

MSDK

Moravskoslezský dřevařský klastr

STAVEBNÍ PARTNER



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mendelova
univerzita
v Brně



ISSN 1805-5958

Informace o projektu PARTNERSTVÍ

Hlavním cílem projektu „Partnerství v oblasti stavebnictví a architektury“, jehož hlavním realizátorem je Moravskoslezský dřevařský klastr (MSDK) je podpora spolupráce a vytvoření silného partnerství v oblasti stavebnictví a architektury mezi vysokými školami (VŠB-TUO – Fakulta stavební, Mendelova univerzita v Brně – Lesnická a dřevařská fakulta) a Moravskoslezským dřevařským klastrem. Účelem partnerství bude výměna informací, poznatků a prohlubování spolupráce v oblasti stavebnictví a architektury prostřednictvím kulatých stolů, interaktivních seminářů – panelových diskuzí, workshopů a konferencí. Těžištěm projektu bude vytvoření dobře fungující sítě odborných praxí, které budou realizovány přímo na stavbách. Studenti a akademičtí pracovníci budou úzce spolupracovat s firmami na procesu výstavby objektů a získají poznatky přímo z praxe. Budou si tak moci sami prakticky vyzkoušet projektování stavby, získání stavebních povolení, přípravu stavby a jejich realizace, zajištění technického zařízení budov a architektury interiéru apod. Odborných praxí se budou účastnit skupiny složené z odborných asistentů, studentů doktorského a magisterského studia 4. a 5. ročníků vždy pod dohledem zkušených pracovníků firem (členů MSDK) zapojených do partnerství. Prostřednictvím praxí tak dojde k přenosu poznatků z praxe do výuky. Transfer informací z výuky do oblasti stavebnictví do praxe bude realizován prostřednictvím kulatých stolů, neformálních diskuzí, vytvořeného odborného e-časopisu, seminářů, workshopů a konferencí s mezinárodní účastí. Celkovým výstupem projektu bude navázání dlouhodobé spolupráce mezi VŠ institucemi a firmami sdruženými v MSDK v oblasti stavebnictví a architektury prostřednictvím realizování jednotlivých projektových aktivit.

Složení vědecké rady

doc. Dr. Ing. Pavel Král

doc. Dr. Ing. Zdeňka Havířová

Ing. Pavla Kotásková, Ph.D.

prof. Ing. Darja Kubečková, Ph.D.

doc. Ing. Antonín Lokaj, Ph.D.

doc. Ing. Jiří Brožovský, Ph.D.

Složení redakční rady

Ing. Jitka Čechová

Ing. et Ing. Jan Klepárník, Ph.D.

Ing. Pavla Mocová

Ing. Kristýna Vavrušová, Ph.D.

Ing. Miroslav Vacula

Ing. Jiří Labudek

Pavla MOCOVÁ¹

VLIV SVĚTLOVODU NA DENNÍ OSVĚTLENÍ V PŮDNÍ VESTAVBĚ

Abstrakt

Cílem příspěvku je poukázat na možnosti řešení osvětlení půdních vestaveb a ovlivnění denního osvětlení pomocí světlovodů. Problematika je představena na příkladu osvětlení nových učeben v podstřešním prostoru. Článek pojednává o využití větší plochy kmenové učebny v půdní vestavbě. Návrh denního osvětlení byl proveden nejdříve na požadavky generálního projektanta s ukázkou výsledků bočním osvětlením a dále byl proveden návrh osvětlení s nadsvětlíkem a posléze též se světlovody.

Klíčová slova

Denní osvětlení, kmenová učebna, půdní vestavba, světlovod, výpočet činitele denního osvětlení.

1 ÚVOD

Denní osvětlení, nejen kmenových učeben základních škol, je stále zakotveno v hygienických požadavcích a v normových požadavcích. Všeobecně lze říci, že školské budovy je možné považovat za budovy s trvalým pobytem osob. Při realizaci půdní vestavby u školských budov je nutné věnovat pozornost nejen statické, stavební částem, ale také stavební fyzice, potažmo dennímu osvětlení. Posouzení denního osvětlení je nutné pro závazné vyjádření dotčeného orgánu, bez kterého není možné získat stavební povolení. Denní osvětlení je ovlivněno několika vstupními parametry. Důležitá je nejen hloubka posuzované místnosti, ale také například barva výmalby, tloušťka ostění, počet skel, velikost rámu a křídla apod. V tomto případě je tedy vhodné provést výpočet a návrh tohoto denního osvětlení již v projektové fázi, určit závazné parametry a doporučit osazení případně dalších osvětlovacích otvorů.

