

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STAVEBNÍ**



**DISERTAČNÍ
PRÁCE**

2019

**RADEK
ZAHRÁDKA**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta stavební
Katedra architektury K129**

**Progresivní stavební materiály a jejich využití
pro konstrukce industriálních objektů
od 2. poloviny 18. století do začátku 20. století**

**Progressive building materials and their use for construction
of industrial buildings from the second half of the 18th century
to the beginning of the 20th century**

DISERTAČNÍ PRÁCE

Ing. Radek Zahrádka

Doktorský studijní program: P3502 - Architektura a stavitelství

Studijní obor: 3501V013 - Trvale udržitelný rozvoj a průmyslové dědictví

Školitel: prof. Ing. arch. Tomáš Šenberger

Praha, 2019



PROHLÁŠENÍ

Jméno doktoranda:

Ing. Radek Zahrádka

Název disertační práce:

Progresivní stavební materiály a jejich využití pro konstrukce industriálních objektů
od 2. poloviny 18. století do začátku 20. století

Prohlašuji, že jsem uvedenou disertační práci vypracoval/a samostatně pod vedením
školitele prof. Ing. arch. Tomáše Šenbergera.

Použitou literaturu a další materiály uvádím v seznamu použité literatury.

V Praze dne 29.11.2019

.....
podpis

Poděkování

Děkuji všem, kteří mě při mém výzkumu a zpracování předkládané práce podpořili radou i konkrétní pomocí. Především pak svému školiteli prof. Ing.arch. Tomáši Šenbergerovi za trpělivost, odborné vedení a nepřeborné množství cenných rad, podnětů a připomínek, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.

Abstrakt

Předkládaná doktorská disertační práce si klade za cíl zmapování a shrnutí vývoje historických stavebních konstrukcí a konstrukčních řešení a jejich postupné zavádění při výstavbě průmyslových budov v časovém období od 2. poloviny 18. století do začátku 20. století, tedy v období průmyslové revoluce a jejího doznívání. Následované doložením prvních využití nových pokrokových stavebních materiálů a z nich tvořených konstrukcí při výstavbě průmyslových budov jako předobraz dalšího masivního využití těchto nových stavebních materiálů a konstrukcí v architektuře. Podporované základním zmapováním a shrnutím vývoje, výroby a způsobu zpracování nových stavebních materiálů.

Klíčová slova

Stavební materiály, stavební konstrukce, vývoj, výroba, využití stavebního materiálu nebo konstrukce, železo, litina, ocel, hydraulická pojiva, beton, železobeton.

Abstract

The aim of this doctoral thesis is to map and summarize the development of historical building structures and construction solutions and their gradual implementation in the construction of industrial buildings in the period from the second half of the 18th century to the beginning of the 20th century. This is followed by the demonstration of the first uses of new advanced building materials and structures made of them in the construction of industrial buildings as a model of the further massive use of these new building materials and structures in architecture. Supported by a basic mapping and summary of the development, production and processing of new building materials.

Keywords

Building materials, building constructions, development, production, use of building materials or constructions, iron, cast iron, steel, hydraulic binders, concrete, reinforced concrete.

Definice základních použitých pojmů

Stavební materiál – látka s vhodnými vlastnostmi využívaná ve stavebnictví k výstavbě. V našem případě pak především železo, litina, ocel, hydraulická pojiva, beton, železobeton.

Stavební konstrukce – konstrukční prvek nebo soubor konstrukčních prvků využitých při výstavbě, tvořený jedním nebo více stavebními materiály.

Vývoj – soustavný proces, jehož cílem je na základě předchozích zkušeností, plánů a chyb vyvíjet dokonalejší a lepší verze, v našem případě především stavebního materiálu.

Výroba – činnost při, které se vstupy tzn. výrobní zdroje přetváří na výstupy, tedy výrobky nebo polotovary, v našem případě vztaženo pak především na stavební materiál.

Využití (stavebního materiálu nebo konstrukce) – zařazení stavebního materiálu nebo konstrukce do procesu výstavby.

Železo – jako surové železo je výrobek vysoké pece určený pro další zpracování. Šedé surové železo je určené pro slévání, bílé ke zkujňování, další alternativou je polovičaté železo, které je svými vlastnostmi a složením na pomezí šedého a bílého železa.

Litina – jedná se nejprve šedé surové železo odlité přímo z pece do připravených pískových forem, následně přetavené v kelímcích, pálacích pecích nebo kuplovnách. Výsledný produkt po přetavení – litina se dělí na litinu strojní (určenou pro další opracování), litinu stavební a litinu uměleckou.

Ocel – slitina železa, uhlíku a dalších legujících prvků, vyráběná v ocelárně za využití metalurgického postupu získáváním ze surového železa, odstraňováním přebytečného uhlíku a dalších nežádoucích prvků a příměsí.

Hydraulická pojiva – v našem případě umělá hydraulická pojiva vyrobená pálením vápencových surovin a vhodných příměsí za účelem získání zprvu umělého hydraulického vápna, později cementu různých typů a vlastností. Hlavní schopností hydraulického pojiva je tuhnutí a schopnost vázat a stmelovat další materiály dohromady v jeden celek.

Beton – kompozitní stavební materiál sestávající se z pojiva (cementu) a plniva (kameniva různých frakcí) a záměsové vody.

Železobeton – dříve také někdy nazývaný železový beton, je kompozitní stavební materiál tvořený především betonem a ocelovou nebo dříve železnou výztuží, určený převážně pro stavební účely pro realizaci konstrukčních monolitických nebo prefabrikovaných prvků.

OBSAH:

1	ÚVOD.....	10
2	CÍL PRÁCE A METODY VÝZKUMU	11
	Cíl doktorské disertační práce	11
	Použité metody výzkumu	11
	Hypotéza výzkumu a doktorské disertační práce.....	12
3	SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	13
4	VÝVOJ A VÝROBA NOVÝCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ V OBDOBÍ OD 2. POLOVINY 18. STOLETÍ DO ZAČÁTKU 20. STOLETÍ.....	14
4.1	Začátky výroby průmyslově vyráběného železa, litiny a oceli	14
4.1.1	Vývoj prvních železáren.....	14
4.1.2	Začátky výroby průmyslově vyráběného železo a litiny	15
4.1.3	Začátky výroby průmyslově vyráběné oceli	16
4.2	Historie vzniku a výroby průmyslově vyráběného cementu, betonu a železobetonu	18
4.2.1	Počáteční podmínky, vývoj a začátky výroby hydraulických pojiv.....	18
4.2.2	Počátky a vývoj betonu a železobetonu.....	19
5	VÝVOJ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ A KONSTRUKČNÍCH ŘEŠENÍ A JEJICH ZAVÁDĚNÍ PŘI VÝSTAVBĚ INDUSTRIÁLNÍCH OBJEKTŮ V OBDOBÍ OD 2. POLOVINY 18. STOLETÍ DO ZAČÁTKU 20. STOLETÍ.....	22
5.1	Vývoj, konstrukční řešení a zavádění železných, litinových a ocelových konstrukcí při výstavbě	24
5.1.1	Železné, litinové a ocelové konstrukce v prostředí okolních ekonomicky a technicky vyspělých států Evropy	24
5.1.2	Železné, litinové a ocelové konstrukce v prostředí českých zemí	30

5.2	Vývoj, konstrukční řešení a zavádění betonových a železobetonových konstrukcí při výstavbě.....	34
5.2.1	Betonové a železobetonové konstrukce v prostředí okolních ekonomicky a technicky vyspělých států Evropy.....	34
5.2.2	Betonové a železobetonové konstrukce v prostředí českých zemí.....	37
5.3	Shrnutí vývoje použitých konstrukcí při výstavbě industriálních objektů v řešeném období.....	41
6	HODNOCENÍ, PRŮZKUMY A PAMÁTKOVÁ OCHRANA INDUSTRIÁLNÍCH OBJEKTŮ PRŮMYSLOVÉHO DĚDICTVÍ.....	47
6.1	Výchozí stav.....	47
6.2	Hodnocení stavebních materiálů, konstrukcí a prvků používaných při výstavbě industriálních objektů průmyslového dědictví z pohledu jejich životnosti a únosnosti.....	47
6.3	Průzkumy a památková ochrana industriálních objektů průmyslového dědictví	54
7	ZÁVĚR.....	58
7.1	Shrnutí zjištění a závěrů disertační práce.....	58
7.2	Přínos disertační práce.....	58
	SOUPIS PRAMENŮ POUŽITÝCH PRO DISERTAČNÍ PRÁCI	60
	Použitá literatura a periodika	60
	Další použité zdroje a prameny	62

1 ÚVOD

Změny na Evropském kontinentu koncem 18. století a nástup průmyslové revoluce měly ve svém důsledku za následek potřebu zvýšení a zkvalitnění produkce výrobků a materiálů. Dochází tak ke zrychlujícímu se přechodu od feudální výroby k výrobě nejprve manufakturní a následně tovární. K tomu značně přispívají vynálezy nových typů pohonných a výrobních strojů. Postupné využívání všech vynálezů, objevů a technických zjištění se projevuje i v narůstajícím tempu jejich uplatnění. Na přelomu 19. a 20. století tak dochází k největšímu technickému i hospodářskému rozmachu.

Nebývalý růst výroby tak zapříčinil nejenom narůstající, zvyšující se rychlost výstavby průmyslových budov, továren a areálů, ale souběžně umožnil i rychlý rozvoj měst a vznik nových městských čtvrtí. S rozmachem průmyslové výroby přichází i potřeba výstavby nové dopravní infrastruktury, kancelářských a obchodních budov, i občanské vybavenosti.

Se zvyšující se výrobou a výstavbou souvisí i zvýšená poptávka po stavebních materiálech. Potřeba stavět a budovat ve spojení i s mechanizací výroby stavebních materiálů postupně zapříčinila snížení cen a zvýšení dostupnosti nových materiálů. Hlavní úlohu při výstavbě výrobních provozů, nájemních domů, ale i zázemí nejprve plní tradiční materiály jako dřevo, kámen, cihly, postupně se ale prosazují na tu dobu moderní materiály, především litina, železo, ocel, beton a železobeton.

Popisované změny, které odstartovaly průmyslovou revoluci, se tak výrazně projevily v nerostné těžbě, železářství, hutnictví i výrobě a zpracování hydraulických pojiv. Výroba a produkce železa, později oceli a následně i betonu, procházela historickým vývojem, byla postupně zdokonalována a po celou dobu považována za měřítko ekonomické vyspělosti.

Předkládaná doktorská disertační práce se proto zaměřuje na tyto nové progresivní stavební materiály používané v období od 2. poloviny 18. století do začátku 20. století. V úvodu popisuje jejich objev, vývoj, historii způsobů výroby a především pak první příklady jejich použití při výstavbě průmyslových staveb jako předobraz dalšího masivního využití těchto nových progresivních stavebních materiálů a konstrukcí v architektuře.

2 CÍL PRÁCE A METODY VÝZKUMU

Cíl doktorské disertační práce

Cílem předkládané doktorské disertační práce je předložení nového pohledu na téma průmyslového dědictví z úhlu vývoje a využití nových progresivních stavebních materiálů a konstrukcí zaváděných ve výstavbě v období průmyslové revoluce, tedy v období od 2. poloviny 18. století do začátku 20. století. A vyzdvižení jejich přínosu na další vývoj architektury.

Především tedy:

Základní popis a shrnutí vývoje, výroby a způsobu zpracování nových progresivních stavebních materiálů v řešeném časovém období.

Zmapování vývoje historických stavebních konstrukcí a konstrukčních řešení a jejich postupné zavádění při výstavbě v řešeném časovém období.

Doložení prvního použití nových pokrokových, progresivních stavebních materiálů a z nich tvořených konstrukcí při výstavbě průmyslových budov jako předobraz dalšího masivního využití těchto nových stavebních materiálů a konstrukcí v architektuře.

Použité metody výzkumu

Předkládaná doktorská disertační práce je ve svém základu dělena na dvě roviny.

V teoretické části shrnuji vývoj, výrobu a způsobu zpracování nových stavebních materiálů. A mapuji vývoj historických stavebních konstrukcí a konstrukčních řešení ve výstavbě v řešeném časovém období od 2. poloviny 18. století do začátku 20. století.

V analytické části dokládám první použití nových stavebních materiálů a z nich tvořených konstrukcí při výstavbě průmyslových budov v řešeném časovém období od 2. poloviny 18. století do začátku 20. století, tedy v období průmyslové revoluce a jejího doznívání, před následným běžným využitím těchto nových stavebních materiálů a konstrukcí v architektuře. Věnuji se tak

představení a přehlednému srovnání konkrétních staveb, při jejichž výstavbě byly tyto materiály poprvé použity a to včetně základního popisu jednotlivých konstrukčních řešení, typu stavebních konstrukcí a jejich funkce.

Obsah práce v závěru doplňuje úvod do hodnocení, průzkumů a památkové ochrany těchto objektů průmyslového dědictví.

Hypotéza výzkumu a doktorské disertační práce

Zpracované téma si klade za cíl ověření hypotézy: **„Inovace v průmyslu a v průmyslové výstavbě vedly k inovacím ve výrobě a následnému použití nových stavebních materiálů a konstrukcí. Nové materiály a konstrukce tak byly navrhovány, zkoušeny a prováděny nejprve při výstavbě průmyslových staveb a poté následně běžně použity v architektuře“**.

3 SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

V současné době dochází k výraznému navýšení povědomí o řešené problematice období od 2. poloviny 18. století do začátku 20. století, tedy období průmyslové revoluce a souvisejícího odkazu průmyslového dědictví. O vývoji a provádění v té době nových konstrukčních materiálů, konstrukčních prvků a způsobu výstavby především průmyslových staveb jsou zdroje známi, avšak ve větší míře prozatím roztříštěny. Srovnání s ostatní architekturou řešeného období ve vztahu k průmyslovým stavbám pak chybí téměř úplně.

Konstrukce průmyslových staveb procházely v řešeném časovém období, výraznými změnami. Tyto změny byly dány především:

- **vývojem ve zpracování vstupních surovina a samotných výrobních postupů**
- **úpravou požadavků na funkci výrobních staveb**
- **obměnou k výstavbě používaných materiálů, zapříčiněnou jejich soustavným vývojem a zdokonalováním**

Na vývoji konstrukčního řešení průmyslových staveb tak můžeme zároveň pozorovat jejich přerod z výroby manufakturní na velkovýrobu tovární, tak i vývoj používaných stavebních materiálů, konstrukcí a jejich prvků.

Kdy cílem bylo především hledání **nejvhodnějšího typu, tvaru a technického provedení budov odpovídající zamýšlené výrobě a zároveň splňujících vhodné podmínky této výroby**.

Postupně **byly prvně formulovány zásady požární bezpečnosti a kvality vnitřního prostředí**, tedy vhodného větrání, osvětlení či hygieny, především pak s ohledem na výrobní požadavky používaných technologií a produkované výrobky.

4 VÝVOJ A VÝROBA NOVÝCH STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ V OBDOBÍ OD 2. POLOVINY 18. STOLETÍ DO ZAČÁTKU 20. STOLETÍ

4.1 Začátky výroby průmyslově vyráběného železa, litiny a oceli

4.1.1 Vývoj prvních železáren

Běžná česká dřevouhelná železárna z první poloviny 19. století měla jednu nebo více vysokých pecí a zkujňovacích výhní. Hlavní částí železárnny byla vždy šachtová redukční vysoká pec, která byla z důvodu zamezení ztráty tepla obezděna několik metrů tlustým zdivem. Její profil se vždy přizpůsoboval vlastnostem tavené rudy a používaného dřevěného uhlí. Pro rozměry vysoké pece a její kapacitu bylo rozhodující množství vháněného větru a kvalita železné rudy. Dmychadla pro vhánění větru a jejich typy se postupně vyvíjely. Asi nejvýznamnější změnou bylo použití válcových dmychadel a následně pak předem ohřivaného větru.

