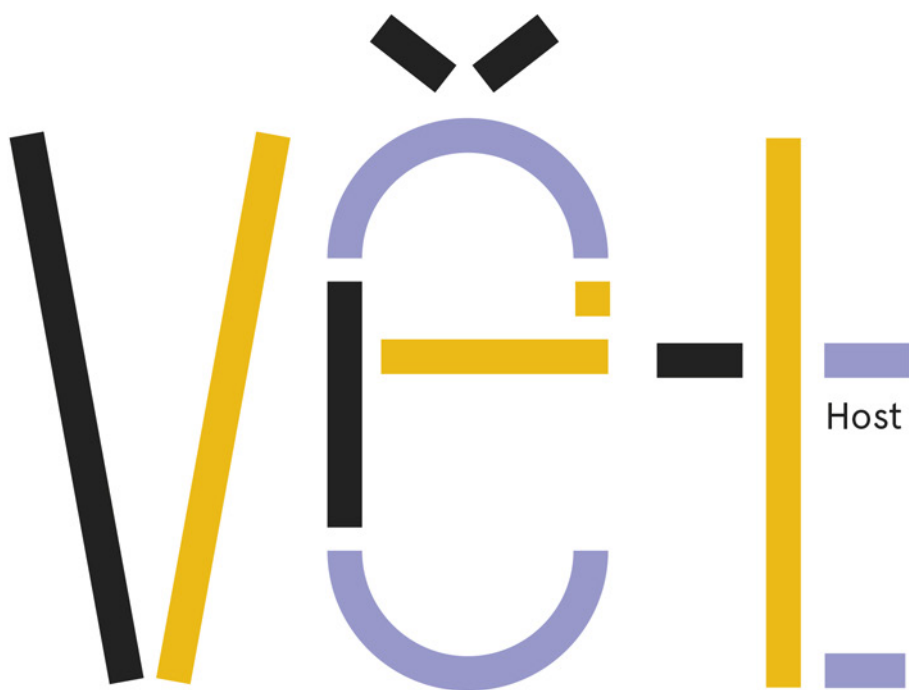


Roma Agrawalová

Stavět



Skryté  
příběhy  
budov



Host

Roma Agrawalová

S-t-a

š

v-ě-|

Brno  
2019

# Obsah

Poschodí	11
Síla	17
Oheň	49
Hlína	63
Kov	75
Kámen	93
Nebe	109
Země	139
Prázdkno	155
Čisto	169
Uklizeno	185
Vzor	203
Most	219
Sen	241
Poděkování	247
Seznam literatury	250
Rejstřík	258
Seznam vyobrazení	266

# Poschodí

V levé ruce svírám oblíbeného plyšového kocoura a bojím se, abych ho neztratila. Druhou rukou se pevně držím máminy sukničky. Vyděšená a zároveň nadšená neznámým světem, který proudí okolo mě, se odmítám pustit jediných dvou známých věcí.

Když si dnes vzpomenu na Manhattan, vždycky si vybavím svou první návštěvu. Byla jsem malá, zvědavá děcko a všechno mi připadalo cizí: podivný zápach z výfuků aut, křik pouličních prodavačů limonády, davy spěchajících lidí, kteří do sebe neustále vrážejí a nikdy se neomluví. Pro dítě vyrůstající na venkově to byl nepopsatelný zážitek. Místo otevřeného nebe zakrývaly oblohu skleněné a ocelové věže. Co je to za nestvůry? Dá se na ně vylézt? Jak vypadají z výšky? Když mě maminka vláčela ulicemi, mohla jsem si ukrotit hlavu. Klopýtala jsem za ní, omámená pohledem na pilíře dotýkající se samotných nebes.

Doma jsem se je snažila napodobit a pomocí malinkých jeřábů stavěla celé bloky obytných budov. Ve škole jsem na velké čtvrtky papíru malovala dlouhé, zářivě barevné obdélníky. Na to kouzelné místo jsem se pravidelně vracela dalších třicet let a obdivovala nové věže, které přibývaly na měnícím se panoramatu města. New York se nadobro stal součástí krajiny mé duše.