Nedostatečné, nebo někdy také nesprávně navržené podmínky pro osvětlení místností denním světlem nepříznivě působí na vnímání člověka. Spektrální složení denního světla je natolik unikátní, že jej nelze prakticky nahradit žádným umělým zdrojem osvětlení.

2 POŽADAVKY NA DENNÍ OSVĚTLENÍ ZÁKLADNÍCH ŠKOL A ZÁKLADNÍ KRITÉRIA

Úroveň denního osvětlení v posuzované místnosti je posuzována podle legislativy [1,2], která stanovuje určitá kritéria.

¹ Ing. Pavla Mocová, Ph.D., Ústav nauky o dřevě a dřevařských technologiích, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno, tel.: (+420) 545 134 188, e-mail: pavla.mocova@mendelu.cz

2.1 Činitel denní osvětlenosti (D)

Tato veličina vyjadřuje poměr osvětlenosti v interiéru $E (lx)$ a osvětlenosti v exteriéru $E_h (%)$ na vodorovné rovině nezastíněné. Hodnoty musí být měřeny současně. Aby byly výpočty průkazné, je nutné uvažovat s rovnoměrně zataženou oblohou v zimě a s tmavým terénem, jedná se o nejnepříznivější stav a tedy v případě, že hodnoty vyhoví minimálním požadovaným hodnotám, je jasné, že další případy zatažené případně jasné oblohy vyhoví také. Zatažená obloha při tmavém terénu vylučuje přímý přístup slunečním paprskům a je tedy nezávislá na poloze Slunce. Model počítá tedy s rozptýleným světlem několikanásobně odraženým mezi oblaky a Zemí. Mraky jsou považovány za homogenní a předpokládáme mléčnou oblohu, proto je možné takovouto oblohu považovat za plošný zdroj světla. Tento zdroj světla je ovlivňován vlastnostmi terénu. Při výpočtu se využívá činitel odrazu světla 0,05-0,2, v případě, že se provádí výpočet při zasněžené krajině s dlouhodobou pokrývkou sněhem, jedná se o hodnoty 0,5-0,85 a to dle normy ČSN 73 0580-1. [1]

Tak, aby bylo možné provádět kontrolní měření, jsou stanoveny tzv. kontrolní body v místnosti, jejich umístění ve vnitřním prostředí se doporučuje v rozmístění 1-6metrů. Výška těchto kontrolních bodů se uvažuje pro osvětlení ve školských budovách 0,85m, jedná se o srovnávací rovinu.

Požadované hodnoty činitele denní osvětlenosti (D) jsou určeny dle třídy zrakové činnosti. Těchto tříd je 7. [1]

Pro IV. třídu zrakové činnosti se jedná o následující hodnoty, které jsou požadované normou ČSN 73 0580-3 Denní osvětlení škol:

- minimální hodnota činitele denní osvětlenosti $D_{\min} = 1,5\%$;
- průměrná hodnota $D_m=5,0\%$ (jedná se o hodnotu nutnou při horním osvětlení);
- rovnoměrnost bočního denního osvětlení = 0,2.

Z výše uvedeného vyplývá, že veškeré hodnoty v místnostech učeben musí splňovat hodnotu $D_{\min}=1,5\%$. V případě, že budou místnosti osvětleny pouze z boční strany, nemusí být splněna minimální hodnota D_m .

Rovnoměrnost denního osvětlení se určuje jako podíl nejmenší a největší hodnoty činitele denní osvětlenosti.

Hodnotu činitele denního osvětlení (D) je možné stanovit jak měřením, tak také výpočtem, kde se modeluje rovnoměrně zatažená obloha. Dodržení těchto podmínek v terénu je velice problematické, proto se velice často přistupuje právě k výpočtu a tedy simulaci:

$$D = D_s + D_e + D_i \quad (1)$$

kde:

D_s – je oblohová složka [%],

D_e – je vnější odražená složka [%],

D_i – vnitřní odražená složka [%],

2.2 Rozložení světla, odraznost povrchů

Rozložení světla je nutné brát v úvahu a je nutné si uvědomit, že správný návrh by měl brát v potaz také převažující směr osvětlení a vykonávanou činnost v prostoru. Vzhledem k tomu, že se uvažuje se studenty, kteří převážně píšou pravou rukou, doporučuje se převažující směr osvětlení z levé strany. Vzhledem k tomu, že na osvětlení prostoru má vliv také barevnost vnitřního prostředí je nutné zohlednit také barvy okolních stěn, podlah a stropů. [1]

Osvětlovací otvory by neměli být umístěny do převažujícího směru pohledu pozorovatele (studenta). V případě učeben proto využíváme osvětlení z bočních stran.