Princip šachtové redukční vysoké pece spočíval v uvolňování kysličníku uhelnatého při spalování dřevěného uhlí, kterým byla postupně redukována železná ruda. K redukci docházelo při různých teplotách, které závisely především na vlastnostech použité železné rudy. Redukce byla urychlována postupným zvyšováním teploty a probíhala nejvíce v rozmezí 700 až 850°C. Redukcí vznikala kovová houba, přijímající uhlík, a tím docházelo k poklesu jejího bodu tání s výsledným roztavením železa.

Vysokou pec jako hlavní technologickou součást železárnny pak dále doplňoval buchar a válcovna.

První železárnny byly manufakturami, které nevyráběly pouze surové železo, litinu a kujné železo, ale většinou i koncové výrobky od drobných předmětů denní potřeby až po nářadí a náčiní.

Manufakturní ráz dřevouhelných železáren se příliš nezměnil až do doby jejich zániku v 60. až 70. letech 19. století, kdy byly definitivně nahrazeny železárnami s koksovými vysokými pecemi. Koksové vysoké pece byly zprvu

téměř totožné s pecemi na dřevěné uhlí a pouze se v nich jako palivo používalo koks, při výrobě tak nemohlo být dosaženo větších změn. Takovými pecemi byly například již v letech 1836 a 1838 dvě koksové vysoké pece založené ve Vítkovicích nebo šest kladenských koksových pecích postavených v 50. letech 19. století. Nová technologie koksových vysokých pecí byla realizována až v letech 1855 a 1856, v kladenských železárnách, kde byly postaveny dvě koksové pece belgického typu a následně další čtyři roku 1860.

Dalším vývojovým stupněm pak byla koksová vysoká pec skotského typu, vybudovaná roku 1872 ve Vítkovicích. Zde pak byla roku 1866 spuštěna výroba plávkové oceli besemerováním, která i u nás odstartovala novou kapitolu v železářství.

4.1.2 Začátky výroby průmyslově vyráběného železo a litiny

Vyrobené železo se rozdělovalo na šedé surové železo, které bylo určeno pro slévání, bílé železo určené ke zkujňování a polovičaté železo, které bylo svými vlastnostmi a složením na pomezí šedého a bílého železa. Výsledným produktem vysoké pece bylo surové železo o vysokém obsahu uhlíku až 6 %.

Odlévání šedého surového železa se provádělo rovnou z pece do připravených pískových forem umístěných přímo v půdě hutě. Takto se odlévaly hlavně potřeby pro hutě např. kladiva, kovadliny, litinové desky atp. Nebo bylo surové železo dále přetavováno pro následné další použití. Přetavování se provádělo v kelímcích, v pálacích pecích nebo v kuplovnách. Pálací pece se začali používat k přetavování litiny nejprve v Anglii, a to od druhé poloviny 18. století, ale nebyly příliš úspěšné. Nejvhodnější způsob přetavování byl tak v kuplovnách. Obvyklý obsah kelímků byl 40 kg železa, teprve až v 80. letech se podařilo zkonstruovat pojízdnou pec s jedním kelímkem o obsahu 300 kg. Kuplovna byla šachtová pec kruhového průřezu o průměru 0,5 až 1 m, vysoká 4 až 6,5 m. Zásyp, tedy směs tavených surovin, tvořilo surové železo, doplněné případně navíc i o staré železo, dále pak koks a vápenec. Do pece se dmýchal studený nebo málo teplý vítr. Výsledný produkt – litina se vypouštěla otvorem u dna. Litina se dělila na litinu strojní (která se dále opracovávala), litinu stavební a litinu uměleckou (sochy, kříže pomníky, atp.).

Bílé surové železo bylo určeno ke zkujňování. Zpočátku se používal postup zkujňování ve zkujňovací výhni. Zkujňovací výhně, byly umístěny v samostatně umístěných objektech, které se podle výsledných výrobků nazývaly tyčové hamry. Každý hamr obsahoval většinou dvě výhně a skladiště uhlí. Výheň měla vždy buchar a dmychadlo. Buchary se používaly většinou nadhazovacího typu, dále pak také chvostové nebo štyrské. K pohonu bucharů se používalo vodní kolo roztáčené vodou přivedenou náhonem.

V roce 1784 objevil Henry Cort proces nazývaný pudlování. Při tomto procesu bylo surové železo vyrobené v koksových vysokých pecích mícháno v mělké pánvi nístěji, která byla zespodu zahřívána, tak dlouho dokud se z lázně vylučovaly tuhé kousky kujného železa. Ty se pak po vyjmutí dále kovářsky buchary zpracovávaly. Princip tohoto procesu byl jednoduchý, plamen nejprve železo roztavil a vzdušný kyslík ho následně zbavil uhlíku. Tímto procesem se podařilo roku 1856 v Karlově huti ve Slezsku vyrobit první svářkovou ocel. Velký obsah zaválcované strusky ve svářkové oceli však způsoboval vrstevnatost materiálu.

4.1.3 Začátky výroby průmyslově vyráběné oceli

Postupně s rozvojem znalostí o chemických pochodech, byla na počátku 19. století vysvětlena úloha uhlíku v oceli a 17. října 1855 patentoval anglický vynálezce Henry Bessemer svůj konvertor, sklopnou hruškovitou nádobu. Princip výroby spočíval v tom, že do oceli roztavené v kelímku byl dmýchán trubkou vzduch a při vzniklé oxidaci se uvolňovalo kromě uhlíku i značné množství tepla, které udrželo ocel v roztaveném stavu. Tímto postupem tak vznikla první plávková ocel, tedy ocel vyráběná v tekutém stavu při teplotách 1600 až 1800°C.

První pokusy s bessemerováním byly prováděny v kladenských hutích v letech 1862 až 1863, avšak neprobíhaly úspěšně. První funkční hutí toho typu se stala Vítkovická Bessemerova huť, která byla zprovozněná roku 1866. Druhou pak roku 1872 válcovna v Teplicích. Nevýhodou tohoto způsobu výroby byl nedostatek surového železa nebo rudy s nízkým obsahem fosforu v českých zemích, které tak musely být dováženy. Poslední huť tohoto typu byla postavena

roku 1875 v Kladně. Následně bylo od výroby bessemerováním v českých zemích upuštěno.

Dalším možným způsobem výroby plávkové oceli byl Thomasův způsob, objevený roku 1878. Zkušebně byl využíván ve Vítkovicích a Kladně od roku 1879. Kladenské pokusy však nebyly na rozdíl od vítkovických úspěšné, zde byl pak Thomasův způsob výroby plávkové oceli v konvektorech uveden do provozu. Tento způsob tak nahradil pudlování i bessemerování. Poslední Thomasovou ocelárnou postavenou v českých zemích byla ocelárna postavená roku 1896 v Králově Dvoře.

Výsledkem spojení získaných zkušeností s výrobou pudlováním a v konvertorech byl roku 1856 vynález a následné zavedení Siemens-Martinských pecí, které byly poprvé použity ve Francii roku 1864. Vynálezci Siemens-Martinské pece byli Friedrich Siemens a Émile Martin, který koupil od Siemense licenci a pec následně dále zdokonalil. Tyto pece měly mělké pánve, ve kterých se udržovala vysoká teplota spalnými plyny. Jejich vyzdívky byly pro zachování funkce zásadité, následně se k tavenině přímo přidávalo CaO.

Teprve postup výroby oceli v Siemens-Martinských pecích odstartoval průmyslovou výrobu kvalitní konstrukční oceli a umožnil tak masivní rozvoj a využití ocelových konstrukcí ve stavebnictví a architektuře.

4.2 Historie vzniku a výroby průmyslově vyráběného cementu, betonu a železobetonu

4.2.1 Počáteční podmínky, vývoj a začátky výroby hydraulických pojiv

Počátky vzniku prvních hydraulických pojiv sahají až do starověkého stavitelství, kde docházelo k vývoji a používání prvních předchůdců materiálů na bázi hydraulických pojiv. Dle dochovaných nálezů můžeme objevení hydraulických vlastností směsi vápna a místního sopečného tufu pravděpodobně připsat Fénickým stavitelům.

Na počátku 18. století, byla v evropském stavitelství používána přírodní hydraulická pojiva velmi podobná materiálům používaným již ve starověku. Hlavní surovinová naleziště byla v pohoří Eifel. Velkou roli vy výrobě a distribuci hrálo Holandsko, kam byly loděmi po Rýně dopravovány tufové horniny. Zde se pak vytěžený sopečný tuf, drtil a mlel v k tomu konstruovaných větrných mlýnech. Výsledným produktem byl tras, který se přepravoval a dodával v dřevěných sudech.

Vzhledem k tomu, že požadavky na vhodné hydraulické pojivo stále rostly, objevovaly se opakovaně pokusy o výrobu vhodného umělého pojiva vyrobeného kombinací běžně dostupných surovin. Jedním z prvních byl pravděpodobně postup zveřejněný B. Quistem roku 1760 na výrobu umělého trasu pomocí pálení různých železitých břidlic a hlín. Tyto první snahy byly však spíše jen pokusy. Zlomové bylo až úsilí Johna Smeatona, žijícího v období roku 1724 až 1792, který se výrazně zasadil o vývoj, rozvoj a výrobu umělých hydraulických pojiv. Důvodem mohla být stavba nového majáku v Edystonu v Anglii roku 1756, při které J. Smeaton ve spolupráci s chemikem Cookworthym položil základy složení a postupům výroby nového umělého pojiva. Následně byl roku 1796 udělen anglický patent Nanesu Parkerovi, který popisoval pálení vybrané vápencové horniny s příměsí hliněných součástí, jehož výsledkem je románský cement. Toto pojivo se po té stalo hlavním dostupným typem hydraulického pojiva.

Na počátku 19. století, roku 1818 přihlašuje v Anglii patent na výrobu umělého hydraulického vápna francouzský inženýr Louis Vicat, který taktéž

vyvinul i řadu zkušebních metod. Roku 1824 pak v Anglii přihlásil Joseph Aspdin svůj patent nesoucí název „Improvement in the Modes of Producing an Artificial Stone“. Následně roku 1825 založil továrnu, která vyráběla umělé pojivo pod obchodním názvem portlandský cement. V Rusku je objev výroby cementu datován k roku 1825 a přisuzuje E. Čelievu,

Dalším krokem k dokončení snažení na k cestě za vhodným hydraulickým pojivem je poznatek Isaaca Charlese Johnsona, o nutnosti pálení výchozí suroviny až na mez slinutí, učiněný roku 1844. Slinuté nebo přepálené vsázky z pecí byly do té doby vyhazovány jako nepotřebný odpad. Samotná výroba však stále odpovídá tehdejší době, kdy pálení probíhalo nejprve v milířových a později v šachtových pecích. Úpravami receptur výroby bylo roku 1862 dosaženo objevu struskového cementu. Rozmach výroby cementu umožnil však až nový vynález konstrukce rotační pece s nepřetržitým, nepřerušovaným provozem, která byla vytápěna práškovým uhlím, učiněný anglickým vynálezcem Ransomem roku 1885. Tento objev tak konečně otevírá cestu masivní průmyslové výrobě vhodného, dostupného hydraulického pojiva.

4.2.2 Počátky a vývoj betonu a železobetonu

Souběžně s vývojem vhodného umělého hydraulického pojiva dochází i k vývoji, výrobě a prvním pokusům s použitím konstrukčního materiálu, který byl následně pojmenován beton.

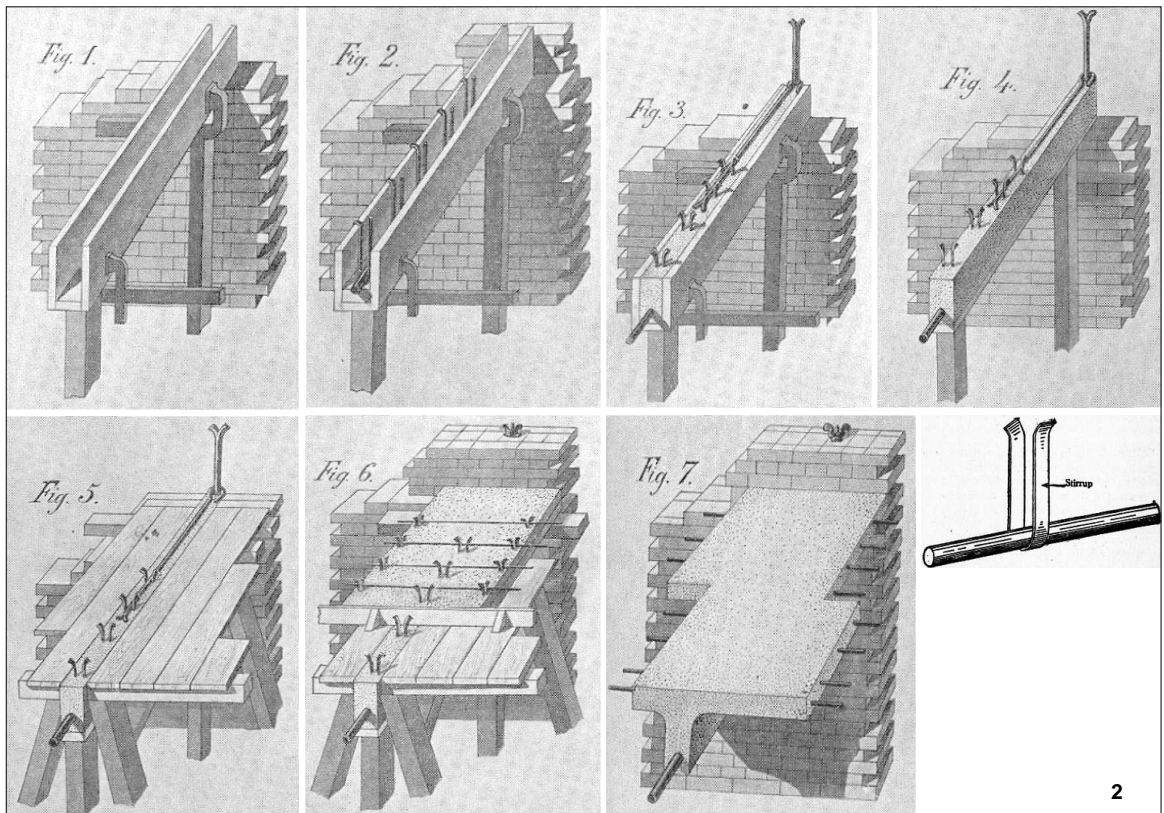
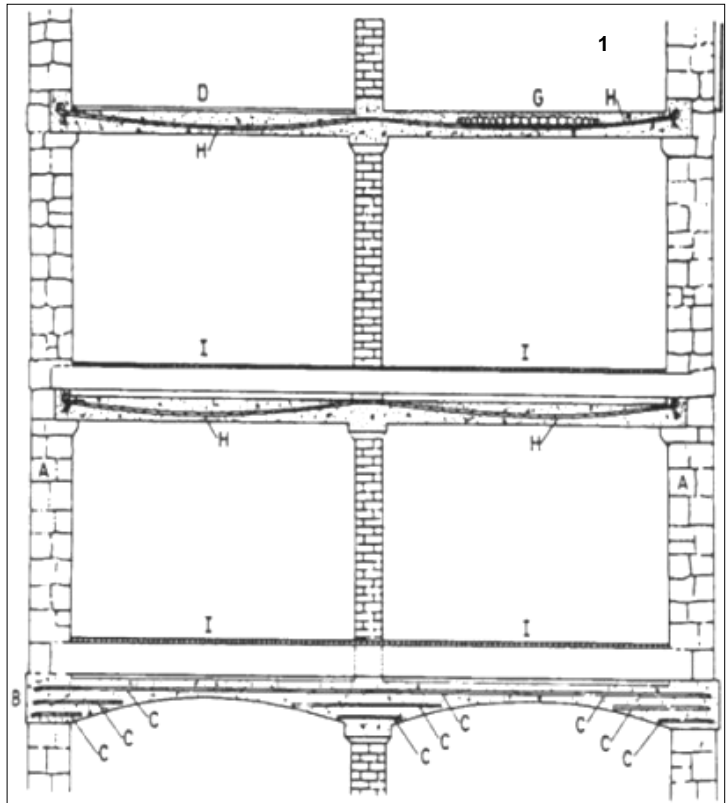
V první polovině 19. století se tento nový konstrukční materiál využívá především při budování vodních staveb nebo pro zakládání staveb v místech se spodní vodou. Postupně se však začíná využívat i pro další konstrukce, tyto realizace byly však zpočátku experimentální a ojedinělé. Souběžně s hledáním možností využití nového materiálu, dochází i k pokusům s jeho vyztužováním, pro zamezení vzniku trhlin způsobených vlivem objemových změn a zvýšení jeho konstrukční pevnosti.