V Americe jsme žili několik let. Nebydleli jsme ve městě s velkolepými mrakodrapy, které na mě při návštěvách

Manhattanu tak zapůsobily, ale ve starém rozvrzaném domku daleko v kopcích. Otec pracoval jako elektroinženýr. Když mi bylo šest let, dal výpověď a převzal v Bombaji rodinný podnik. Zničehonic jsem se ocitla v sedmiposchoďové betonové věži s výhledem na Arabské moře. Když za mnou po dlouhé a nebezpečné cestě v přepravním kontejneru konečně doputovaly všechny barbíny, bylo třeba je co nejpohodlněji ubytovat. Taťka rozprostřel na podlaze velké bílé prostěradlo, aby se neztratila žádná součástka, a pomohl mi sestavit mé staré jeřáby. Za hlasitého bzučení jsem zvedala dlouhé plastové roury, přesouvala kusy bílého kartonu a skládala z nich domečky pro panenky. Dost možná to byl první krok mé budoucí kariéry.

Americký přízvuk a — jak brzy uvidíte, pokud jste si toho ještě nevšimli — sklon chovat se tak trochu jako *geek* mi pobyt v nové škole příliš neusnadňovaly. Spolužáci mě měli za „šprtku“, ale postupem času jsem si našla pár přátel a učitelů, kteří mě „brali“. Vybavena velkými brýlemi se zlatými obroučkami jsem hltala učebnice fyziky a zeměpisu a zamilovala se do výtvorné výchovy. Trochu jsem zápasila s chemií, dějepisem a jazyky. Maminka pracovala jako programátorka, ale na vysoké škole studovala přírodní vědy a matematiku. Všechno podporovala můj rostoucí zájem o studium a zásobovala mě četbou a domácími úkoly navíc. Láska k matematice a přírodním vědám mi vydržela po celou dobu studia, a tak jsem se nakonec rozhodla, že až vyrostu, bude ze mě astronautka nebo architektka. Tenkrát jsem ještě neměla ponětí, kdo je „stavební inženýr“, a nemohla jsem tušit, že jednoho dne budu pracovat na stavbě velkolepého mrakodrapu jménem The Shard.

Protože jsem se ráda učila, rodiče rozhodli, že je načase, abych si rozšířila obzory. Poslali mě studovat do zahraničí. A tak jsem se v patnácti ocitla v Londýně a začala se připravovat na A level z matematiky, fyziky a designu. Znovu jsem se ocitla v nové škole a nové zemi. Najít spřízněnou duši mi tentokrát

nedalo tolik práce. Brzy jsem se seznámila se spolužačkami, kterým Faradayův zákon připadal stejně fascinující jako mně a dobrovolně trávily odpoledne ve školní laboratoři. Skvělí učitelé mě dovedli až ke studiu fyziky na vysoké škole. Přestěhovala jsem se do Oxfordu.

Na střední škole mi fyzika dávala smysl, ale na univerzitě to — alespoň ze začátku — bylo něco úplně jiného. Může se světlo chovat jako vlna a zároveň jako soubor částic? Je časoprostor zakřivený??? Dokáže matematika vysvětlit cestování časem!? Byla jsem nadšená, ale šla mi z toho hlava kolem. Ve srovnání s ostatními studenty jsem si připadala o krok pozadu, a když už jsem konečně něco pochopila, měla jsem neskutečnou radost. Hodiny strávené v knihovnách jsem prokládala lekce mi baletu a latinskoamerických tanců. Postupně jsem se naučila práť, vařit (i když to, jak sami uvidíte, není žádný zázrak) a postarat se sama o sebe. Čas ve společnosti fyziky příjemně plynul a dětský sen prozkoumat vesmír a stát se architektkou mizel v nenávratnu. Nevěděla jsem, co si počít se svým životem.

Jednou v létě jsem si našla práci na oddělení fyziky Oxfordské univerzity. Dostala jsem za úkol vypracovat seznam ochranných požárních prvků jednotlivých laboratoří. Nebylo to zrovna něco, čím bych změnila svět, ale lidé okolo mě pracovali na projektech, které k tomu neměly daleko. V jedné z laboratoří se inženýři pokoušeli sestrojít zařízení, které by fyzikům umožnilo pátrat po částicích nezbytných pro chod vesmíru. Jak si jistě dokážete představit, zasypala jsem je přívalem zvědavých otázek a s úžasem poslouchala, co všechno jejich práce obnáší. Snažili se sestrojít kovový držák na skleněnou čočku — na tom nic není, řeknete si —, jenomže celé zařízení muselo vydržet teplotu minus sedmdesát stupňů Celsia. Kov se smršťuje více než sklo, a pokud se vše pečlivě nenavrhne a nepropočítá, čočka prostě praskne. I když se jedná o malinký střípek v nekonečném labyrintu mnohem složitějších přístrojů a zařízení, úkol

vyžaduje komplexní a tvůrčí přístup. Hledáním možného řešení jsem strávila hodiny volného času.

