ADÁMEK, Jiří, Bohumil NOVOTNÝ, a Jan KOUKAL. Stavební Materiály. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 1997. ISBN 80-214-0631-3.
- [4] SVOBODA, Luboš. Stavební hmoty: 4. vydání. K123.fsv.cvut.cz [online]. Praha: Jaga Group, 2018 [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://k123.fsv.cvut.cz/media/subjects/files/123SHMA/kniha-stavebni-hmoty.pdf>
- [5] Skladba asfaltového pásu. In: Stavinvest.cz [online]. Praha: STAV-INVEST, střešní systémy, s.r.o. 2009–2022, 2009 [cit. 2022-11-17]. Dostupné z: <https://www.stavinvest.cz/specialista-radi/asfaltove-pasy/>
- [6] Nopová folie. In: Levnestavebniny.cz [online]. Praha: 2005–2022 D.S.M. Praha, 2022 [cit. 2022-11-28]. Dostupné z: <https://www.levnestavebniny.cz/nopove-folie/nopove-folie/>
- [7] Rozdíl mezi EPS a XPS. In: Zanimzbudujesz.pl [online]. Varšava: beforezbudujesz.pl 2022, 2022 [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: <https://zanimzbudujesz.pl/styropian-eps-czy-xps-na-fundament/>
- [8] DĚDEK, Miloň a František VOŠICKÝ. Stavební materiály: pro 1. ročník SPŠ stavebních. Druhé, upravené. Praha: Sobotáles, 1997. ISBN 80-85920-40-9.
- [9] Polyuretanová izolační deska. In: Izosystems.cz [online]. Ostrava: Copyright © IzoSystems.cz 2022., 2022 [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: <https://izosystems.cz/49-polyuretany>
- [10] Tepelné izolace – čedičová vata. Darte.cz [online]. Praha: COPYRIGHT © DARTE S.R.O. 2022, 2022 [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: <https://www.darte.cz/tepelne-izolace/cedicova-vata>
- [11] Čedičová vlna. Izomat.cz [online]. Brno: IZOMAT stavebniny, 2022 [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: <https://www.izomat.cz/cedicova-vlna-1/>
- [12] Čedičová vlna. In: Woodcote.cz [online]. Praha: WOODCOTE GROUP, a.s., 1992 [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: <https://www.woodcote.cz/stavebniny/kamenna-cedicova-vata-rockwool>
- [13] Pěnové sklo. In: Repair.expertpro.com [online]. Praha: COPYRIGHT © 2020 REPAIR.EXPERTEXPRO, 2022 [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: <https://bit.ly/3UMUPVm>
- [14] Pur pěny. In: Chytrapena.cz [online]. Praha: Copyright © 2022 Chytrá pěna Bohemia, 2022 [cit. 2022-11-28]. Dostupné z: <https://www.chytrapena.cz/blog/pur-pena-ve-stavebnictvi-kde-vsude-se-da-vyuzit>
- [15] STEHLÍK, Michal a Vlastimil BÍLEK, Building materials. Brno: Akademické nakladatelství Cerm, s.r.o., Brno, 2003. ISBN 80-214-2544-X.

- [16] PAVLÍKOVÁ, Milena, Zbyšek PAVLÍK, a Jiří HOŠEK, Materiálové inženýrství I. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2009. ISBN 978-80-01-04263-2.