Průkopníkem využití betonu ve stavitelství byl Francouz Francois Coignet, který ve svém patentu z roku 1855 formuluje zásady správného složení, výroby a provádění betonu. Na světové výstavě v Paříži roku 1855 vystavuje F. Coignet vybrané betonové konstrukční prvky pro stavbu domu. Roku 1861 pak vychází jeho kniha popisující konstrukční a statické důvody vyztužování betonu.

Anglickým představitelem snah o využití betonu byl W. B. Wilkinson. Jeho patent z roku 1854 popisuje zlepšení odolnosti betonu proti ohni pomocí vkládané ocelové výztuže, i odlehčování konstrukcí pomocí vkládání dutých sádrových prvků (obr. 1, str. 21). Zajímavostí využití betonu z jiného oboru je pak patent Josepha Louise Lambota z roku 1855 na stavbu železobetonových lodí, jemuž v roce 1848 předcházela výroba dodnes dochovaného betonového člunu. Přelomovým byl pak patent Francouze Josepha Moniera, z roku 1867, popisující princip vyztužení cementových desek železnou výztužnou sítí. Monier však ve svých návrzích neuvažoval o statickém působení betonu a oceli, výztuž umisťoval do osy vyztužovaného průřezu a namísto do tažené oblasti.

Základní principy teorie železem vyztuženého železového betonu popisuje roku 1886 K. Koenen a následně roku 1889 E. Coignet. Roku 1892 Francois Hennebique ve spolupráci s ing. Coignetem patentovali princip železobetonového trámu spolupůsobícího s železobetonovou deskou (obr. 2, str. 21). Tato koncepce následně umožnila realizovat do té doby neproveditelné konstrukce, např. ploché železobetonové střechy. Roku 1900 na světové výstavě v Paříži představil F. Hennebique svůj systém monolitických prvků, tedy sloupu, průvlaku a desky, vhodných pro běžnou výstavbu. Roku 1894 E. Coignet spolu s N. de Tedescem uveřejnili možné způsoby výpočtu železobetonových konstrukcí. Následuje pak Considereův objev ovinutého betonu vyztuženého ocelovou síťovou šroubovicí.

Z výše uvedeného je patrné, že vývoj betonových a železobetonových konstrukcí učinil během 2. pol. 19. století významné pokroky a odstartoval tak jejich masivní využití ve stavebnictví a architektuře.



Obr. 1 Doprovdné schéma k patentu W. B. Wilkinsona (archiv autora)

Obr. 2 Doprovdné schéma k patentu Françoise Hennebiqua (archiv autora)

5 VÝVOJ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ A KONSTRUKČNÍCH ŘEŠENÍ A JEJICH ZAVÁDĚNÍ PŘI VÝSTAVBĚ INDUSTRIÁLNÍCH OBJEKTŮ V OBDOBÍ OD 2. POLOVINY 18. STOLETÍ DO ZAČÁTKU 20. STOLETÍ

Konstrukce průmyslových staveb procházely v řešeném časovém období, tedy od 2. poloviny 18. století do začátku 20. století, výraznými změnami. Tyto změny byly dány jak postupným vývojem ve zpracování vstupních surovin a samotných výrobních postupů, a tedy i úpravou požadavků na samotnou funkci výrobních staveb. Tak i obměnou k výstavbě používaných materiálů, zapříčiněnou jejich soustavným vývojem a zdokonalováním. **Na vývoji konstrukčního řešení průmyslových staveb tak můžeme zároveň pozorovat jejich přerod z výroby manufakturní na velkovýrobu tovární, tak i vývoj používaných stavebních materiálů, konstrukcí a jejich prvků.**

Postupně dochází k přechodu od přízemních budov k výstavbě budov patrových, či zapojení obvodových konstrukcí do nosného konstrukčního systému užitého uvnitř budovy. Omezující masivní nosné stěny a prvky v půdorysu staveb, byly postupně nahrazovány otevřenou dispozicí, umožňující tak použití výrobních technologií bez výrazných prostorových omezení. Výrobní a tovární budovy se postupně stávaly promyšlenými stroji, kdy jednotlivá podlaží i sekce byly propojeny vzájemně konstrukčně spojenými technologiemi, které tak vytvářely jeden fungující celek.

Tohoto mohlo být docíleno především použitím nosné konstrukce tvořené soustavou sloupů, trámů, příčníků a jejich ztužení, nově nazývanou skelet. **Zpočátku byly skeletové stavby navrhovány s těžkou ztužující obálkou – masivní obvodovou stěnou. Ta byla posléze nahrazena lehkou fasádou podporovanou samotnou skeletovou konstrukcí, jenž se tak stala součástí vnější architektury. Princip skeletových staveb byl ve sledovaném období od 2. poloviny 18. století do začátku 20. století využíván téměř výlučně u vícepatrových průmyslových budov, nazývaných etážové. Teprve až**

následně, na přelomu 20. století se tento způsob výstavby začíná prosazovat u ostatních typů výstavby.

Prvními skeletovými stavbami byly logicky stavby se zaměřením na lehkou průmyslovou výrobu, tedy především textilní průmysl. Tyto budovy s centrálními rozvody pohonných energií vyžadovaly uvolněnou dispozici a dobré světelné a hygienické parametry. **První takt v polovině 18. století v Anglii stavěné přádelny měly však nejprve masivní obvodovou konstrukci zděnou z cihel nebo kamene, doplněnou vnitřní nosnou rámovou dřevěnou konstrukcí, jako předchůdce skeletu tvořeného dřevěnými prvky.** Při textilní výrobě však docházelo často ke vzniku požáru, což bylo pro tyto dřevěné konstrukce zdrcující. Snahy o protipožární ochranu dřeva nebyly příliš úspěšné a tak byly tyto nosné dřevěné prvky již v 2. polovině 18. století nahrazovány nehořlavými materiály. **Nejprve došlo k nahrazení dřevěných sloupů litinovými, stále však ve spojení s dřevěnými vodorovnými prvky, tedy průvlaky a konstrukcí stropů.** Následně pak byly na konci 18. století i průvlaky nahrazeny litinovými a stropní konstrukce provedeny jako nespalné z plochých cihelných kleneb. Po té co byla naplno zahájena výroba ocelových válcovaných profilů, byly v polovině 19. století litinové nosné prvky plně nahazovány ocelovými.

Dalším vývojovým krokem bylo využití železobetonu pro nosné konstrukční prvky na konci 19. a počátku 20. století. Bylo tak použito kombinace železobetonových stropních desek podporovaných ocelovou nosnou konstrukcí sloupů a průvlaků. Ty byly následně po zdokonalení technologie vyztužování také nahrazeny monolitickou železobetonovou konstrukcí. Tuhost této konstrukce poté umožnila plnohodnotné řešení nosných sloupů na místo masivní obvodové stěny a tedy celkové odlehčení a variabilitu celé stavby. **V první polovině 20. století pak přichází další posun při provádění konstrukcí průmyslových staveb, tedy ploché stropní konstrukce bez viditelných průvlaků podporované pouze bodově hřibovými sloupy.** Tento tzv. těžký skelet byl určený především pro patrová skladiště a překladiště nebo pro zatížení těžkými výrobními technologiemi.

5.1 Vývoj, konstrukční řešení a zavádění železných, litinových a ocelových konstrukcí při výstavbě

5.1.1 Železné, litinové a ocelové konstrukce v prostředí okolních ekonomicky a technicky vyspělých států Evropy

Návrhy prvních průmyslových budov nebyly povětšinou prováděny architekty a často ani stavebními inženýry, ale přímo samotnými majiteli průmyslových objektů. Cílem bylo především hledání nejvhodnějšího typu, tvaru a technického provedení budov odpovídající zamýšlené výrobě a zároveň splňujících vhodné podmínky této výroby. Postupně tak byly prvně formulovány zásady požární bezpečnosti, kvality vnitřního prostředí, tedy vhodného větrání, osvětlení či hygieny, především pak s ohledem na výrobní požadavky používaných technologií a produkované výrobky, ne však na dělníky.

První z takto koncipovaných budov, předznamenávající pozdější vývoj byla manufakturní přádelna Johnna a Thomase Lombe, postavená v Derby v letech 1718 až 1722 jako dřevěný pětipodlažní skelet se zděnými obvodovými stěnami (obr. 3, str. 28 a 29). Obdobnou konstrukci měly pak i Arkwrightovi, Strutovi a Needovi přádelny postavené v letech 1771 až 1776 nebo v New Lanarku roku 1788. Tyto dřevěné skeletové konstrukce však velmi trpěly nebezpečím vzniku častých požárů (ten postihl roku 1910 i manufakturní přádelnu Johnna a Thomase Lombe v Derby). Protipožární opatření bílením vápnem nebo omítáním nemohla být ve vztahu k používaným výrobním technologiím příliš úspěšná a tak byly dřevěné prvky, jakmile to konstrukční vlastnosti umožnily, nahrazovány konstrukcemi litinovými, a sice nejprve v případě sloupů a následně pak i průvlaků.

Litina se tak jako stavební materiál postupně prosazuje od 2. poloviny 18. století. Z počátku bylo však její použití provázeno nedůvěrou a někdy neúspěchem. Oproti do té doby tradičním materiálům byla litina odlišná především svojí pevností při velké úspoře materiálu. První stavby, kde byl nový materiál použit, byly stavby dopravní infrastruktury, mosty.

Roku 1775 proběhl první, ale neúspěšný pokus o stavbu litinového mostu pře řeku Rýn. V roce 1779 je v Anglii přes řeku Severn u Coalbrookdale

dokončen Abrahamem Darbym první litinový most o rozpětí 30,6 m, tvořený pětící dvojdílných litinových žeber (obr. 4, str. 28 a 29). Návrh konstrukce mostu provedel Thomas Farnolls Pritchard. V roce 1796 je po třech letech výstavby v Anglii dokončen 72 m dlouhý Sunderlenský most, tvořený šesti segmentovými žebry složenými vždy ze 105 litinových dílců.

Roku 1785 se datuje první známé použití železa a litiny v bytové výstavbě při konstrukci krovu domu v Bolougne architekta Arga, a to v podobě vzpěradla o rozponu 6,5 m. V roce 1786 použil nový materiál V. Luis při stavbě pařížské budovy divadla Théâtre Francois.

Za první příklad použití litiny pro nosnou konstrukci patrové budovy je považována přádelna Kalika, postavená Williamem Struttem v Derby v letech 1792 až 1793 (obr. 5, str. 28 a 29). Tato šesti podlažní budova s vnitřní skeletovou konstrukcí s litinovými sloupy v rozestupu 2,5 x 2,7 m měla dřevěné stropy s cihelnými klenbami. Dřevěné trámy byly proti chráněny sádrovým obkladem proti působení ohně.

Roku 1797 byla první konstrukcí pozemního stavitelství, realizovanou za použití celolitinových prvků skeletu, přádelna Inu Flax Mill, Marsahal, Benyon and Bage (Bage's Mill), navržená Charlesem Bagem a postavená v Ditheringtonu u Shrewsbury v Anglii (obr. 6 a 7, str. 28 a 29). Tato stavba měla nosnou konstrukci tvořenou litinovými sloupy tvaru kříže, litinovými průvlaky a stropy tvořené plochými cihelnými klenbami.

Další podobnou konstrukcí, avšak již zdokonalenou byla přádelna Philip and Lee, postavená Jamesem Watterem a Matthewem Boultonem v roce 1801 v anglickém Salfordu. Konstrukce stavby byla tvořena skeletovým systémem o třech traktech, tvořených uvnitř dvěma podélnými řadami dutých litinových sloupů kruhového průřezu s nosníky I průřezu s proměnnou výškou, ta pak odpovídala statickému namáhání. Mezi nosníky byly dále vloženy příčné stabilizační tyče tvořící zavětrování. Konstrukce stropu byla provedená opět plochou cihelnou klenbou. Obvodový plášť však stále tvořily masivní zděné stěny. Tento způsob provedení položil základ provádění dalších přádelen a to i v našich zemích.

Roku 1815 byla v Paříži realizována věšadlová střecha tržnice Madeleine o rozponu 12 m. V roce 1820 bylo pak provedeno Polonceauvými nosníky

zastřešení vídeňských lázní Dianabad o rozponu 19 m navržené Förster-Etzelem.

V roce 1811 byla realizována rotunda sýpky v Paříži architekta F.J. Belangé a konstruktéra Brunota, zastřešená kopulí o průměru 39 m, složenou z litinových žeber.

Roku 1825 pak bylo realizováno zastřešení liverpoolského skladiště příhradovou konstrukcí o rozponu 25 m.

Mezníkem použití litiny v architektuře byl Křišťálový palác postavený při příležitosti světové výstavy v Londýně v roce 1851 podle návrhu J. Paxtona (obr. 8, str. 28 a 29). Jednalo se o výstavní halu délky 1851 anglických stop (cca. 560 m) se středovou příčnou lodí. Při stavbě Křišťálového paláce bylo poprvé použito prefabrikovaných dílců, navržených na maximální možný výrobitelný rozměr skleněné tabule. Palác byl však roku 1937 zničen požárem.

V letech 1829 až 1831 probíhala v Paříži výstavba Galerie d'Orléans, jejíž jednolodní promenáda byla zastřešena zasklenou valenou klenbou s litinovou nosnou konstrukcí. Obdobný princip se využíval při výstavbě skleníků, např. u botanické zahrady v Paříži architekta Rouhaulta nebo zahrady Kew Garden v Londýně architekta Cotona. Důmyslné propojení litinových sloupů a zasklených kopulí a železných kleneb bylo použito při výstavbě knihoven komplexu Saint-Genevière v letech 1842 až 1850 v Paříži. Taktéž pak u konstrukce Národní knihovny v Paříži od Henri Labrousteho.

Další příležitostí k masivnímu použití litinových nosných konstrukcí byly stavby nádražních čekacích odbavovacích hal, kde bylo třeba vytvořit zastřešená prostranství. V Paříži byly takto postaveny v letech 1847 až 1852 Východní pařížské nádraží architekta F. Duquesneye, v letech 1862 až 1864 Severní pařížské nádraží od Ing. Jacq. Hittorfa, s halou o rozpětí 30,5 m. V Londýně pak v letech 1850 až 1852 podle návrhu L. Cubita nádraží King's a v roce 1860 nádraží Paddington.