A pak mi to došlo: chci pomocí fyziky a matematiky řešit skutečné problémy a zlepšovat svět okolo nás! V tu chvíli se mi z hlubin paměti vynořila dětská láska k mrakodrapům. Stanu se stavební inženýrkou a budu navrhovat domy! Abych se z fyzicky stala inženýrkou, studovala jsem rok na londýnské Imperial College, úspěšně složila závěrečné zkoušky, našla si práci a — začala nový život stavební inženýrky.

Úkolem stavebního inženýra je zajistit, aby stavby zůstaly stát. Pracovala jsem v týmu, který navrhl nejvyšší mrakodrap v západní Evropě — The Shard —, a strávila šest let propočítáváním základů a tělesa věže; podílela jsem se na stavbě extravagantní lávky pro pěší v Newcastlu nebo střechy londýnské stanice Crystal Palace. Navrhla jsem stovky nových obytných budov, obnovila zašlou slávu georgiánského městského domu a ručila za stabilitu umělecké instalace. Tvořím pomocí matematiky a fyziky (což je samo o sobě neuvěřitelně zábavné), ale moje práce tím zdaleka nekončí. Je třeba si uvědomit, že na stavbě moderní budovy se podílí mnoho profesí. Architekti jako Vitruvius, autor prvního pojednání o architektuře, nebo Brunelleschi, který navrhl úchvatnou kupoli florentské katedrály, byli skutečnými mistry svého řemesla a dokonale ovládali všechny profese. Dnešní stavby jsou mnohem složitější a technicky pokročilejší. Není možné, aby celý projekt navrhl jeden člověk. V době úzké specializace je nejdůležitější sladit kroky všech účastníků zběsilého stavebního tance a vytvořit dokonalé spojení materiálu, lidské práce a matematických propočtů. S architektky a stavbaři řešíme otázky týkající se projektu. Hotové plány předáme stavbyvedoucím a zeměměřičům, kteří podle nich počítají náklady a zajišťují logistiku. Dělníci pak s využitím daných materiálů vdechnou projektu život. Lze jen stěží uvěřit, že na konci vznikne stavba, která vydrží desítky, nebo dokonce stovky let.

S každou stavbou, na jejímž vzniku jsem se podílela, mě pojí velmi osobní vztah. Jak roste a získává osobitý charakter, stává se „mým“ výtvořem. Na začátku nás spojuje pár hrubých skic. Postupně zjišťuji, co jí prospěje, jak vysoká by měla být a jak se dále rozvine. Čím více času spolu trávíme, tím větší respekt nebo přímo lásku k ní cítím. Jakmile je dokončena, setkáme se tváří v tvář. Konečně ji spatřím v celé kráse. Ani tím naše spojení nekončí. I když ji opustím, zpovzdálí sleduji, jaký vztah si vytvoří s lidmi, kterým bude kanceláří či domovem a ochranou před vnějším světem.