- [17] ŠČUČKA, Jiří a Petr MARTINEC. Fakulta stavební: Stavební hmoty 1 [online]. Ostrava, 2013 [cit. 2022-11-28]. Dostupné z: <https://bit.ly/3A86Rz2>
- [18] HELA Rudolf. Technologie Betonu [online]. Brno, 2005 [cit. 2022-11-28]. Dostupné z: <https://bit.ly/3ogDLux>
- [19] Polystyrenbeton. In: Naradi-hobby.cz [online]. Praha: Náradí-hobby.cz © Copyright 2015, 2015 [cit. 2022-11-28]. Dostupné z: <https://naradi-hobby.cz/vyuziti-polystyrenbetonu/>
- [20] Pórobeton. In: Bmsl.cz [online]. Boraňovice: Stavebniny Líbeznice, 2020 [cit. 2022-11-28]. Dostupné z: <https://bmsl.cz/produkt/obvodove-zdivo-porit-porobeton-p4-pdk-300x249x499-mm-30ks-pal/>
- [21] Polymerbeton. In: Bs.blog-oremonte.ru [online]. Rumunsko: Copyright © bs.blog-oremonte.ru 2021, 2021 [cit. 2022-11-28]. Dostupné z: <https://bs.blog-oremonte.ru/izgradnja/polimer-beton-karakteristike-kljucnih-materijala.html>
- [22] Keramické materiály. In: Skolasemily.cz [online]. Semily: škola Semily, 2022 [cit. 2022-10-23]. Dostupné z: <https://skolasemily.cz/PH/pdf/zed1-m02.pdf>
- [23] NETOPILOVÁ, Miroslava. Materiály: Stavební materiály. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2004. ISBN 80-86634-27-2.
- [24] Skládání cihel pomocí pěny. In: Stavba.tzb-info.cz [online]. Praha: Topinfo, 2005 [cit. 2022-10-23]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/beton-malty-omitky/19918-zimni-malty-a-zdici-pena-heluz-prodluzuji-stavebni-sezonu>
- [25] Tradiční zdění. In: Chatar-chalupar.cz [online]. Praha: Časopisy pro volný čas, 2021 [cit. 2022-10-23]. Dostupné z: <https://www.chatar-chalupar.cz/zasady-zdeni/>
- [26] PEXOVÁ, Jana. Svislé nosné konstrukce: stěny, sloupy, pilíře. In: Docplayer.cz [online]. Praha: Docplayer.cz, 2009 [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/24129293-Svisle-nosne-konstrukce.html>
- [27] Cihly dutinové vyplněné skelnou vatou. In: Stavimezcihel.cz [online]. Praha: Copyright © 2022 Stavíme z cihel, 2022 [cit. 2022-12-11]. Dostupné z: <https://www.stavimezcihel.cz/cihla-obstoji-i-bez-izolantu/>
- [28] Supertherm 49 STI. In: Azstavba.cz [online]. Praha: AZ STAVBA, 2010 [cit. 2022-10-23]. Dostupné z: <http://www.azstavba.cz/palene-heluz-drive-heluz-supertherm-cihly-tloustky-49-cm/1854-heluz-thermo-sti-49-brousena>
- [29] ČMIEL, Filip. Pozemní stavitelství I. Svislé nosné konstrukce. In: Fast10.vsb.cz [online]. Ostrava: Copyright VŠB-TU Ostrava, 2008 [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: [http://fast10.vsb.cz/perina/ps1/xpodklad/07\\_svisle\\_nosne\\_1.pdf](http://fast10.vsb.cz/perina/ps1/xpodklad/07_svisle_nosne_1.pdf)