V roce 1855 byl u příležitosti konání Světové výstavy v Paříži představen Palác průmyslu s litinovou konstrukcí zastřešení o rozpětí 48 m. Zajímavou realizací z roku 1855 je také obchodní dům Grand Magazin du Louvre, s prosklenou železnou konstrukcí zastřešení dvora.

V roce 1859 je dokončena pařížská tržnice Les Halles od Victora Baltarda, kde bylo železo a litina použita kromě zastřešení i pro konstrukce obvodových stěn.

Známým příkladem použití litinové nosné konstrukce je pak sklad k ukládání člunů z litinovým skeletem a fasádou kombinovanou s prkenným pláštěm v kombinaci s okny, dokončený v Sheerness v Anglii v roce 1860 (obr. 9, str. 28 a 29).

Kovové, litinové konstrukce se tak staly na další dlouhou dobu několik desítek let hlavním konstrukčním materiálem pro nosné prvky skeletů přádelen, tkalcoven, skaldů a dalších staveb, které naplno těžily z variability vnitřního prostoru.

Následné objevení svářkové a po té i plátkové oceli umožnilo rozmach využití oceli namísto konstrukcí litinových. Její výroba byl levná a rychlá a na tu dobu měla vynikající vlastnosti v pevnosti a pružnosti. Použití ocelových válcovaných konstrukcí ve stavebnictví umožnilo výstavbu do té doby nerealizovatelných rozpětí zastřešení, které se výborně hodilo pro výrobní objekty, skladiště, plynojemy a další, ale také i pro výstavní haly, tržnice, obchodní domy, divadla, koncertní sály a muzea a také nádražní haly.

Příkladem použití ocelových konstrukcí v zastřešení dopravní stavby je pak například nádražní hala St. Pancras v Londýně o rozponu 73 m nebo v Hamburku, také o rozponu 73 m.

Nosná ocelová konstrukce byla použita i při výstavbě pařížských obchodních domů Au bon Marché z roku 1876 od L. Ch. Boileaua a A. G. Eiffela nebo Du Printemps z roku 1889 od P. Sedilleho.

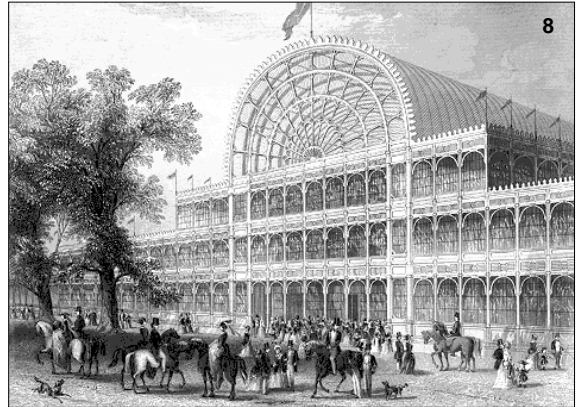
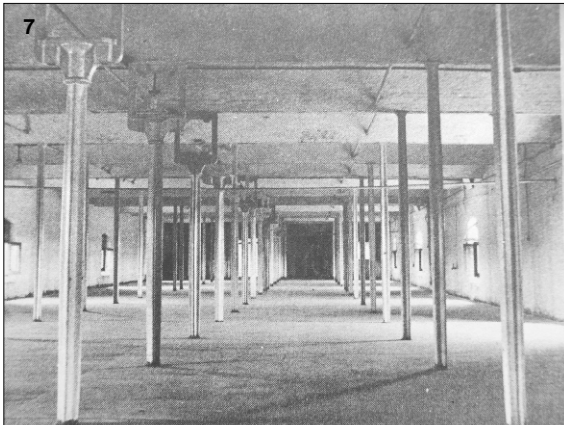
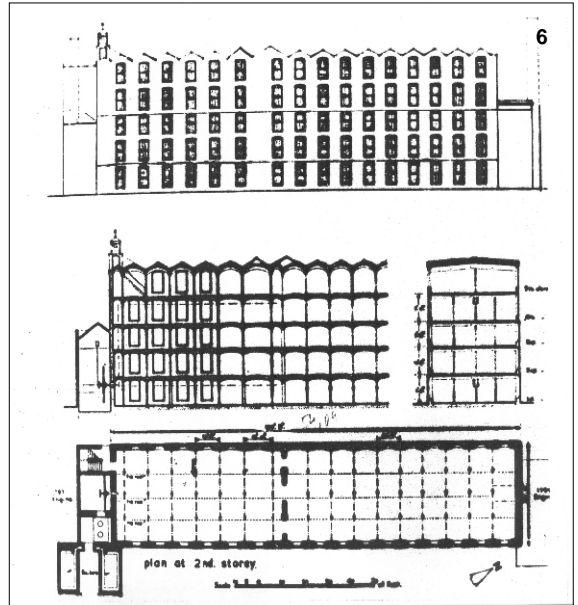
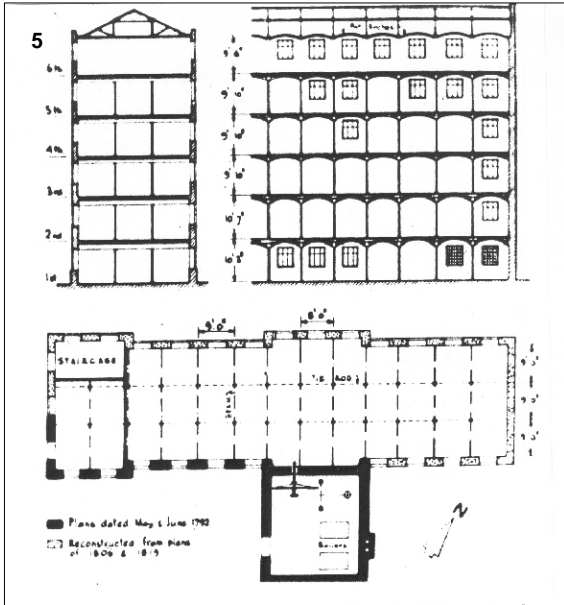
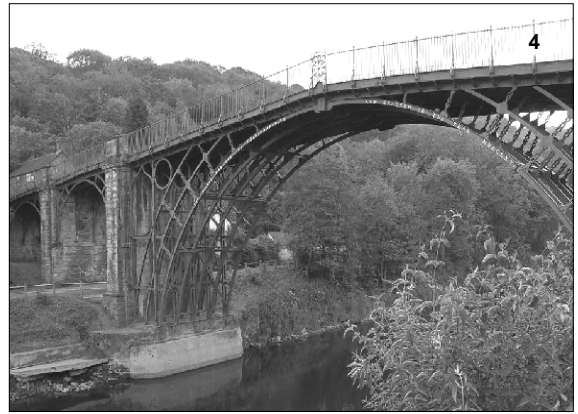
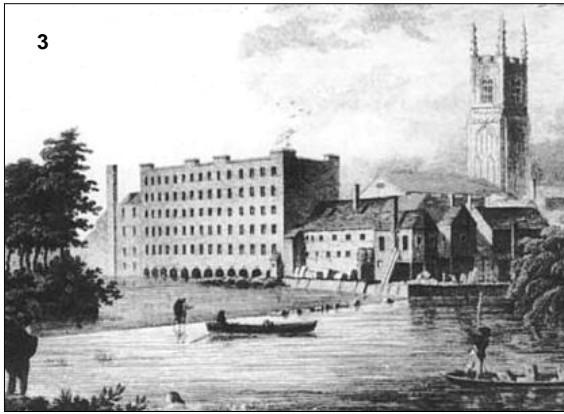
Na svou dobu neuvěřitelné rozpětí 115 m při délce haly 420 m měla Hala strojů na světové výstavě v Paříži od F. Dutterta a H. Cottancina.

Převratem při realizacích 19. století byly pak také zastřešené obchodní pasáže s prosklenou střechou a s nosnou ocelovou konstrukcí. Nejslavnější pasáží je pravděpodobně pasáž Umberta I. v Neapoli (obr. 10, str. 28 a 29), postavená v letech 1887 až 1891 architektem Emanuele Rocco po vzoru slavné obchodní galerie Viktora Emanuela II. v Miláně, z roku 1877, navržené Giuseppe Mengonim.

Dalšími stavbami byly ocelové konstrukce plynojemů s obvodovou ocelovou příhradovou konstrukcí jako plynojem Schöneberg v Berlíně z roku 1863 o průměru 31 m nebo Vídeňský plynojem ve čtvrti Simmering tvořený čtyřmi zásobníky o průměru 64,5 m, postavený v letech 1896 až 1899.

Ocelové konstrukce se však postupně začaly používat i v běžném stavitelství. Válcované I profily postupně nahradily nadokenní klenebné segmentové pásy a staly se i rozšířeným nosným prvkem stropů.

- Obr. 3 Anglie, Derby; manufakturní přádelna Johnna a Thomase Lombe, v roce 1910 zničena požárem, vyobrazen současný stav – sídlo Derby Industrial Museum / Průmyslové muzeum Derby (archiv autora)
- Obr. 4 Anglie, Coalbrookdale; most přes řeku Severn (archiv autora)
- Obr. 5 Anglie, Derby; přádelna Kalika (archiv autora)
- Obr. 6 a 7 Anglie, Ditherington u Shrewsbury; přádelna Inu (Flax Mill) Marshall, Benyon a Bage (archiv autora)
- Obr. 8 Anglie, Londýn; Crystal Palace (archiv autora)
- Obr. 9 Anglie, Sheerness; sklad k ukládání člunů (archiv autora)
- Obr. 10 Itálie, Neapol; pasáž Umberta I. (archiv autora)
-



5.1.2 Železné, litinové a ocelové konstrukce v prostředí českých zemí

V Českých zemích se začínají železné litinové konstrukce používat od konce 18. století. Příkladem prvního užití může být litinový mostek slezských železáren v Ostravě z roku 1798 (obr. 11, str. 33). Dalšími slévárnami litiny byly například lichtensteinské hutě v Adamově u Svitav založené roku 1806, hutě a vysoké pece v Novém Jáchymově u Nižboru vzniklé roku 1817, Hanavské slévárny v Hořovicích, hutě v Holoubkově nebo blanské hutě hraběte Salma-Reiferscheidta založené již roku 1698.

Litiny byla shodně jako v okolních zemích používána také v dopravním stavitelství. Příkladem může být řetězový visutý Most Františka I., postavený v letech 1839 až 1841 podle návrhu c. k. inženýra Bedřicha Schnircha jako druhý pražský most po Karlovu mostu. Stavbu provedl stavební podnik Vojtěcha Lanny. Dalším příkladem je třetí pražský most přes Vltavu, Most císaře Františka Josefa I. Jednalo se taktéž o řetězový visutý most, který byl postaven v letech 1865 až 1868 anglickými inženýry Rowlandem Mason Ordishem, Williamem Henry Le Feuvreem a Maxem von Endeem.

Dalšími příkladnými realizacemi jsou zámecký skleník v Lednicko-valtickém areálu z roku 1845 od arch. Deviena nebo zámecký skleník zámku v Hluboké nad Vltavou z roku 1855 od F. Beera a D. Deworeckého.

V roce 1859 byla postavena přádelna Inu Johanna Faltise v Trutnově (obr. 12 a 13, str. 33), která má nosnou konstrukci identickou s přádelnou J. Watta a M. Boultona postavenou v roce 1801 v anglickém Salfordu. Jedná se tak o první zdokumentovanou stavbu tohoto typu u nás.

V nosných prvcích je litina jako hlavní prvek využita u nejstaršího obchodního domu v Praze, u Haasova obchodního domu (obr. 14, str. 33), postaveného v letech 1869 až 1871.

Poslední třetina 19. století je ve znamení dalšího zvětšování rozměrů a propracovanosti železných litinových konstrukcí. Vzniká tak roku 1879 V řídelní kolonáda v Karlových Varech od arch. Fellnera a Hellmera. Nebo roku 1889 lázeňská kolonáda v Mariánských lázních od arch. Miksche a Niedziłského (obr. 15, str. 33).

V období 1880 až 1881 byla mostárnou Rustonka dodána střecha Národního divadla. Dále pak také střecha Nového českého divadla ve Škrétově ulici na Vinohradech. Po požáru, v roce 1881 byla nová střecha a vnitřní nosné konstrukce Národního divadla vyrobeny již Pražskou mostárnou.

Pro vývoj českého průmysl a stavitelství, ale i pro samotnou Prahu je zásadní rok 1891, kdy proběhla Jubilejní výstava v Praze, uspořádané na oslavu jubilea první průmyslové výstavy, konané roku 1791. Při této příležitosti bylo tak budováno množství nových staveb jak dočasných tak trvalých, celkem bylo jen v areálu výstavy zbudováno 110 pavilonů různých velikostí.

Mezi nejvýznamnější budovy a pavilóny jubilejní výstavy patří Průmyslový palác vyprojektovaný architekty Bedřichem Münzbergerem a Františkem Prášilem. K jeho stavbě bylo poprvé v dějinách české architektury použito montovaných železných konstrukcí. Stavbu provedla První českomoravská strojírna Kolben-Daněk ve spolupráci se stavební firmou architekta Františka Víšky, v době pěti měsíců. Železná konstrukce Průmyslového paláce s ocelovými oblouky o rozpětí 38 m vážila 800 tun.

Další zajímavou stavbou byla Výstavní dvorana strojů (obr. 16, str. 33), taktéž nazývaná Strojovna, určená pro výstavu strojních expozic, postavená také podle návrhu Bedřicha Münzbergera. Montáž provedla mostárna Pražské akciové strojírny.

Dalším objektem byl pavilón pěti českých železáren ve stylu francouzské renesance. Vystavovaly zde Poldina a Heřmanova huť v Kladně, teplická válcovna, huť bessemerova a Rudolfova z Teplic, Montanní společnost a cementárna Králův Dvůr.

Dále zde byly zbudovány například Cukrovarnický pavilón, pavilón Antonína Reissenzahna prezentující holešovickou Reissenzahnovu ocelárnu, pavilón c. a k. báňských závodů v Čechách, pavilón městské plynárny pražské, jejíž železnou konstrukci s kupolí, navrhl architekt A. Stibral. Nebo zahradnický pavilón se skleníkem pro exotické rostliny od Antonína Wiehla, a další.

Stavbami vybudovanými při příležitosti pražské Jubilejní výstavy pak byly například Petřínská rozhledna, která má výškou přes 63,5 metrů a její základna se nachází v nadmořské výšce 324 m n.m. Stavba byla zahájena v březnu 1891

podle návrhu arch. Vratislava Pasovského inspirovaného Eiffelovou věží v Paříži a byla provedena na objednávku Klubu českých turistů.

Další stavbou byl slavný Hanavský pavilón, jenž byl vystaven v Praze na jubilejní výstavě 1891 a po jejím skončení rozebrán a přesunut do pražských Letenských sadů.