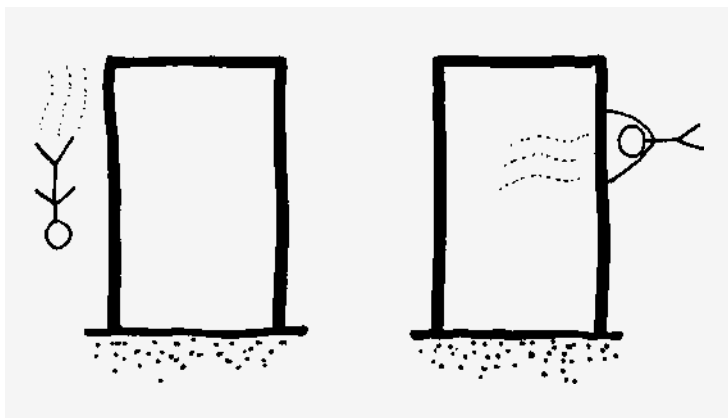
Se stavbami, na kterých jsem pracovala, mě přirozeně pojí obzvlášť silné pouto. Ve skutečnosti si vytváříme blízký vztah ke všem stavbám ve svém okolí: k ulicím, po nichž kráčíme, tunelům, kterými jezdíme do práce, mostům, po nichž se procházíme. Zjednodušují nám život, a proto o ně pečujeme. Na oplátku tvoří nedílnou součást našeho bytí. Skleněný mrakodrap s úhledně zarovnanými řadami kancelářských stolů nás nabíjí pozitivní energií a pracovním zápallem. Jízda metrem by nám připadala mnohem pomalejší, kdyby se kolem oken nemíhaly ocelové prstence tunelových výztuží. Hrubé zdi a hrbolaté kočičí hlavy nám připomínají minulost a běh dějin. Stavby utvářejí a uchovávají lidské životy a nabízejí prostor lidskému bytí. Většinou na ně nemyslíme nebo si jich vůbec nevšímáme, ale i stavby mají svůj příběh. Nosná lana na mostě přes řeku, ocelová kostra ukrytá pod skleněným pláštěm vysokého věžáku nebo spleť potrubí a podzemních tunelů — to vše tvoří člověkem zbudovaný svět a podává svědectví o lidské vynalézavosti, a vzájemné interakci mezi lidmi a mezi člověkem a přírodou. Proměnlivý zkonstruovaný svět je jedním velkým vyprávěním plným příběhů a tajemství. Nabízí neobyčejné zážitky každému, kdo má otevřené oči a uši připravené naslouchat.

Doufám, že tato kniha vám je pomůže odhalit. Snad nové vnímání okolního světa změní váš pohled na stovky staveb, pod



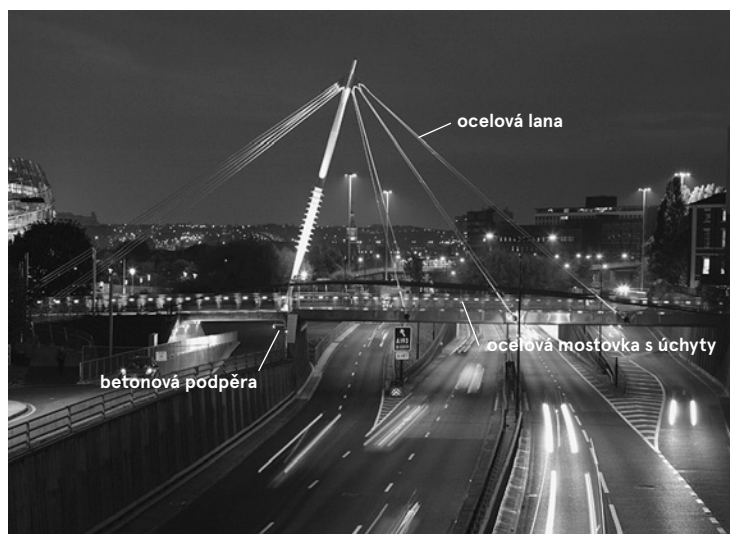
nimiž, nad nimiž a uvnitř kterých se každý den pohybujete. Snad vám umožní vidět domov, města, vesnice a krajinu pohledem plným úžasu. Snad díky ní spatříte svět novými očima — očima stavebního inženýra.

# Síla



Je zvláštní vstoupit do budovy, kterou jste navrhli. První projekt, na kterém jsem po škole pracovala, byl Northumbria University Footbridge — elegantní lávka pro pěší v anglickém Newcastleu. Nad plány architektů jsem strávila dva roky života. Abych zhmotnila jejich vizi, spočítala jsem stovky stran rovnic a vytvořila bezpočet počítačových modelů. A najednou byla lávka hotová. Když jeřáby a bagry opustily staveniště, konečně jsem směla vstoupit na ocelovou konstrukci, kterou jsem pomáhala postavit.

Na okamžik jsem se zastavila na pevné zemi před lávkou a pak opatrně udělala první krok. Byla jsem štěstím bez sebe



*Northumbria University Footbridge — lávka pro pěší postavená roku 2007 spojuje dvě části univerzitního kampusu v anglickém Newcastleu upon Tyne.*

a zároveň mi připadalo neuvěřitelné, že jsem se podílela na stavbě tak nádherného mostu, po kterém budou každý den chodit tisíce lidí. Prohlížela jsem si vysoký ocelový stožár s paprsky nosných lan a tenkou zavěšenou mostovkou. Zdálo se, že bezpečně udrží mě i most pode mnou. Zábradlí, důmyslně navržené tak, aby se na něj nedalo vylézt, se lesklo ve světle chladných slunečních paprsků. Dole pode mnou svištěly kolony aut a nákladních automobilů. Nikdo si nevšímal mladé inženýrky, zcela pohlcené „svým“ mostem, prvním hmatatelným darem okolnímu světu.