- [30] Ytong řešení vnějšího zdiva. In: Stavebnictvi3000.cz [online]. Hradec Králové: VEGA spol. s r.o., 2022 [cit. 2022-12-11]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/venkovni-a-vnitri-omitky-ytong>

- [31] KARLÍK, Tomáš a Marek NOVOTNÝ. Základy stavitelství v kostce [online]. Nulté. Praha: A.W.A.L., 2018 [cit. 2022-12-10]. ISBN 978-80-905755-3-0. Dostupné z: <http://skola-stavarina.cz/01%20%C3%9A%20do%20stavebnictv%C3%AD.pdf>
- [32] Tvarovka Liapor. In: Fachmani.cz [online]. Praha: Copyright 2012 Prima Doma Media, 2021 [cit. 2022-12-11]. Dostupné z: <https://fachmani.cz/clanek-278786-zdici-system-liapor-oslovuje-svymi-vlastnostmi>
- [33] BÁRTOVÁ, Monika. Moderní materiály a technologie pro výstavbu a jejich vliv na tržní hodnotu [online]. Praha, 2013 [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <https://bit.ly/3GSbW1Z>
- [34] TELIEOVÁ, Lucie. MODERNÍ MATERIÁLY A KONSTRUKCE A JEJICH VLIV NA OCENĚNÍ [online]. Praha, 2010 [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <https://bit.ly/43EVEU4>
- [35] OCHOZKOVÁ, Bára. Využití masivního dřeva ve stavebnictví a architektuře obytných staveb [online]. Brno, 2017 [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <https://bit.ly/43AnQrf>
- [36] MACHÁČEK Josef. Dřevo vlastnosti dřeva. In: People.fsv.cvut.cz [online]. Praha: Copyright, 2020, 2020 [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <http://people.fsv.cvut.cz/~machacek/prednaskyNNK/NNK-11.pdf>
- [37] STRŽÍNEK, David. Moderní materiály a technologie pro výstavbu a jejich vliv na tržní hodnotu [online]. Praha, 2014 [cit. 2022-12-11]. Dostupné z: <https://bit.ly/3KMvRk1>
- [38] Sendvičová dřevěná konstrukce difúzně otevřená. In: Designovedrevostavby.cz [online]. Frenštát pod Radhoštěm: Laskavý Humor, 2017 [cit. 2022-12-11]. Dostupné z: <https://www.designovedrevostavby.cz/drevostavby/skladby-konstrukci-difuzne-otevorene-nebo-uzavrene/>
- [39] Difúzně otevřená skeletová skladba. In: Designovedrevostavby.cz [online]. Frenštát pod Radhoštěm: Laskavý Humor, 2017 [cit. 2022-12-11]. Dostupné z: <https://www.designovedrevostavby.cz/drevostavby/skladby-konstrukci-difuzne-otevorene-nebo-uzavrene/>
- [40] Systém Izodomo 2000. In: Izodomo.cz [online]. Praha: Copyright 2022 Izodomo, 2022 [cit. 2022-12-12]. Dostupné z: <https://izodomo.cz/>
- [41] Stěnový systém Izodomo. In: Izodom2000.cz [online]. Česká republika: Copyright, 2022 [cit. 2022-12-12]. Dostupné z: <https://izodom2000.cz/stenovy-system/>
- [42] Tvarovka Izodomo. In: Izodomo.cz [online]. Praha: Copyright, 2022 [cit. 2022-12-12]. Dostupné z: <https://izodomo.cz/>
- [43] HÁJEK, Petr. Pozemní stavitelství II.: pro 2. ročník SPŠ stavebních. Třetí, přepracované. Praha: Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86817-22-4.