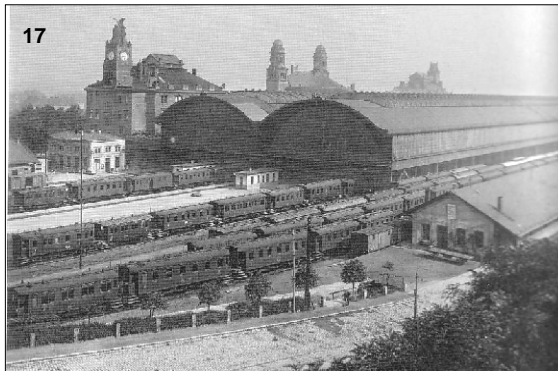
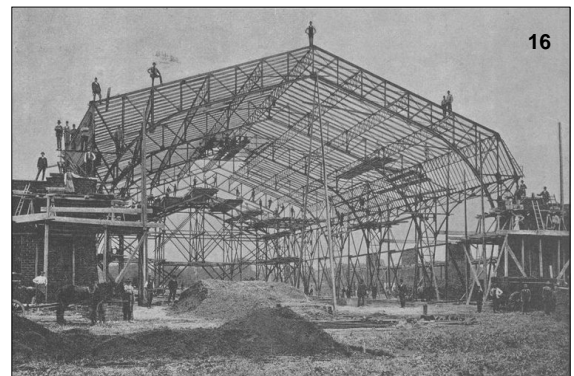
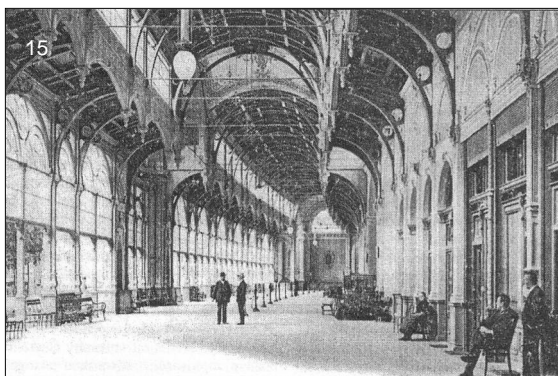
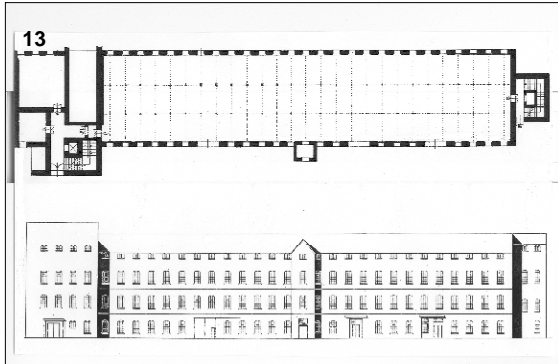
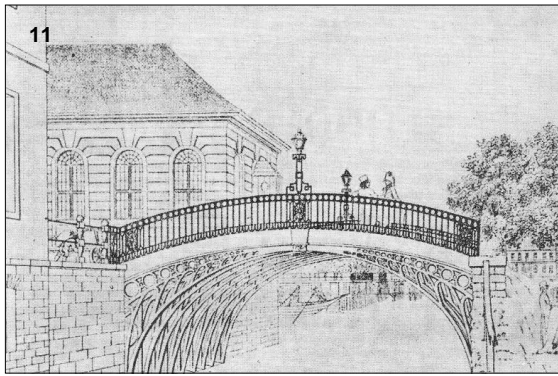
Dále pak pozemní Lanová dráha na Petřín, kterou postavilo a provozovalo Družstvo rozhledny na Petříně, společnost s ručením omezeným. Nebo Elektrická dráha na Letné v Praze, první pražská elektrická tramvajová dráha a zároveň soukromý podnik Františka Křížíka, který tuto dráhu zřídil roku 1891 a provozoval sezónně až do roku 1900. Dráha byla následně zrušena roku 1902 a v následujících letech zcela odstraněna.

Na přelomu 19. a 20. století proniká i do stavitelství v českých zemích nový materiál, ocel. Záhy po té byla ocel využívána pro výstavbu nových průmyslových a výrobních hal, ale i zastřešení divadel, nákupních galerií nebo nádraží.

Ocel se však stala nejen konstrukčním, ale i formonosným materiálem, požitým například na dvoranách nového Zemského soudu v Brně se železnými galeriemi a schodišti nebo na dvoraně Plačkova obchodního domu taktéž v Brně z roku 1910, či dvoraně Novákova obchodního domu v Praze z roku 1905 od Osvalda Polívky.

V období 1901 až 1909 byla podle vítězného návrhu z architektonické soutěže architekta Josefa Fanty budována v secesním slohu Nová hlavní budova Hlavního nádraží v Praze. V letech 1905 až 1909 bylo následně podle návrhu J. Marjanka a R. Kornfelda vybudováno zastřešení kolejiště, tvořené dvěma ocelovými obloukovými konstrukcemi o rozpětí 33,3 m a výšce 18 m (obr. 17, str. 33).

V roce 1912 byla v Krnově u Bruntálu postavena továrna na sukna Florian Schmidt a syn (obr. 18, str. 33), která měla nosnou konstrukci tvořenou ocelovými nýtovanými sloupy, podporujícími příčné ocelové průvlaky tvaru I, na kterých byly umístěné příčně orientované dřevěné trámy nesoucí stropní konstrukci. Další stavby následovaly.



- Obr. 11 Ostrava; litinový mostek Slezských železáren (Studie o technice včes. zemích 1800-1918 III., NTM 1985)
- Obr. 12 a 13 Trutnov; přádelna Inu Johanna Faltise (foto prof. Ing.arch. Tomáš Šenberger, 1995)
- Obr. 14 Praha; Haasův obchodní dům na Novém Městě pražském (archiv autora)
- Obr. 15 Mar. Lázně; vířidelní kolonáda (Tech. památky vČechách, na Moravě a ve Slezsku – I. díl, Libri 2008)
- Obr. 16 Praha; výstavní dvorana strojů Jubilejní výstavy 1891 (Studie o technice včes. zemích 1800-1918 IV., NTM 1986)
- Obr. 17 Praha; zastřešení nástupiště Hlavního nádraží (Zmizelá Praha – Nádraží a železniční tratě, Paseka 2009)
- Obr. 18 Krnov; továrna na sukna Florian Schmidt a syn (foto prof. Ing.arch. Tomáš Šenberger, 2009)

5.2 Vývoj, konstrukční řešení a zavádění betonových a železobetonových konstrukcí při výstavbě

5.2.1 Betonové a železobetonové konstrukce v prostředí okolních ekonomicky a technicky vyspělých států Evropy

Dalším vývojovým krokem při navrhování a výstavbě budov, nejprve opět především průmyslových, bylo na konci a 19. a počátku 20. století využití železobetonu pro nosné konstrukční prvky. Na začátku šlo pouze o nahrazení cihelných nebo částečně ještě i používaných dřevěných stropních konstrukcí železobetonovou stropní deskou. Ta byla nejprve ještě podporována ocelovou nosnou konstrukcí sloupů a průvlaků, následně byla pak již plně železobetonová.

V roce 1855 buduje Francois Coignet v Paříži, v ulici rue Charles-Michels, soukromý obytný dům (obr. 19, str. 36), kde je jeho snahou provést všechny části z betonu. Střešní terasa je provedena z betonových desek vyztužených 120 mm vysokými I nosníky, uloženými v osové vzdálenosti 1 m. Následně pak v roce 1867 staví šestipodlažní betonový dům. Jedná se však o první nepříliš zdařilé pokusy.

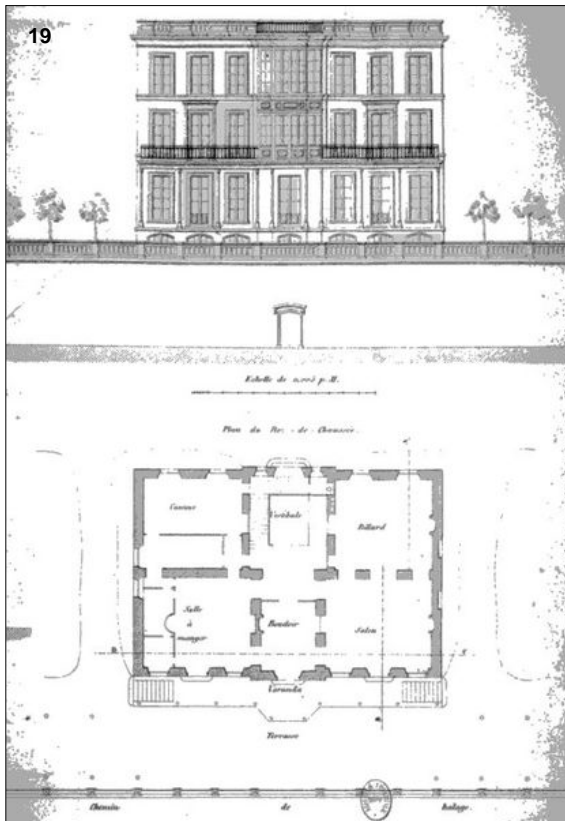
Zvrat nastává na konci 19. století, kdy bylo na základě nového patentu systému železobetonových monolitických prvků F. Hennebique, který představil roku 1900 na světové výstavě v Paříži, postaveno ve Francii několik prádelen využívající tento patent. Byly to tak přádelna bavlny Charlese Sixe v Tourcoing nebo přádelna bratrů Barroisových v Lille, postavené v roce 1896.

Další takovouto stavbou s železobetonovou nosnou konstrukcí byla i přádelna La Cité ve francouzském Mülhouse z roku 1900 (obr. 20, str. 36). Tuhost této nové železobetonové konstrukce umožňovala plnohodnotné přenesení nosných sloupů na místo masivní obvodové stěny a tedy celkové odlehčení a variabilitu celého uspořádání prostoru stavby.

Využití při konstrukcích dalších staveb na sebe nenechalo dlouho čekat. Roku 1897 byl v Paříži podle návrhu A. de Baudota realizován kostel. Roku 1903 pak v pařížské v ulici Franklin nájemný dům a roku 1905 objekt patrových garáží ve francouzském Ponthieu, oboje dle návrhu arch. Auguste Perreta.

Roku 1903 je vybudováno podle návrhu Françoise Hennebiqua skladiště ve francouzském Nantes (obr. 21, str. 36).

Příkladem posunu při provádění konstrukcí průmyslových staveb v 1. čtvrtině 20. století, jsou ploché stropní konstrukce bez viditelných průvlaků podporované pouze bodově hřibovými sloupy. Tyto těžké skelety našly své uplatnění především pro patrová skladiště a překladiště. Takovým příkladem použitím železobetonu je skladiště ve švýcarském Curychu s železobetonovými hřibovými stropy od Roberta Maillarta z roku 1910 (obr. 22, str. 36).



- Obr. 19 Francie, Paříž; obytný dům Françoise Coigneta v ulici rue Charles-Michels (archiv autora)
 Obr. 20 Francie, Mülhouse; přádelna La Cité (Národní technická knihovna)
 Obr. 21 Francie, Nantes; skladiště podle návrhu Françoise Hennebiqua (archiv autora)
 Obr. 22 Švýcarsko, Curych; skladiště s hřibovými stropy od Roberta Maillarta (archiv autora)

5.2.2 Betonové a železobetonové konstrukce v prostředí českých zemí

Nově používané železobetonové konstrukce našly na přelomu 19. a 20. století využití při výstavbě i v našich zemích.

Dle dostupných informací byl beton poprvé v českých zemích použit roku 1858 stavitelem Janem Bělským při budování základů České spořitelny v Praze. Mezi první pokusy o využití betonu nejen v základech, ale i v nadzemních částech domu, spadá použití betonu při stavbě celobetonového dělnického domu v Poděbradech v letech 1876 až 1877 (obr. 23, str. 39), realizované průkopníkem betonových konstrukcí u nás, Otto Ehlenem. Ještě před tím, však v období let 1864 až 1870 provedl betonové stropy s železnou výztuží Josef Niklas při rekonstrukci zámku ve Skřivanech (obr. 24, str. 39).

Beton se ale používal také jako materiál pro opravy již stojících budov, mostů vodojemů nebo kanalizačních stok. Roku 1881 byl beton použit na konstrukci klenby o rozpětí 4 m u nového vodojemu v Karlových Varech, roku 1882 byl pak tamtéž postaven malý celobetonový vodojem (obr. 25, str. 39).

V roce 1890 byla dokončena stavba Špýcharu v Krásném Březně v Ústí nad Labem (obr. 26, str. 39). Pětipodlažní budova má zděnou obvodovou konstrukci. Nosná konstrukce je železná složená z podélných nosníků podporovaných sloupy. Stropy jsou tvořené železobetonovými klenutými deskami tl. 130 mm o rozpětí 1,4 m. Betonovou konstrukci, první svého druhu u nás, provedla firma Pittel & Brausewetter.

Roku 1895 byla podle inovovaného konceptu Sidneye Stotta postavena stavitelem K. Dautem přádelna Johann Priebisch, dědicové, ve Smržově u Tanvaldu, zvaná Klášter (obr. 27, str. 39). Nosná konstrukce je tvořena litinovými sloupy ve vzdálenosti 6,4 až 8,0 m. Nosníky tvaru I výšky 400 mm jsou ocelové a tvoří podporu pro stropní železobetonovou klenbu tl. 50 mm s rozpětím 3,35 m. Vnější vzhledem však ještě spadá tato stavba do období provádění historizujících obálek.

Příkladem použití nového materiálu v silničním stavitelství je železobetonový mostek postavený roku 1895 na Národopisné výstavě v Praze A. V. Veflíkem.

Nosná konstrukce tvořená kombinací nosného ocelového skeletu a železobetonové stropní desky byly použita roku 1902 v přádelně bavlny Friedrich Mattausch a syn v Benešově nad Ploučnicí a následně pak také roku 1903 v přádelně bavlněné příze Honoré De Lisera v Kvíčku u Slaného (obr. 28, str. 39).

V dalších budovách se postupně začínají používat Hennebiqueovi stropní trámy a desky) Poprvé zřejmě na budově Severní dráhy v Ostravě nebo skladišti cukrovaru v Kutné Hoře od arch. Hrůzy a Rosenberga nebo budově přádelny J. Bartoně v Náchodě od F. Jirsáka.

Později byl železobeton využit pro celý skeletový systém. Vzniká tak přízemní přádelna a tkalcovna bavlny Franz Schmitt v Semilech (obr. 29, str. 40), která má železobetonové sloupy extrémně malého průřezu, ve spojení s železobetonovými průvlaky ztuženými příčnými trámy průřezu plochého T.