Lávka samozřejmě stála pevně na svém místě. Všechny rovnice a modely, které jsem pečlivě propočítala, abych určila, jakým silám bude vystavena, jsem mnohokrát kontrolovala.

Stavební inženýr si nemůže dovolit udělat chybu. Dobře vím, že „mé“ stavby užívají každý den tisíce lidí: procházejí jimi, pracují a žijí v nich, aniž si lámou hlavu s tím, co všechno by se mohlo pokazit. Vkládáme (často doslova) důvěru a životy do rukou



*Já a můj první projekt: Northumbria University Footbridge*

stavebních inženýrů, kteří ručí za to, že vše je bytelné a spolehlivé. Z historie dobře víme, co všechno se může pokazit. Odpoledne 29. srpna 1907 si obyvatelé kanadského Québecu nejspíše mysleli, že město zasáhlo zemětřesení. Ve skutečnosti se jen pár kilometrů za městem odehrávalo něco mnohem neobvyklejšího. Klidné odpoledne na březích řeky Svatého Vavřince narušil zvuk praskajícího železa. Nýty, které držely pohromadě části rozestavěného mostu, náhle povolily a začaly létat vzduchem nad hlavami zděšených montérů. Ocelové podpěry se zkroutily jako papír a most se i s většinou dělníků zřítíl do řeky. Jedno z nejhorších mostních neštěstí v historii, k němuž toho dne došlo, jasně ukázalo, jaký osud čeká špatně vyprojektované stavby.

Mosty spojují města, sbližují lidi a usnadňují komunikaci a obchod. O stavbě mostu přes řeku Svatého Vavřince se vedly vášnivé parlamentní debaty už od padesátých let devatenáctého století.

Její realizaci však stála v cestě řada technických obtíží: řeka byla v nejužším místě celé tři kilometry široká a v hlubokém korytu vznikaly zrádné vodní proudy. V zimě navíc pravidelně zamrzala a v jejím řečišti se tvořily až patnáctimetrové nánosy ledových ker. Navzdory zmíněným obtížím vznikla Québecká mostní společnost, která měla na realizaci projektu dohlížet. Základy mostu byly položeny roku 1900.

Přestože původní plány mostu počítaly s „rozpětím mostního otvoru“ o délce přes 480 metrů, neměl vrchní inženýr Edward Hoare zkušenosti se stavbou mostů delších než devadesát metrů. Osudným se nicméně ukázalo až angažování Theodora Coopera. Cooper napsal oceňovanou studii o využití oceli v konstrukcích železničních mostů a byl všeobecně považován za jednoho z nejlepších stavitelů mostů v Americe. Není divu, že jej mnozí považovali za ideálního kandidáta na odborného poradce. První problémy se objevily hned na začátku. Cooper žil až v dalekém New Yorku a podlomené zdraví mu nedovolovalo stavbu pravidelně navštěvovat. Přesto si vymínil, že bude osobně dohlížet na výrobu a montáž ocelových dílů. Nedovolil, aby kdokoliv další kontroloval jeho plány a výpočty, a o průběhu stavby se nechával informovat výhradně poněkud nezkušeným inspektorem Normanem McLurem. Práce na ocelové konstrukci mostu začaly v roce 1905. V průběhu následujících dvou let musel McLure řešit jeden problém za druhým. Například vyšlo najevo, že ocelové komponenty přivážené na stavbu rovnou z výroby jsou výrazně těžší, než se předpokládalo. Některé prvky byly tak těžké, že se prohýbaly svou vlastní vahou. Jako by to nestačilo, velká část instalovaných dílů se zprohýbala už v průběhu stavby. To vše dokazovalo, že jednotlivé díly mostu nejsou dostatečně pevné na to, aby odolaly silám, kterým byly vystaveny.