- [44] Hurdisky s šikmými a kolmými čely. In: Stavba.tzb-info.cz [online]. Praha: Topinfo, 2010 [cit. 2022-10-23]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/stropy/11268-dobra-rada-iv-reseni-stropu>

- [45] Vložky Miako s nosníky pohled na strop. In: Stavba.tzb-info.cz [online]. Praha: Topinfo, 2010 [cit. 2022-10-23]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/stropy/9388-navrat-keramickych-stropu-z-hodonina>
- [46] Uložení keramických překladů. In: Svepomoci.cz [online]. Praha: Stavební postupy, 2022 [cit. 2022-10-25]. Dostupné z: <https://www.svepomoci.cz/clanek/2975-video-preklady-porotherm-nad-okna-a-dvere>
- [47] Betonové skládané panely. In: Adoc.pub/betonové-skládané-stropní-panely [online]. Praha: Copyright © 2023 ADOC.PUB., 2023 [cit. 2023-01-07]. Dostupné z: <https://adoc.pub/betonove-skladane-stropni-panely-bssp-vic-ne-jen-stropy.html>
- [48] BSSP. In: Docplayer.cz [online]. Praha: 2023 © DocPlayer.cz, 2023 [cit. 2023-01-07]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/10548230-Betonove-skladane-stropni-panely-bssp-vic-nez-jen-stropy.html>
- [49] Betonové stropní konstrukce či skládané stropní panely? In: Ceskestavby.cz [online]. České Budějovice: Petr Pojar, 2008 [cit. 2023-01-07]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/betonove-stropni-konstrukce-ci-skladane-stropni-panely-5119.html>
- [50] Stropní konstrukce BSSP – snadné a efektivní řešení pro každou stavbu. In: Stavebnictvi3000.cz [online]. Hradec Králové: Vega spol, 2009 [cit. 2023-01-07]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/betonove-konstrukce-bssp-snadne-a-efektivni-reseni-pro-kazdou-stavbu>
- [51] Stropní konstrukce BSSP – snadné a efektivní řešení pro každou stavbu. In: Stavebnictvi3000.cz [online]. Hradec Králové: Vega spol, 2009 [cit. 2023-01-07]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/betonove-konstrukce-bssp-snadne-a-efektivni-reseni-pro-kazdou-stavbu>
- [52] Stropní konstrukce BSSP. In: Stavebnictvi3000.cz [online]. Hradec Králové: Vega spol, 2009 [cit. 2023-01-07]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/betonove-konstrukce-bssp-snadne-a-efektivni-reseni-pro-kazdou-stavbu>
- [53] Betonové stropní nosníky. In: Linbergbeton.cz [online]. Praha: Linberg Beton, 2017 [cit. 2023-01-07]. Dostupné z: <http://www.linbergbeton.cz/nabizime/stropni-systemy.html?tpl=betonove-stropni-nosniky>
- [54] KOŽELOUH, Bohumil. Dřevěné stropy. In: Stavba.tzb-info.cz [online]. Brno: Copyright Topinfo, 2014 [cit. 2023-01-09]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/drevene-konstrukce/11805-drevene-stropy>
- [55] Dřevěné stropy. In: Asb-portal.cz [online]. Praha: Jaga Media, 2008 [cit. 2023-01-09]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/strop-a-podlaha/stropni-system/drevene-stropy>
- [56] Využití dřeva jako suroviny v dřevařské výrobě. In: Drevostavebniportal-popularizace.msdk.cz [online]. Ostrava: Moravskoslezský dřevařský klastr, 2009 [cit. 2023-01-09]. Dostupné z: <http://drevostavebniportal-popularizace.msdk.cz/zajimavosti-ze-sveta-dreva/vyuziti-dreva/>



- [57] Trámový dřevěný strop. In: Venkovskydum.cz [online]. Praha: Venkovský dům, 2022 [cit. 2023-01-09]. Dostupné z: <https://venkovskydum.cz/druhy-stropu/>
- [58] Fošnový dřevěný strop. In: Venkovskydum.cz [online]. Praha: Venkovský dům, 2022 [cit. 2023-01-09]. Dostupné z: <https://venkovskydum.cz/druhy-stropu/>