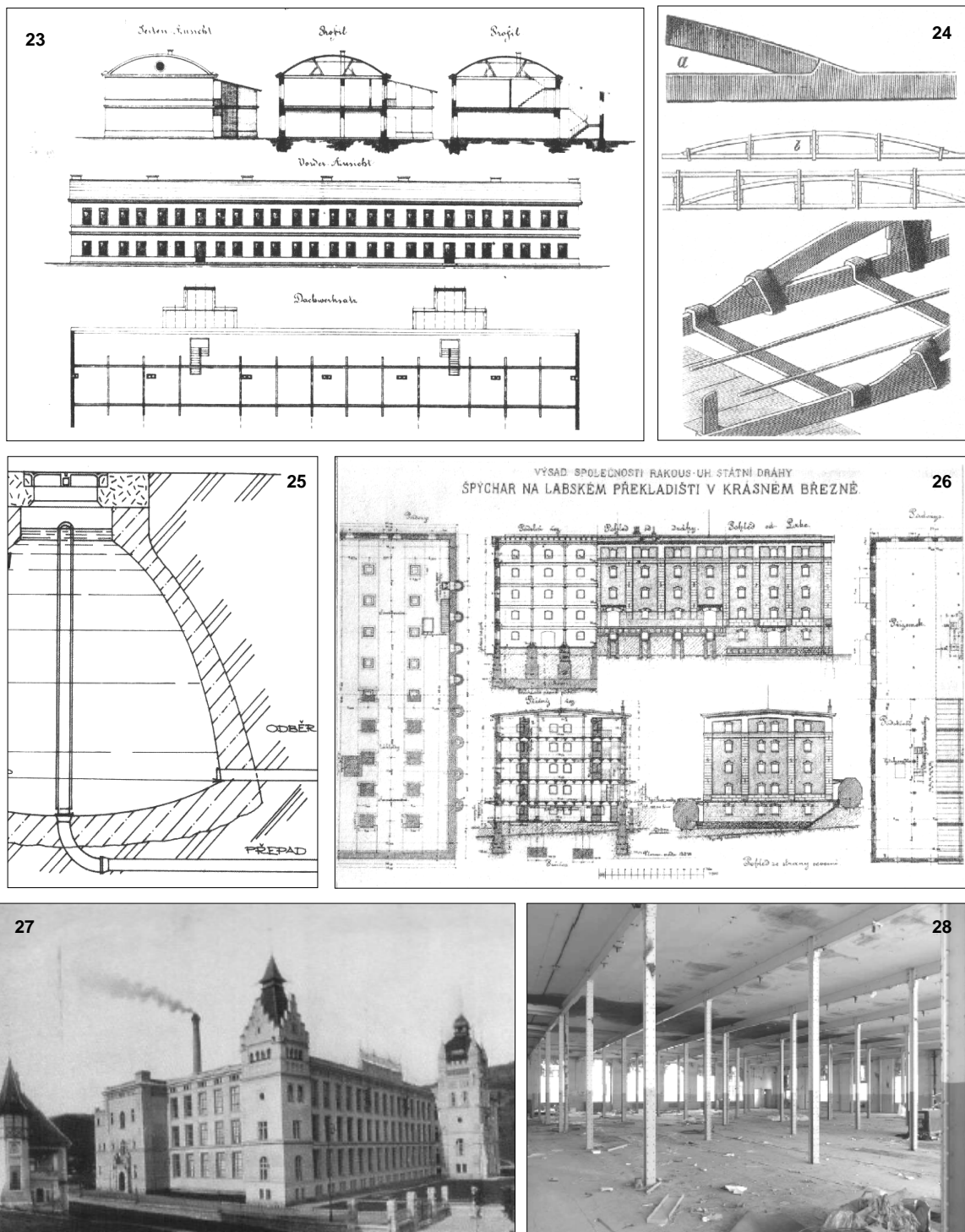
Dalším příkladem použitím železobetonu pak byla přádelna bavlny Johanna Liebiega ve Velkých Hamrech z roku 1907 provedená jako železobetonový skletet s železobetonovými stropy (obr. 30, str. 40).

Dalším posunem je pak užití celého systému prvků – sloup, průvlak, deska, při stavbě Obchodního domu obchodníka Wenkeho od architekta Josefa Gočára, stavěného v období let 1900 až 1911.

Za výjimečnou stavbu lze označit čtyřpodlažní železobetonovou konstrukci budovy tkalcovny továrny na sukna Vonwiller a spol. z roku 1912 (obr. 31 a 32, str. 40), s rozponem stropu 13 m, provedeným bez vnitřních podpor.

Okolo roku 1911 pak vznikají první železobetonové rámové konstrukce, například dvorana Pražské městské pojišťovny od Dr. A. Lederera, Palác Lucerna z roku 1919 od Stanislava Bechyně nebo železobetonové střechy paláce Koruna od arch. Pfeiffera nebo také Cukrovarský palác od arch. Zasche.

Systém hřibových stropů byl u nás poprvé použit při stavbě budovy továrny Praga v období let 1916 až 1917. Následně pak i v přístavních skladištích v Bratislavě.



- Obr. 23 Poděbrady; celobetonový obytný dům podle návrhu Otto Ehlena (Dějiny betonového stavitelství v českých zemích do konce 19. století, ČKAIT 1999)
- Obr. 24 Skřivany; Konstrukce železně výtuzé stropů na zámku ve Skřivanech navržená Josefem Niklasem (Dějiny betonového stavitelství v českých zemích do konce 19. století, ČKAIT 1999)
- Obr. 25 Karlovy vary; řez celobetonovým vodojemem (Dějiny betonového stavitelství v českých zemích do konce 19. století, ČKAIT 1999)
- Obr. 26 Ústí nad Labem; skladiště (špýchar) v Krásném Březně (Dějiny betonového stavitelství v českých zemích do konce 19. století, ČKAIT 1999)
- Obr. 27 Smržovka; přádelna Johann Priebisch, dědicové (archiv autora)
- Obr. 28 Kvíček; přádelna bavlněné příze Honoré De Lisera (foto Zuzana Drahotušská 2005)



- Obr. 29 Semily; přádelna a tkalcovna bavlny Franz Schmitt (časopis Beton, 3/2013)
Obr. 30 Velké Hamry; přádelna bavlny Johanna Liebiega (časopis Beton, 3/2013)
Obr. 31 a 32 Žamberk; budova tkalcovny továrny na sukna Vonwiller a spol. (foto autor 2013)

5.3 Shrnutí vývoje použitých konstrukcí při výstavbě industriálních objektů v řešeném období

Jak již bylo uvedeno, na vývoji konstrukčního řešení průmyslových staveb můžeme pozorovat jejich přerod z výroby manufakturní na velkovýrobu tovární, včetně vývoje používaných stavebních materiálů, konstrukcí a jejich prvků. Postupně tak dochází k přechodu od přízemních budov k výstavbě budov patrových, včetně zapojení obvodových konstrukcí do nosného konstrukčního systému. Omezující masivní nosné stěny a prvky v půdorysu staveb, byly následně postupně nahrazovány otevřenou dispozicí, umožňující použití výrobních technologií bez výrazných prostorových omezení. Toho bylo docíleno především použitím nosné skeletové konstrukce tvořené soustavou sloupů, trámů, příčníků a jejich ztužení. Zpočátku byly skeletové stavby navrhovány s těžkou ztužující obálkou tvořenou masivní obvodovou stěnou. Ta byla posléze nahrazena lehkou fasádou podporovanou samotnou skeletovou konstrukcí, jenž se tak nově stala součástí vnější architektury budovy. Tento princip byl ve sledovaném období od 2. poloviny 18. století do začátku 20. století využíván výlučně u vícepatrových průmyslových budov. Teprve až následně, na přelomu 20. století se tento způsob výstavby začíná prosazovat u ostatních typů výstavby.

Prvními skeletovými stavbami byly průmyslové stavby vyžadující uvolněnou dispozici, se zaměřením na lehkou průmyslovou výrobu, tedy především textilní průmysl. První takto v polovině 18. století v Anglii stavěné přádelny měly však nejprve masivní obvodovou konstrukci zděnou z cihel nebo kamene, doplněnou vnitřní nosnou rámovou dřevěnou konstrukcí. Následně došlo k nahrazení dřevěných sloupů litinovými, stále však ve spojení s dřevěnými vodorovnými prvky, tedy průvlaky a konstrukcí stropů. Po té byly na konci 18. století průvlaky nahrazeny litinovými a stropní konstrukce provedeny jako nespalné z plochých cihelných kleneb. Po rozběhu výroby ocelových válcovaných profilů, byly v polovině 19. století litinové nosné prvky již plně nahazovány ocelovými.


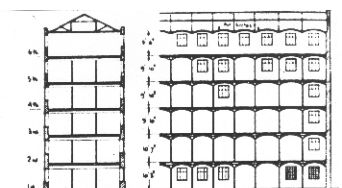



Dalším vývojovým krokem bylo využití železobetonu pro nosné konstrukční prvky na konci a 19. a počátku 20. století. Byly tak využívány kombinace železobetonových stropních desek podporovaných ocelovou nosnou konstrukcí

sloupů a průvlaků. Ty byly následně po zdokonalení technologie vyztužování betonu nahrazeny monolitickou železobetonovou konstrukcí. Tuhost této konstrukce následně umožnila plnohodnotné přenesení nosných sloupů na místo masivní obvodové stěny a tedy celkové odlehčení a variabilitu celé stavby. V první polovině 20. století přichází ploché stropní konstrukce bez viditelných průvlaků podporované pouze bodově hřibovými sloup.

Přehledně jsou tyto milníky použití nových konstrukčních materiálů u průmyslových staveb uvedeny dále v tabulce (tab. 1, str. 43). Následované tabulkou využití stavebních materiálů ve skeletových industriálních objektech (tab. 2, str. 44). V závěru doplněné tabulkou s přehledem užití stavebních konstrukcí používaných v architektuře ostatních staveb řešeného časového období (tab. 3a, str. 45 a tab. 3b, str. 46).

Shrnutí tohoto vývoje mimo jiné pokazuje na inovativnost konstrukčních řešení a architektury použité při průmyslové výstavbě jako předobraz dalšího masivního využití těchto nových konstrukčních řešení v architektuře ostatních soudobých staveb.

Použití nových konstrukčních materiálů u průmyslových staveb

konstrukce	stavba	náhled	časové období
<p>Masivní obvodová zděná konstrukce (kamenné a cihelné zdivo). Vnitřní rámová dřevěná konstrukce (předchůdce skeletu).</p>	<p>Manufakturní přádelna Johnna a Thomase Lombe, postavená v Derby. 1718 až 1722</p>		1. pol. 18. stol.
<p>Masivní obvodová zděná konstrukce. Litinové sloupy ve spojení s dřevěnými stropy s cihelnými klenbami.</p>	<p>Přádelna Kalika, postavená Williamem Struttem v Derby. 1792 až 1793</p>		2. pol. 18. stol.
<p>Obvodová zděná konstrukce. Litinové sloupy a průvlaky ve spojení s plochými cihelnými klenbami.</p>	<p>Přádelna Inu Flax Mill, Marsahal, Benyon and Bage (Bage's Mill), navržena Charlesem Bagem a postavená v Ditheringtonu u Shrewsbury. 1797</p>		konec 18. stol.
<p>Obvodová zděná konstrukce. Litinové nosné sloupy a I průvlaky s příčnými stabilizačními tyčemi, s plochými cihelnými klenbami.</p>	<p>Přádelna Philip a Lee, postavená Jamesem Watterem a Matthewem Boultonem ve Salfordu. 1801</p>		1. pol. 19. stol.
<p>Železobetonové sloupy, průvlaky a desky Provedení bez masivní obvodové stěny</p>	<p>Přádelna La Cité ve francouzském Mulhouse. 1900</p>		začátek 20 stol.
<p>Bodově podporované stropní železobetonové desky bez viditelných průvlaků.</p>	<p>Skladiště v Curychu s železobetonovými hřibovými stropy od Roberta Maillarta. 1910</p>		1. pol. 20. stol.

Tab. 1 Použití nových konstrukčních materiálů u průmyslových staveb (autor)

Využití stavebních materiálů ve skeletových industriálních objektech

Stavební materiál	Svislé konstrukce	Vodorovné konstrukce	Skelety	Typy objektů	Časové období
KERAMIKA	nosné stěny, obvodové stěny	klenby	sloupy	nespecifikované	nespecifik.
KÁMEN	nosné stěny, obvodové stěny	klenby	sloupy	nespecifikované	do konce 19. století
DŘEVO - řezivo	hrázděné	stropy, střechy, krovy	kompletní, kombinace	stodoly, sklady, krovy obecně	nespecifik.
- sbíjené	-	nosníky		haly	20. století
- lepené	stěny	nosníky, trámy	kompletní	haly, etážovky	2. ½ 20. století
KOV - litina	sloupy	nosníky, trámy	kompletní, kombinace	haly, etážovky, zastřešení	od ½ 18. stol. do konce 19. stol.
- železo	sloupy	nosníky, trámy	kompletní, kombinace	haly, etážovky, zastřešení	od ½ 19. století
- ocel	sloupy	nosníky, trámy	kompletní, kombinace	haly, etážovky, volné aparatury, speciální budovy, zastřešení	od začátku 20. století
ŽELEZOBETON	stěny, sloupy	desky, nosníky, trámy	kompletní, kombinace	nespecifikované	od r. 1897

Tab. 2 Využití stavebních materiálů ve skeletových konstrukcích, příklady typů objektů a časové období (Hodnocení staveb industriálního dědictví, kolektiv autorů, ČVUT v Praze 2015)

Přehled užití stavebních konstrukcí v architektuře dle časových období

Stavby v období od 2. pol. 18. stol. do pol. 19. stol.	Stavby v období od 2. pol. 19. stol.
popis období	
Závěr tradičního nízkopodlažního stavitelství. Velký sídelní rozvoj zejména na venkově, kde začíná masivní materiálová proměna ke zděným stavbám. Rozvoj nových druhů staveb. Stejnorodá kvalita stavební kultury.	Počátky novodobé sídelní a stavební expanze. Vzhledem k rozvoji železniční dopravy dochází k závěru tradičního regionálního užívání materiálů. Nárůst nových stavebních druhů s počátky vícepodlažní výstavby (nájemní domy). Nové stavby jsou převážně zděné i na venkově.
zdivo a nosné konstrukce	
Vrchol kultury dřevěných staveb na vesnici a následně odklon a přechod ke zděným stavbám. Masivní rozvoj zděných staveb i na vesnici. Zdivo převážně smíšené, roste podíl cihelného zdiva. Snížení podílu použití tesaného kamene. Zednické provedení a omítaný povrch na ostěních.	Všechny materiálové kombinace včetně tesaného kamenného povrchu. Výrazné použití režného cihelného zdiva (průmyslové stavby) Ve městech zcela běžné stavby z cihelného zdiva. U vícepatrových staveb zeslabování stěn po patrech směrem vzhůru (7,5 a 15 cm). Na venkově rozsáhlé přezdívaní starších dřevěných staveb. Opětovné použití dřevěných rámových stěn s vyzdívkou (převážně u drážních staveb). Vápenná malta, v závěru období nástup cementu, betonu a železobetonu. Nástup a rozvoj litinových a železných konstrukcí. Vodorovné ztužení u jednodušších staveb kotvením konců dřevěných trámů. U vícepatrových budov použití pásových železných kleštín.
klenby	
Převaha plackových kleneb, masivně používaných i na venkově, včetně vícelodního řešení s podporami. Podíl půlelipsově valených kleneb s pětibokými výsečemi i tradičních kleneb křížového typu. Posun k plošším profilům. U placek pak k obdélným pruským klenbám.	Užití všech typů kleneb. Postupně postup od plackových kleneb ke klenbám segmentovým, případně neckovým s klenutými pasy. V závěru období nástup nosných ocelových válcovaných profilů.
stropy	
Trámové omítané stropy (pohledové trámové stropy pouze ojediněle na venkově). Dvouvrstvé kladení trámů nebo v závěru iluzivních kleneb.	Trámové s omítanými podhledy, následně v náročnějším provedení s oddělenou konstrukcí pro podlahu a podhled (požární hledisko). Na venkově často stropy typové. V závěru období nástup ocelových válcovaných profilů namísto trámů s vkládanými trámky, později s cihelnou nebo betonovou výplní.

Tab. 3a Přehled užití stavebních konstrukcí dle časových období (Konstrukce historických staveb, ŠKABRADA Jiří, ARGO, 2003) – doplněno autorem

krovy

Základní typ krovu hambalkový se dvěma stojatými stolicemi, u větších rozponů navíc se středním věšadlem se vzpěrami.

Na venkově doznívání použití ležatých stolic, včetně mansardových tvarů krovu.

Zpracování dřeva nadále ruční, v převaze jsou čepované spoje s kolíky. Železné spoje kované, šrouby se čtvercovými matkami.