Deformace vznikaly především v důsledku Cooperova rozhodnutí odchýlit se od původních plánů a prodloužit rozpětí

mostního otvoru (střední části mostu bez mostních podpěr) na necelých 549 metrů. Cooperovo rozhodnutí pravděpodobně vedla touha překonat délku slavného Forth Bridge ve Skotsku a stát se stavitelem nejdelšího konzolového mostu na světě. Prodloužení rozpětí mostu však znamenalo více materiálu a tím i větší hmotnost. Přestože nová konstrukce byla o osmáct procent těžší, Cooper nevěnoval dostatek pozornosti novým propočtům a jednoduše usoudil, že most nárůst hmotnosti unese. McLure se změnami nesouhlasil a vyměnil si s Cooperem několik rozhořčených dopisů. Na řešení problému se však neshodli.

McLure se nakonec rozhodl stavbu zastavit a vydal se do New Yorku, aby se Coopera naposledy pokusil přesvědčit. Jakmile odcestoval, nařídil inženýr pověřený vedením stavby dělníkům, aby pokračovali v práci. Jeho rozhodnutí účinně navzdory McLurovu výslovnému zákazmu mělo tragické následky. Celá jižní strana mostu o hmotnosti 19 000 tun se během pouhých patnácti vteřin zřítila do řeky a pohřbila 75 z 86 nešťastníků, kteří tou dobou na stavbě pracovali.

Zřícení mostu zapříčinilo hned několik pochybení. Především se ukázalo, jak nebezpečné je svěřit veškerou moc do rukou jediného inženýra bez dostatečného dozoru. V Kanadě a mnoha dalších zemích vznikly profesní organizace, které dostaly za úkol dohlížet na práci inženýrů a zabránit opakování québeckého neštěstí. Největší díl odpovědnosti za zřícení mostu a smrt dělníků nese Theodor Cooper, který podcenil vliv nárůstu hmotnosti mostní konstrukce. Jím navržený most neunesl svou vlastní hmotnost.

Zkáza Québeckého mostu je důkazem ničivého vlivu gravitace na špatně navržené stavby. Stavební inženýr má za úkol zajistit, aby stavby odolaly všem silám, které se je pokoušejí zborstit, strhnout, rozkolísat, zkroutit, zmačkat, zohýbat,

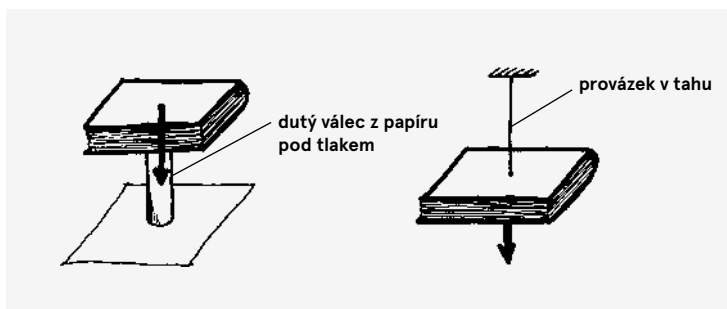


*Tragický pohled na trosky nedokončeného Québeckého mostu přes řeku Svatého Vavřince v Kanadě*

zpřelámat, roztrhnout nebo alespoň pobořit. Vypořádání se s gravitací je tudíž prvním krokem všech projektů. Gravitace je všudypřítomná síla. Drží pohromadě celou sluneční soustavu a přitahuje všechny předměty na povrchu naší planety k jejímu středu. Díky gravitaci vzniká síla, kterou označujeme jako hmotnost. Působí na všechny předměty. Vezměme si například hmotnost jednotlivých částí lidského těla. Hmotnost ruky se přenáší na paži zavěšenou na rameni a dále na páteř. Páteř přenáší zátěž směrem dolů k bokům a pánevní kosti, kde se dělí a je přenášena dolními končetinami až do země. Jako když si postavíte věž z brček a lijete na ni seshora vodu, která steče po jednotlivých brčkách a rozdělí se, kdykoliv se jí naskytne příležitost.

Během plánování stavby si inženýři musejí dobře rozmyslet, kudy se síly budou přenášet, o jaké síly se jedná a jak nejlépe zajistit, aby konstrukce jejich působení vydržela.