- [59] KHAN, Yuliya. Dřevobetonové stropy [online]. Praha, 2019 [cit. 2023-01-09]. Dostupné z: <https://bit.ly/3ok4zKy>
- [60] MARYČKA, Lukáš. Betonová krytina na šikmé střeše z pohledu tradice a dneška [online]. České Budějovice, 2017 [cit. 2023-01-09]. Dostupné z: <https://bit.ly/3A3sosF>
- [61] Novodobá taška Tegalit. In: Bramac.cz [online]. Praha: Bramac, 2021 [cit. 2023-01-09]. Dostupné z: <https://www.bramac.cz/produkty/betonove-tasky/tegalit>
- [62] Tegalit betonová střešní taška. In: Bramac.cz [online]. Praha: Bramac, 2021 [cit. 2023-01-09]. Dostupné z: <https://www.bramac.cz/produkty/betonove-tasky/tegalit>
- [63] KRATOCHVÍL, Tomáš. Keramická krytina na šikmé střeše z pohledu tradice a dneška [online]. České Budějovice, 2017 [cit. 2023-01-09]. Dostupné z: <https://bit.ly/3mLEYtp>
- [64] Pálená střešní krytina. In: Eshop.stavinvest.cz [online]. Praha: Stav Invest, střešní systémy, 2023 [cit. 2023-01-09]. Dostupné z: <https://eshop.stavinvest.cz/stresni-krytina-walther-w6v-zakladni-antracitove-cerna-engoba-palena/>
- [65] Střešní krytina Walther W6v základní / antracitově černá engoba, pálená. In: Eshop.stavinvest.cz [online]. Praha: Stav Invest, střešní systémy, 2023 [cit. 2023-01-09]. Dostupné z: <https://eshop.stavinvest.cz/stresni-krytina-walther-w6v-zakladni-antracitove-cerna-engoba-palena/>
- [66] Asfaltové šindele, oxidované. In: Krytiny-strechy.cz [online]. Praha: Copyright, 2008 [cit. 2023-01-14]. Dostupné z: <https://www.krytiny-strechy.cz/katalog/bitumenove-stresni-sindele/>
- [67] Skladba střešního pláště pomocí asfaltových šindelů. In: Izolinka.cz [online]. Doudleby nad Orlicí: Charvát, 2023 [cit. 2023-01-14]. Dostupné z: <https://www.izolinka.cz/jak-polozit-stresni-sindel/>
- [68] Asfaltové šindele. In: Eshop.orlibit.cz [online]. Osík u Litomyše: Orlibit, 2023 [cit. 2023-01-14]. Dostupné z: [https://eshop.orlibit.cz/ASFALTOVE-SINDELE-c1\\_0\\_1.htm](https://eshop.orlibit.cz/ASFALTOVE-SINDELE-c1_0_1.htm)
- [69] Vláknocementová střešní krytina – popis a pokládka eternitu. In: Krytiny-strechy.cz [online]. Praha: Copyright, 2013 [cit. 2023-01-14]. Dostupné z: <https://bit.ly/3UIhWAl>
- [70] CEMBRIT RHOMBUS Vláknocementová střešní krytina Černá. In: Kuplik.cz [online]. Praha: Kuplik.cz, 2022 [cit. 2023-01-14]. Dostupné z: <https://www.kuplik.cz/vyrobek/cembrit-rhombus-vlaknocementova-stresni-krytina-cerna-01540616/>

- [71] ČADOVÁ, Žaneta. Realizace hliníkových střešních krytin [online]. Praha, 2021 [cit. 2023-01-27]. Dostupné z: <https://bit.ly/43J8GQh>. Bakalářská práce. ČVUT fakulta stavební, katedra technologie staveb. Vedoucí práce Pavel Svoboda,
- [72] KOPTA, Pavel a Jana JANOUŠKOVÁ. Šikmé střechy [online]. Praha: Grada Publishing, 2012 [cit. 2023-01-27]. ISBN 978-80-247-8229-4. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=YdgFCMeIuagC&printsec=front-cover#v=onepage&q&f=false>
- [73] Falcované střešní krytiny. In: Fachmani.cz [online]. Praha: Prima Doma Media a FTV Prima, 2020 [cit. 2023-01-27]. Dostupné z: <https://fachmani.cz/clanek-276453-falcovane-stresni-krytiny-jsou-osvedcenou-volbou-kttera-vas-nezklame>
- [74] STAROSTA, Jakub. Zpracování obecného postupu provádění sádrokartonových konstrukcí s ohledem na nejčastější vady během provádění [online]. Praha, 2019 [cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <https://bit.ly/3UK4oUW> Diplomová práce. ČVUT fakulta stavební, katedra technologie staveb. Vedoucí práce Lenka Veselá.