Počátky nástupu vaznicových krovů s nižším sklonem (šikmo vzepřené stolice) a užití Rankova krovu.

Na venkově přetrvává užití hambalkové a Rankovy soustavy krovu.

U větších staveb a ve městech postupná převaha vaznicových krovů s půdními nadezdívkami, podporované sloupky a kleštinami. Taktéž použití hřebenové vaznice.

Spoje se šrouby se čtvercovými matkami.

Počátky užití ocelových táhel a styčnicků v kombinaci se dřevěným krokem. První stavby s celoodcelovými krovy.

schody a schodiště

Ve větších objektech víceramenné schody barokního typu s plackovými a půlelipsově valenými segmentovými klenbami, s kobylicími hlavami s postupným přechodem k segmentovým pasům, se sloupovými nebo pilířovými podporami.

Zděné a klenuté schodiště se stává běžnější i ve venkovských zděných domech.

V městských domech nástup schodišť půlkruhového tvaru, z počátku se zděným vřetenem, později visutých s volným zrcadlem se vzájemně zaklesnutými vetknutými stupni.

Schodišťové stupně zděné i dřevěné, v závěru tesaného kamene (vetknuté stupně).

Pokračování půlkruhových visutých schodišť. Později návrat k rovnoramenným půdorysům.

Postupné použití ocelových prvků ve schodnicích a podezdávkách, klenutých neckovými nebo segmentovými klenbami. Schodišťové stupně především z tesaného kamene.

povrchy

Převaha zcela omítaných povrchů. Barevné nátěry v tlumenějších chladnějších odstínech (oproti baroku). S pastelovou plochou a býlími vystupujícími pásy a lemováním otvorů.

Všechny povrchové úpravy včetně rezného zdiva. Konec masivních a počátek tenkostěnných kamenných obkladů.

další prvky

Kovová kovaná zábradlí s motivy hrotitých oblouků, postupně nástup litinových tyčových prefabrikátů.

Dlažby z tesaného kamene nebo keramické.

Podlahy prkenné a nástup parketových podlah u městských domů.

Zábradlí převážně litinová z tyčových, později plochých velkoplošných prefabrikátů.

Dlažby kamenné, keramické, cementové a teracové.

Běžné podlahy prkenné na polštářích, v náročnějším prostředí parketové a v závěru období vlysové.

6 HODNOCENÍ, PRŮZKUMY A PAMÁTKOVÁ OCHRANA INDUSTRIÁLNÍCH OBJEKTŮ PRŮMYSLOVÉHO DĚDICTVÍ

6.1 Výchozí stav

Industriální objekty průmyslového dědictví mohou mít nebo spíše mají nezanedbatelnou nebo významnou architektonickou, urbanistickou, historickou, technickou či technologickou hodnotu. Tyto objekty, u nichž v drtivé většině došlo k opuštění nebo spíše „přežití“ původní funkce, pro kterou byly zbudovány, bývají nevyužité nebo opuštěné, i když jsou velmi často situovány v lukrativních územích a to buď jako samostatné výrobní objekty nebo jako celé výrobní průmyslové zóny. Nепrovádění základní údržby a ponechání na pospas přírodním vlivům vede k jejich výrazné degradaci a snižující se životnosti.

Průmyslové výrobně-technické objekty lze z pohledu časového období rozdělit na předindustriální a industriální, kdy každému období odpovídá i úroveň technického pokroku nebo úroveň stavebních technologií. Dle původního účelu, pro který byly vybudovány, lze pak rozdělit průmyslové objekty na jednoúčelové, kombinované a víceúčelové objekty. Toto základní dělení pak také předurčuje, resp. omezuje míru jejich možného dalšího využití pro jiné účely, než pro které byly vybudovány.

Pro rozhodnutí jak s těmito objekty dále nakládat je nutné provést jejich průzkum a hodnocení a to jak z pohledu stavu, životnosti nebo únosnosti použitých materiálů či konstrukcí, tak z pohledu památkové ochrany. Závěry z těchto hodnocení pak hrají důležitou roli ve volbě dalšího postupu.

6.2 Hodnocení stavebních materiálů, konstrukcí a prvků používaných při výstavbě industriálních objektů průmyslového dědictví z pohledu jejich životnosti a únosnosti

Hodnocení popisovaných stavebních materiálů, konstrukcí a prvků používaných v řešeném časovém období, tedy od 2. poloviny 18. století do začátku 20. století, z pohledu jejich životnosti a únosnosti se odvíjí mimo jiné od

možnosti získání informací a podkladů o způsobu jejich výroby nebo provádění. A to jak ve výrobních závodech, tak i přímo v místě výstavby. Obecně lze říci, že nedostatek těchto informací v konfrontaci s nyní platnými normovými a legislativními požadavky, činí velké obtíže při plánovaných rekonstrukcích, či konverzích historických budov obecně. Ne jinak je tomu i u řešených industriálních objektů a to především proto, že při výstavbě těchto budov byly ve většině případů používány na svou dobu novátorské postupy či materiálové specifikace nebo způsoby použití prvků a konstrukcí, často jdoucí za rovinu tehdejších poznatků či zvyklostí a s předpokladem jakési nezničitelnosti těchto na svou dobu nových materiálů a konstrukcí.

Pro hodnocení spolehlivosti industriálních objektů průmyslového dědictví lze vycházet z nyní platných normových požadavků pro hodnocení stavebních konstrukcí (ČSN ISO 13822 (73 0038) Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí), vždy však s přihlédnutím k původní funkci a období vzniku konstrukcí, tak aby nedocházelo vlivem zkreslených výsledků hodnocení k přílišným či přehnaným požadavkům na destrukce, odstraňování prvků nebo demolice nad rámec skutečné potřeby. Vždy by pak mělo být cílem zachování charakteru stavby, jejích prvků a její celistvosti.

V hodnoceném období byly zpočátku stavby prováděny na základě znalostí a zkušeností autora, architekta či stavitele. Teprve v 2. pol. 19. století se stává znalost základních postupů návrhu a ověřování průřezových veličin či osových nebo vnitřních sil v konstrukcích postupně užívanou praxí. Přetrvává však absence zkoušek používaných materiálů. Na přelomu 19. a 20. století jsou pak již postupně úředně stanovovány přípustné hodnoty namáhání a popisovány jednotné postupy provádění zkoušek materiálů a konstrukcí, jejímž výsledkem je postupné sjednocení a ustálení kvality provedení. Taktéž jsou prefabrikované výrobky katalogizovány a přehledně popisovány jejich vlastnosti a parametry (obr. 33, str. 50).

V průběhu řešeného časového období jsou však zdokumentovány i kolapsy stavebních prvků a konstrukcí. Například u zděných konstrukcí tomu tak mohlo být jak vlivem možné kolísající kvality zdících prvků, tak především také přehnanou snahou o úsporu pojiva nebo i jeho nekvalitou způsobenou přípravou

v místě stavby (hašení vápna, atd.). Tomu se dělo jak u industriálních, tak i u civilních staveb, zastoupených například narychlo budovanými činžovnými domy.

Jako pravděpodobně z dnešního pohledu nejchoulostivější, se jeví chování a možnost posouzení litinových konstrukcí. Ty tvořily počáteční stavebnicový prvek – prefabrikát, který byl možný vyrábět do zásoby. U litiny jako stavební materiálu pak z počátku často docházelo ke kolapsu především z důvodu neschopnosti přenášet tahové namáhání, které navíc nebylo u složitých spojených konstrukcí často autory návrhu předpokládáno.

Obecně je známo, že k porušení konstrukcí dochází vždy v nejslabším místě. Takovými místem pak byly často v případě dalšího typu konstrukcí, tedy kovových nýtovaných příhradových a složených konstrukcí, jejich nýtové spoje. A to vzhledem k tomu, že nýty byly finálně opracovávány až v místě montáže konstrukce, což s sebou neslo problémy kolísáním kvality provedení takto řešených spojů.

Taktéž u betonových staveb docházelo k výkyvům kvality provedení a to především z důvodu plynoucích z nekvality prvních cementů nebo nedostatečnému vyztužení vkládanými železnými výztuhami a jejich následné nízké únosnosti.

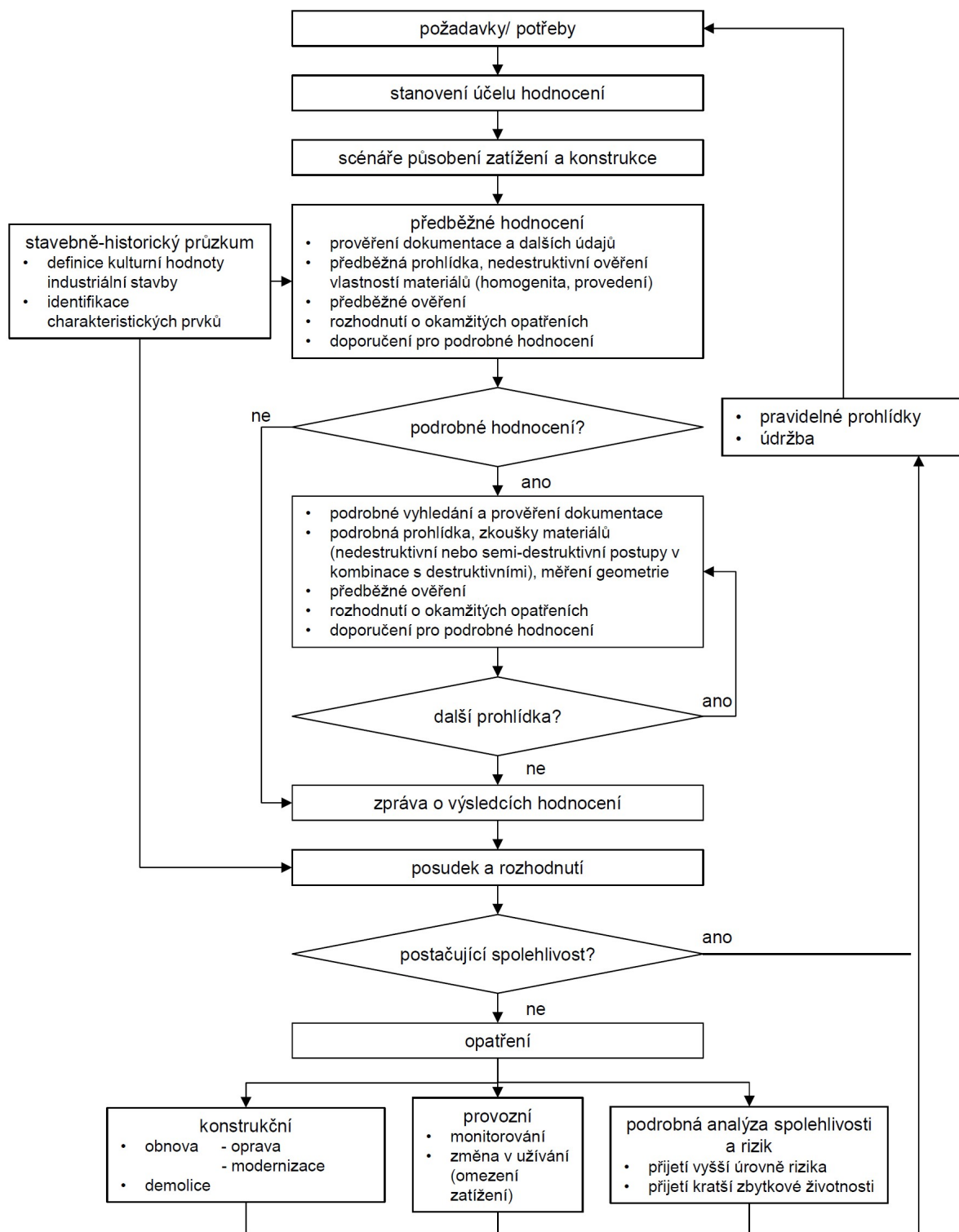
V těchto výše uvedených i jiných případech se tak kromě zásadního vlivu autora návrhu nebo kvality výroby materiálů nebo výrobku ve výrobním závodě, jasně dává do popředí vliv způsobu a provedení v místě montáže těchto konstrukcí a prvků, jenž se tak jeví nejslabším místem z pohledu jejich hodnocení.

Dalším z odstupů času nevyzpytatelným vlivem byla snaha snížení finanční náročnosti výstavby, která mohla vést opět až k destrkcím takto zbudovaných konstrukcí.

Nezanedbatelný vliv na stav staveb má odvětví, pro které byly využívány. Pro každé průmyslové odvětví jsou typické určité degradační procesy, které ohrožují všechny typy stavebních materiálů nebo konstrukcí. Přehledně jsou degradační procesy uvedeny dále v tabulce (tab. 4a, str. 50 a tab. 4b, str. 51).

Degradační proces	Odvětví průmyslu
Chemické vlivy	
Koroze I. druhu	vodní stavby – účinky tzv. hladových vod
Koroze II. druhu	<ul style="list-style-type: none"> • chemický průmysl – výroba hydroxidu sodného, výroba sody • textilní a kožedělný průmysl – proces bělení, změkčování a čištění surové kůže • potravinářský průmysl – konzervárny – značně kyselé prostředí, používání solí, octových nálevů, přítomnost mastných kyselin • papírenský průmysl – výroba celulózy • strojírenský a kovozpracující průmysl – odstraňování oxidu železnatého - mořením v lázních obsahujících kys. sírovou a chlorovodíkovou; pokovovací lázně – kyselý charakter • zemědělství – sklady hnojiv • dopravní stavby – chloridy z rozmrazovacích solí
Koroze III. druhu	<ul style="list-style-type: none"> • chemický průmysl – výroba hydroxidu sodného, výroba sody • vodní stavby – účinek přírodních i průmyslových odpadních vod se zvýšenou koncentrací síranů
Působení olejů	téměř všechny mechanické provozy bez ohledu na průmyslové odvětví
Působení plynného prostředí	<ul style="list-style-type: none"> • hutní průmysl – výroba železa a oceli – vznik pecních plynů (CO, CO₂, H₂S, SO₂) • všechna odvětví – působení oxidu uhličitého - karbonatace betonu
Biologické vlivy	
Vliv vegetace	všechna odvětví
Vliv mikroorganismů	vodní stavby – stoky – působení sírných bakterií
Vliv hmyzu	stavby ze dřeva
Vliv mikroklima stájových konstrukcí	průmyslová odvětví, kde byly součástí jejich areálu stáje

Tab. 4b Přehled degračních procesů industriálních staveb (Hodnocení staveb industriálního dědictví, kolektiv autorů, ČVUT v Praze 2015)



Obr. 34 Vývojový diagram obecného postupu hodnocení konstrukcí industriálních staveb (Hodnocení staveb industriálního dědictví, kolektiv autorů, ČVUT v Praze 2015)

Obecně lze při hodnocení postupovat dle schematického diagramu hodnocení konstrukcí staveb s podporou stavebně historického průzkumu SHP (obr. 34, str. 52).

Závěrem je možné konstatovat, že samotný způsob hodnocení nebo vnímání životnosti staveb či konstrukcí se mění jednak vlivem času, tedy i vlivem trvání jednotlivých staveb či jejich konstrukčních částí, dále pak i vlivem způsobu a možností provádění průzkumů, výpočtů či zkoušek. Při hodnocení stability, tuhosti nebo materiálových vlastností je tak třeba si vždy uvědomit a brát v potaz časové období vzniku provádění konstrukcí, ale i průběh využití objektů z nich postavených, při kterém mohlo docházet vlivem změny ve využití k poškození, a dále pak i hodnotit vliv průběžné údržby nebo případných poškození vnějšími s užitím nesouvisejícími vlivy.