Ve stavbách vznikají působením gravitace (a dalších vnějších vlivů, jako například větru či zemětřesení) dva druhy sil: *tlak* a *tah*. Vytvořte si z křídového papíru dutý válec. Postavte jej



*Podpěření, respektive zavěšení knihy s využitím tlaku (vlevo) a tahu (vpravo)*

na výšku na stůl a položte na něj knihu. Vlivem její hmotnosti bude na válec směrem dolů působit tlak. *Síla*, kterou kniha na válec působí (hmotnost knihy krát gravitace) prochází válcem dolů do stolu stejně, jako tomu bylo v případě nohou. Válec i nohy jsou *stlačovány*.

Když knihu zavěšíme na provázek, bude za něj gravitace *tahat* směrem dolů. Síla, jíž působí kniha, se přenese na provázek, který se ocitne v *tahu*. Stejně působí hmotnost ruky na vaši paži.

V prvním případě nepadne kniha na stůl, protože papírový válec je dostatečně silný, aby odolal působícímu *tlaku*. Ve druhém případě se kniha bezpečně vznáší ve vzduchu, protože provázek je dost silný, aby odolal *tahu*, jemuž je vystaven.

Použijeme-li těžší knihu, válec se zborší. Síla, kterou těžší kniha působí, se zvětší právě proto, že se zvýšila hmotnost knihy. Válec už není dost silný, aby ji udržel, a tak kniha spadne na stůl. Stejného výsledku dosáhneme, pokusíme-li se příliš těžkou knihu zavěsit do vzduchu. Provázek se přetrhne a kniha se zřítí k zemi.

Síly působící uvnitř mostu vznikají v důsledku hmotnosti samotného mostu a působením hmotnosti lidí a vozidel, která se na něm nacházejí. Při práci na Northumbria University Footbridge jsem se snažila vypočítat, v kterých částech mostní konstrukce tyto síly působí. Díky tomu jsem naprosto přesně



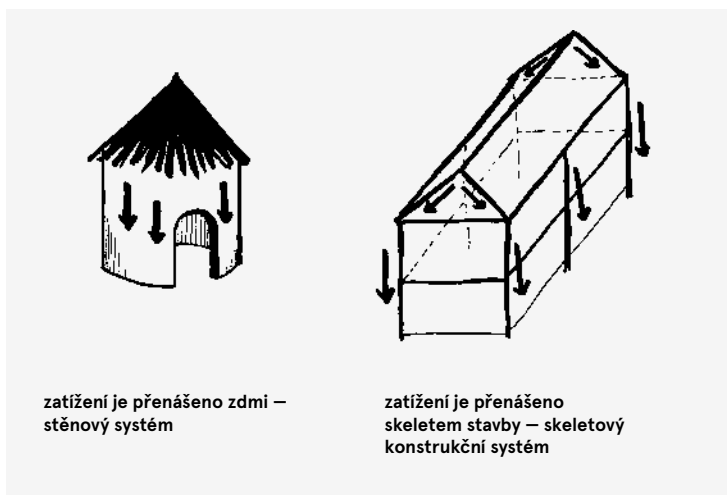
věděla, jakému tlaku či tahu jsou vystaveny. Každý úsek lávky jsem opakovaně testovala pomocí počítačového modelu a poté pečlivě vypočítala, kolik oceli je zapotřebí, aby se lávka příliš neprohýbala, nezlomila nebo aby nespadla.

Druh síly a způsob, jakým je ve stavbě přenášena, závisí na její konstrukci. Stavbu lze postavit dvěma základními způsoby: buď s využitím takzvaného *stěnového* konstrukčního systému, nebo s využitím takzvaného *skeletového* konstrukčního systému.

Naši předci si své přízemní příbytky budovali převážně první jmenovanou metodou. Na kruhovém nebo čtvercovém půdorysu stavěli silné stěny z hlíny, které tvořily stěnový konstrukční systém: hmotnost stavby se v podobě tlaku rovnoměrně rozložila do pevných hliněných stěn. Tlak působil na obvodové stěny stejnoměrně po celé délce, podobně jako v případě knihy položené na papírovém válci. S přidáním dalších pater hrozilo, že stěnový konstrukční systém rostoucímu tlaku nedokáže odolat a stěny se zborší podobně jako papírový válec zatížený příliš těžkou knihou.