- [75] KUBEČKOVÁ, Darja a Marcela HALÍŘOVÁ. Konstrukce ze sádrokartonu [online]. Praha: Grada Publishing, 2012 [cit. 2023-01-29]. ISBN 978-80-247-7881-5. Dostupné z: [konstrukce\\_ze\\_sadrokartonu\\_ukazka.pdf](#)
- [76] Sádrokartonové desky. In: Rigips.cz [online]. Praha: Saint-Gobain Construction Products CZ, 2022 [cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <https://www.rigips.cz/jak-na-sadrokarton>
- [77] OSB desky – k čemu slouží a jak se vyrábí. In: Chytre-bydlení.cz [online]. Brno: Dobrý kontakt, 2008 [cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <https://www.chytre-bydleni.cz/rekonstrukce/osb-desky-k-cemu-slouzi-a-jak-se-vyrabi>
- [78] OSB desky bez a s perodrážkou. In: Stavebni-vzdelani.cz [online]. Praha: Stavební vzdělání, 2013 [cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <https://www.stavebni-vzdelani.cz/osb-desky-bez-a-s-perodrazkou/>
- [79] PROVÁZEK, Jan a Martin GLOS. Deskové materiály v dřevostavbách. In: Drevostavebniportal-popularizace.msdk.cz [online]. Moravskoslezský kraj: Moravskoslezský dřevařský klastr, 2001 [cit. 2023-02-06]. Dostupné z: <http://drevostavebniportal-popularizace.msdk.cz/files/Deskove-materialy-v-drevostavbach.pdf>
- [80] Cementotřískové desky Cetrís. In: Cetrís.Imcore.cz [online]. Kladno: LM Core, 2021 [cit. 2023-02-06]. Dostupné z: <https://cetris.imcore.cz/galerie-cetris-desky-v-praxi/?v=928568b84963>
- [81] Cementotřískové desky, barevné provedení. In: Fachmani.cz [online]. Praha: Prima Doma Media a FTV Prima, 2021 [cit. 2023-02-06]. Dostupné z: <https://fachmani.cz/clanek-15717-nova-cementotriskova-deska-lasur>
- [82] STEINER, Ladislav. Podlahy: Konstrukce, skladby, opravy. Praha: Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-1242-3.

- [83] LIVOLSI, Elisabeth. Moderní bydlení design a tvorba: Podlahy. Praha: Kateřina Kyselá, Lenka Potužníková, Marie Zelinová, 2008. ISBN 978-80-255-0026-2.
- [84] Betonová podlaha v interiéru. In: Archiweb.cz [online]. Praha: Archiweb, 2023 [cit. 2023-02-06]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/n/press/sterky-a-betonove-podlahy-v-modernim-interieru>
- [85] RŮŽIČKOVÁ, Gisela a Sylva SVOBODOVÁ. Podlahy materiály, výběr, údržba: druhy krytin, doporučené použití, pokládka, ošetřování. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0525-7.
- [86] Keramická dlažba v imitaci dřeva. In: Mujdum.cz [online]. Praha: Copyright mujDum.cz, 2023 [cit. 2023-02-06]. Dostupné z: <https://www.mujdum.co/obraz/37-nejchladnejsi-obrazek-z-koupelny-imitace-dreva/>
- [87] Laminátová podlaha. In: Eamadeo.cz [online]. Plzeň: Amadeo Holding, 2022 [cit. 2023-02-06]. Dostupné z: <https://www.eamadeo.cz/co-je-plovouci-podlaha>
- [88] Základní druhy podlah. In: Vpodlahy.cz [online]. Vsetín: V-PODLAHY, 2023 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.vpodlahy.cz/jak-si-vybrat-podlahu-1-dil-zakladni-druhy-podlah>
- [89] Skladba heterogenní podlahy z PVC. In: Dvere-interiery.cz [online]. Brno: Dveře a podlahy Brno, 2023 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.dvere-interiery.cz/podlahy/podlahy-pvc-2/>