6.3 Průzkumy a památková ochrana industriálních objektů průmyslového dědictví

Z pohledu ochrany industriálních objektů průmyslového dědictví svou nezanedbatelnou roli hraje Charta industriálního dědictví TICCIH, zveřejněná v červnu 2003 na XXII. Kongresu TICCIH, konaném v ruském Nižném Tagilu. Na tomto shromáždění bylo delegáty prohlášeno, že:

„Stavby a konstrukce vytvořené pro průmyslovou činnost, výrobní procesy a nástroje v nich užívané, města i krajiny, v nichž se nalézají, spolu s jejich veškerými hmotnými i nehmotnými projevy, mají zásadní význam. Měly by být studovány, jejich historie vyučována, smysl a dosah zkoumány a získané poznatky široce zpřístupněny. Nejvýznamnější či charakteristické příklady je třeba rozpoznat, chránit a udržovat pro dnešní i budoucí využití“ [1].

Definice průmyslového dědictví

Průmyslové dědictví sestává z pozůstatků průmyslové kultury, jež mají historickou, technickou, sociální, architektonickou a vědeckou hodnotu. Těmito pozůstatky mohou být budovy a strojní vybavení, dílny, továrny, doly a lokality, sloužící ke zpracovávání a zušlechťování surovin, sklady, místa, v nichž je vyráběna, přenášena a využívána energie, doprava a veškerá infrastruktura, právě tak jako místa společenských aktivit, spojených s průmyslem jako jsou bydlení, náboženství nebo vzdělávání.

Hodnoty průmyslového dědictví

- I. Průmyslové dědictví dokládá činnost, jež měla a má hluboké historické důsledky. Pohnutky k jeho ochraně vycházejí z univerzální hodnoty, spíše než z ojedinelosti specifických míst.*
- II. Průmyslové dědictví představuje společenskou hodnotu, dokládá životy obyčejných lidí a tak prohlubuje potřebné vědomí identity. V dějinách výroby, strojírenství a stavitelství představuje hodnotu technickou a vědeckou, a svým architektonickým a urbanistickým řešením může představovat i výraznou hodnotu estetickou.*

[1] Charta průmyslového dědictví TICCIH, ČVUT v Praze, 2013, ISBN 978-80-01-05235-8

III. Tyto hodnoty jsou vlastní samotným místům, areálům, jejich uspořádání, součástí a strojnímu vybavení, i průmyslovým krajinám, písemným doklady a nehmotným záznamům obsaženým v lidských vzpomínkách a zvycích.

IV. Vzácnost, ojedinělé přežívání jedinečných výrobních postupů nebo stavebních a urbanistických typů, znamená zvláštní hodnotu, která má být pečlivě stanovena. Rané či průkopnické příklady jsou obzvláště cenné.

Z pohledu památkové péče lze dle zákona č. 20/1987 Sb. rozdělit dle typu památkové ochrany chráněné stavby nebo soubory na čtyři úrovně a sice: nemovité kulturní památky, národní kulturní památky, památkově chráněná území a památky UNESCO. Do tohoto typu členění pak spadají i industriální objekty průmyslového dědictví.

Průzkumy a hodnocení vedoucí k památkové ochraně budov vychází z obecné metodiky památkové ochrany. Hlavním z používaných nástrojů je pak stavebně historický průzkum (SHP).

Stavebně historický průzkum je obecně známou a uznávanou metodou stanovující formu a obsah zkoumání i utřídění poznatků o historických budovách obecně, jehož hlavním cílem je shromáždění a vyhodnocení dostupných informací, případně pak specifikace následných doplňujících průzkumů. Jeho provádění je odborná činnost, jejíž výsledek slouží především potřebám památkové péče a ochrany řešeného objektu.

Stavebně historický průzkum je pak souborem všech v době jeho zpracování známých a dosažených informací, poznatků a závěrů od doby vzniku posuzované stavby nebo souboru až do doby jeho vyhotovení. Výstupem jsou pak kromě těchto informací i grafické výstupy (obr. 35, str. 56) nebo doporučení jak s posuzovanou památkou dále nakládat.



1. pol. 19. stol.
 2. pol. 19. stol.
 zač. 20. stol.
 1. pol. 20. stol.
 2. pol. 20. stol.

- | | |
|--|--|
| <p>A – přízemí - expedice, vlkovna, kanceláře
 – 1. patro - přádelna
 – 2. patro - tkalcovna nová
 – 3. patro - vyšívárna</p> <p>B – přízemí - přádelna, valcha
 – 1. patro - mykárna
 – 2. patro - tkalcovna stará</p> <p>C – přízemí - lisovna, sklad
 – 1. patro - přádelna
 – 2. patro - skárna</p> <p>D – sociální zařízení</p> <p>E – přízemí - sklady
 – 1. patro - brdárna
 – 2. patro - snovárna</p> <p>F – přízemí - kovárna, truhlárna
 – 1. patro - kanceláře
 – 2. patro - vzorkovna, soukárna</p> <p>G – přízemí - bufet, sklady, kanceláře
 – 1. patro - závodní jídelna, kuchyň</p> | <p>H – přízemí - sklady
 – 1. patro - stříhárna
 – 2. patro - nopirna</p> <p>I – sklad, ordinace, zámečnická dílna</p> <p>J – strojovna parního stroje</p> <p>K – kotelna</p> <p>L – pomocné sklady</p> <p>M – garáže</p> <p>N – čistírna odpadních vod</p> <p>O – barevna</p> <p>P – dekaturná suchá / mokrá</p> <p>Q – sklad, prodejna, garáže, závodní klub</p> <p>R – trafostanice</p> <p>S – vrátnice</p> <p>T – továrníkova vila</p> <p>U – strojovna vodních turbín</p> |
|--|--|

Obr. 35 Ukázka situace s označením stavebních objektů v areálu objektu Továrny na sukna Vonwiller a spol., se sídlem v Žamberku (výňatek ze SHP, vyhotovený autorem v 2014)

Při průzkumech a hodnocení je stanovována jako jedna z hlavních hodnot autenticita hodnocené stavby nebo souboru. Včetně posouzení pozdějších stavebních zásahů. Pro posouzení míry této autenticity je jedním z nejdůležitějších bodů zachování původních stavebních materiálů, prvků a detailů.

U jednoúčelových industriálních staveb je součástí hodnocení i zachovalá technologie výroby. A to z důvodu, že právě tato technologie v převážné míře stavbu tvoří. Příkladem jsou stavby vysokých pecí, důlní stavby, atp.

U víceúčelových industriálních staveb je zachovalá technologie vnímána jako jakýsi nadstandard a to z důvodu její časté nedostupnosti vlivem jejího odstranění při v minulosti prováděných zásazích. Autenticita je tak vnímána spíše ve vztahu na posuzované industriální stavby jako konstrukce takové.

Při hodnocení staveb s kulturní hodnotou jsou využívány normové požadavky uvedené v ČSN ISO 13822 a ČSN 73 0038 a hodnotí se především způsobilost konstrukce (její funkčnost, stabilita, únosnost, atp.) a hledisko kulturní hodnoty reprezentované především celistvostí charakteristických prvků stavby nebo konstrukce a její autenticita. Tato hodnocení jsou však do jisté míry subjektivní a vždy musí prováděna s přihlédnutím k původní funkci a období vzniku konstrukcí, tak i regionálním podmínkám (shodně jako u hodnocení industriálních objektů průmyslového dědictví z pohledu jejich životnosti a únosnosti).

Při plánovaných stavebních úpravách s kulturní hodnotou, jejichž podkladem je výše uvedené hodnocení, musí být pak vždy cílem zachování charakteru stavby, jejích prvků a její celistvosti a autenticity!

7 ZÁVĚR

7.1 Shrnutí zjištění a závěrů disertační práce

Doktorská disertační práce mapuje a shrnuje vývoj historických stavebních konstrukcí a konstrukčních řešení a jejich postupné zavádění při výstavbě průmyslových budov v časovém období od 2. poloviny 18. století do začátku 20. století, tedy v období průmyslové revoluce a jejího doznívání. Podporované základním zmapováním a shrnutím vývoje, výroby a způsobu zpracování na svou dobu nových stavebních materiálů. Včetně doložení prvního použití v tomto období nových pokrokových, progresivních stavebních materiálů a z nich tvořených konstrukcí při výstavbě.

Předkládané poznatky a informace ve výsledku dokládají, že motorem vývoje nových pokrokových, progresivních stavebních materiálů a z nich tvořených konstrukcí byla potřeba průmyslové výroby a s tím související výstavba průmyslových budov, která tak byla předobrazem dalšího masivního využití těchto nových stavebních materiálů a konstrukcí v architektuře.

7.2 Přínos disertační práce

Předkládané zmapování a shrnutí vývoje historických stavebních konstrukcí a konstrukčních řešení a jejich postupného zavádění při výstavbě průmyslových budov v řešeném časovém období, tedy od 2. poloviny 18. století do začátku 20. století, doplněné o základní popis a shrnutí vývoje, výroby a způsobu zpracování nových stavebních materiálů přináší nový pohled na řešené téma a seskupuje jinak roztříštěné informace, které jsou uváděny částečně nebo odděleně.

Hlavním přínosem předkládané doktorské disertační práce je předložení jiného pohledu na téma průmyslového dědictví, a sice z úhlu vývoje, výroby a využití nových progresivních stavebních materiálů a konstrukcí zaváděných ve výstavbě a ověření stanovené hypotézy „Inovace v průmyslu a v průmyslové výstavbě vedly k inovacím ve výrobě a následnému použití nových stavebních materiálů a konstrukcí. Nové materiály

a konstrukce tak byly navrhovány, zkoušeny a prováděny nejprve při výstavbě průmyslových staveb a poté následně běžně použity v architektuře“.

Soupis pramenů použitých pro disertační práci

Použitá literatura a periodika (řazeno abecedně dle titulu)

- (1) ZATLOUKAL Pavel, *Architektura 19. století*, Praha, Správa Pražského hradu a DaDa, a.s., 2001, první vydání, ISBN 80-86161-39-0
- (2) CLEGG Elizabeth, *Art, design and architecture in central Europe 1890 - 1920*, Yale university press, 2006, ISBN 0-300-11120-7
- (3) DEPLAZES Andrea, *Constructing Architecture: Materials, Processes, Structures*, Springer Science & Business Media, 2005, ISBN 3764371900, 9783764371906
- (4) SEIDLEROVÁ Irena, DOHNÁLEK Jiří, *Dějiny betonového stavitelství v českých zemích do konce 19. století*, Praha, ČKAIT, 1999, první vydání, ISBN 80-86364-01-1
- (5) URLICH Petr, ŠEVČÍK Oldřich, ŠKRANC Pavel, *Dějiny 19. a 20. století, Architektura, umění, filosofie, věda a technika*, ČVUT v Praze, 1997, ISBN 80-01-01705-2
- (6) VÁCHA, Jaroslav, *Historický vývoj tenkostěnných ocelových konstrukcí*, Časopis STAVEBNICTVÍ, 03/2013, Praha, EXPO DATA a ČKAIT 2013, ISSN 1802-2030
- (7) SÝKORA Miroslav, MARKOVÁ Jana, kolektiv autorů, *Hodnocení industriálních staveb*, ČVUT v Praze, 2015, ISBN 978-80-01-05866-4
- (8) *Charta průmyslového dědictví TICCIH*, ČVUT v Praze, 2013, ISBN 978-80-01-05235-8
- (9) ŠKABRADA Jiří, *Konstrukce historických staveb*, ARGO, 2003, první vydání - dotisk, ISBN 80-7203-548-7
- (10) Kolektiv autorů, *Péče o architektonické dědictví – sborník prací I. díl*, IDEA SERVIS, 2008, první vydání, ISBN 978-80-85970-59-3
- (11) Kolektiv autorů, *Péče o architektonické dědictví – sborník prací II. díl*, IDEA SERVIS, 2008, první vydání, ISBN 978-80-85970-62-3
- (12) Kolektiv autorů, *Péče o architektonické dědictví – sborník prací III. díl*, IDEA SERVIS, 2008, první vydání, ISBN 978-80-85970-67-8
- (13) GARKISCH Miloš a kolektiv, *Příběhy pražských cementáren*, Praha, 2011, ISBN neuvedeno
- (14) PAULINYI Ákoš, *Průmyslová revoluce. O původu moderní techniky*, ISV, 2002, první vydání, ISBN 80-86642-02-X

-
- (15) HOFMANN Gustav, *Rozpravy NTM č. 34, Komorní železářny na Podbrdsku*, Praha, NTM, 1968, ISBN neuvedeno
- (16) Kolektiv autorů, *Rozpravy NTM č. 94, Z dějin hutnictví 12*, Praha, NTM, 1984, ISBN neuvedeno
- (17) Kolektiv autorů, *Rozpravy NTM č. 98, Z dějin hutnictví 13*, Praha, NTM, 1985, ISBN neuvedeno
- (18) ŠENBERGER Tomáš, *Rozpravy NTM č. 137, Rekonstrukce výrobně-technických staveb k novým účelům*, Praha, NTM, 1995, ISBN 80-7037-044-0
- (19) Kolektiv autorů, *Rozpravy NTM č. 188, Z dějin hutnictví 34*, Praha, NTM, 2004, ISBN 80-7037-135-8
- (20) Kolektiv autorů, *Rozpravy NTM č. 194, Z dějin hutnictví 35*, Praha, NTM, 2005, ISBN 80-7037-143-9
- (21) MACEK Petr, *Standardní nedestruktivní stavebně-historický průzkum*, Praha, Státní ústav památkové péče, 2001, 2. doplněné vydání, ISBN 80-86234-22-3
- (22) Kolektiv autorů, *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku I. díl*, Libri, 2008, dotisk prvního vydání, ISBN 80-7277-043-8
- (23) Kolektiv autorů, *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku II. díl*, Libri, 2002, první vydání, ISBN 80-7277-044-6
- (24) Kolektiv autorů, *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku III. díl*, Libri, 2003, první vydání, ISBN 80-7277-045-4
- (25) Kolektiv autorů, *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku IV. díl*, Libri, 2004, první vydání, ISBN 80-7277-160-4
- (26) BEČKOVÁ Kateřina, *Továrny a tovární haly - 1.díl*, PASEKA, 2011, první vydání, ISBN 978-80-7432-122-1
- (27) BEČKOVÁ Kateřina, *Továrny a tovární haly - 2. díl*, PASEKA, 2013, první vydání, ISBN 978-80-7432-255-6
- (28) BEČKOVÁ Kateřina, *Továrny a tovární haly - 3. díl*, PASEKA, 2014, první vydání, ISBN 978-80-7432-447-5
- (29) FOLTA Jaroslav, HOŘEJŠ Miloš, *Továrny strojírenské techniky v 19. a 20. století*, NTM, 2005, ISBN 80-7037-147-1
- (30) BEČKOVÁ Kateřina, *Zmizelá Praha - Nádraží a železniční tratě*, PASEKA, 2009, první vydání, ISBN 978-80-7185-991-8
- (31) Kolektiv autorů, *Velké dějiny zemí Koruny české*, PASEKA, 2009, ISBN 978-80-7432-001-9
-

Další použité zdroje a prameny

Národní technické muzeum v Praze, Kostelní 1320/42, 170 00 Praha 7

Výzkumné centrum průmyslového dědictví FA ČVUT, Thákurova 9/2700,
166 34 Praha 6

Česká televize, Archiv dokumentární tvorby, Kavčí hory, 140 70 Praha 4

Webové prezentace dotčených objektů

a další