V oblastech se snadno dostupnými stromy se často setkáváme s obydlími využívajícími skeletového systému. Jejich obyvatelé vytvořili ze svázaných kmenů rám či kostru, která přenášela působící síly. Aby ochránili vnitřek stavby před nepříznivými vlivy počasí, zakryli volný prostor mezi kmeny zvířecími kůžemi nebo rohožemi spletenými z nejrůznějšího proutí. Zatímco pevné stěny hliněných příbytků nesly tíhu stavby a zároveň chránily její obyvatele, příbytky ze dřeva využívaly dva odlišné systémy: spojené kmeny odolávající silám a nezatížené „stěny“ ze zvířecích kůží. Základní rozdíl mezi stěnovým a skeletovým konstrukčním systémem spočívá ve způsobu přenášení působících sil.

Materiály užívané při stavbě nosných stěn a konstrukcí se neustále zdokonalovaly. Postupem času vznikaly nosné konstrukce



*Dva způsoby stavby příbytku: pomocí stěnového (vlevo) a skeletového (vpravo) konstrukčního systému*

z cihel a kamení, které byly pevnější než hlína. Počátkem devatenáctého století se rozšířila průmyslová výroba železa a oceli. Díky průmyslové revoluci našly materiály, které se doposud využívaly především k výrobě menších nástrojů a zbraní, široké uplatnění při stavbě budov. Došlo ke znovuoživení tajemství výroby betonu, které znali už staří Římané, ale po pádu Římské říše upadlo v zapomnění. Tyto objevy jednou provždy změnily stavitelství. Ocel a beton jsou mnohem pevnější než dřevo a skvěle se hodí ke stavbě rozměrných nosných konstrukcí. Právě díky nim můžeme stavět vyšší mrakodrapy a delší mosty. Největší a nejsložitější stavby současnosti – ladný ocelový oblouk Harbour Bridge v australském Sydney, trojúhelníková konstrukce manhattanské Hearst Tower nebo ikonický národní stadion „Ptačí hnízdo“ postavený v roce 2008 pro pekingské olympijské hry – vznikly právě díky skeletovému systému.

Když se pustím do práce na nové budově, nejprve si pečlivě prostuduji nákresy, na nichž architekt zvětčil svou představu

o její konečné podobě. Každý stavební inženýr si brzy vypěstuje jakýsi rentgenový pohled. Dokáže prohlédnout skrze plášť stavby až na kostru, díky níž budova odolá gravitaci a dalším vnějším silám. Představím si, kudy povede páteř celé stavby, kde napojím jednotlivé kosti a jak silné budou muset být, aby stavba zůstala stabilní. Vezmu si tlustou černou fixu a čmárám si po obrázcích hotové stavby: ukládám kosti do masa. Tlusté černé čáry dodávají barevným vizím architektů nezbytnou míru pevnosti. Občas se pustíme do ostřejší výměny názorů (někdy velmi živelné), ale vždy najdeme ten správný kompromis. Jednou je potřeba postavit sloup tam, kde architekt navrhl volný prostor; jindy mají architekti pocit, že je nutím umístit část konstrukce někam, kde to není potřeba — v takových případech jim ráda dopřeji více místa. Když se objeví technické problémy, snažíme se vnímat celou situaci z pohledu toho druhého a nalézt rovnováhu mezi krásou a technologickými možnostmi. Nakonec vždy nalezneme řešení, v němž se (téměř) dokonale snoubí konstrukční prvky a estetická vize.

Nosnou konstrukci staveb tvoří síť sloupů, nosníků a vzpěr. Mezi vertikální prvky nosné kostry stavby patří sloupy. Horizontální prvky zastupují nosníky. Sloupy a nosníky bývají doplněny různými vzpěrami, často souhrnně označovanými jako „podpěry“. Podíváte-li se na fotografii Harbour Bridge v Sydney, zjistíte, že most tvoří ocelové dílce pospojované pod všemi myslitelnými úhly — je to naprostá spleť sloupů, nosníků a podpěr. Pochopíme-li, jak na sebe sloupy a nosníky navzájem působí, jaké síly přenášejí a především za jakých podmínek se zlomí, dokážeme je navrhnout tak, aby zůstaly stát.

Sloupy se používají už tisíce let, ale až Řekové a Římané z nich udělali opravdová umělecká díla. Dlouhá řada dórských mramorových sloupů propůjčuje krásu a soudržnost athénskému Pantheonu. Monumentální sloupy podpírající křehká torza starověkých chrámů vévodí zbytkům římského Fora Romana.