V případě odraznosti povrchů by měly uvnitř být používány barvy matné. S ohledem na odraznosti je největší pozornost věnována podlahovinám, jelikož nejvíce je člověk citlivý v případě, kdy jsou odlesky v dolní části zorného pole. Z tohoto důvodu se v ČSN 73 0580-3 doporučují činitele odrazu světla pro pracovní plochy v mezích od 0,3-0,45 a pro tabule 0,1. Hodnoty činitele odrazu světla povrchů vnitřního prostor se posuzují dle ČSN 73 0580-1. Strop by měl být s odrazností 0,7; stěny 0,5; plochy, které bezprostředně souvisí s osvětlovacími otvory 0,7; podlahoviny 0,3. [1], [3]

2.3 Osvětlovací otvory

Osvětlovací otvory by měly být dostatečné velikosti, avšak v souladu s tím, aby nenarušovaly tepelnou techniku objektu. V tomto případě můžeme říci, že by měly propouštět co nejvíce nezkrasleného světla, tzn. to, u kterého nedochází ke změně jeho spektrálního složení. Osvětlovací otvory navrhujeme tak, aby nadpraží bylo co možná nejvýše v místnosti, avšak je nutné dbát také na regulaci v případě, že bude slunce oslňovat studenty nejbližší osvětlovacím otvorům. Regulaci je možné provést pomocí žaluzií, rolet nebo vnějších stínících zařízení – slunolamy. Nečistota osvětlovacích otvorů by měla být pravidelně odstraňována. Při výpočtech se uvažuje s pravidelností údržby a čištění otvorů. Předpoklad je minimálně 2x ročně. [1], [3]

Při výpočtu činitele denní osvětlenosti do výpočtu vstupují další parametry, které zohledňují vliv osvětlovacího otvoru:

- činitel prostupu světla τ_s (-)
- činitel znečištění τ_z (-)
- činitel ztrát světla konstrukcí okna τ_k (-)

V případě výpočtu D_m a pro určení hodnot D_s , D_e se používá Bodova metoda, Daniljukovy úhlové sítě, případně Waldramův diagram. Pro vnitřní D_i složku se užívá Arndtův vztah nebo BRS nomogramy, v tomto případě je nutné znát také hodnotu průměrného činitele odrazu ρ_m . Ten se stanoví vzhledem k plochám S_i a činiteli odrazu ρ_i . [1]

$$\rho_m = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i \cdot \rho_i)}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (2)$$

3 VSTUPNÍ INFORMACE

Možné řešení osvětlení je uvedeno na příkladu budovy, která sloužila doposud jako základní škola. Původní půdní prostor byl vytvořen nad dřívější plochou střechou, ta byla ponechána. Nosná konstrukce krovu byla provedena již v nedávné době s tím, že měl být zanechán pouze půdní prostor, bez uvažování půdní vestavby. Byl proveden ocelový rám z vazných trámů, šikminy a hambálku viz obr. 2. Celý ocelový rám šikminy a hambálek byl svařen a osazen na ocelové pozednice viz obr. 1. Ocelové vazné trámy byly provařeny s tímto vrchním rámem v místech, kde se stýkaly s pozednicí. V celém původním půdním prostoru bylo 6 takovýchto rámu. Další byl jen částečný a šikminu nahradil ocelový sloup. Středové vaznice jsou opět tvořeny z ocelových svařených profilů. Na celé ocelové konstrukci „plných ocelových vazeb“ jsou provedeny dřevěné krokve, pojistná hydroizolace, laťování a skládaná střešní krytina. Při bližším ohledání bylo zjištěno, že pojistná hydroizolace je tvořena z parozábrany. Dále byl vizuálně posouzen stav dřevěných částí a ocelových částí krovu. Při této prohlídce nebylo zjištěno ani zatékání, ani žádná problematická místa. Krov nebyl napaden dřevokaznými škůdci. Jednalo se o čistý a zachovalý krov, ocelová konstrukce byla ve velmi dobrém stavu. Na ploché střeše, tzn. podlaze současné půdy, byla volně položena minerální tepelná izolace (TI) v tl. 160mm,

v některých částech položen polystyren v tl. 100mm. Na TI byla položena lehká asfaltová lepenka.

Nosná konstrukce spodní části objektu byla tvořena podélným konstrukčním systémem. Ocelový rám byl podepřen, v místě střední zdi, bodovou podezdívkou viz obr. 2.



Obr. 1: Pohled na uložení ocelových ráků podélné části krovu



Obr. 2: Pohled na ocelové ráky podélné části krovu z druhé strany

3.1 Požadavky na půdní vestavbu

V novém zadání půdní vestavby vznikl požadavek na 4 kmenové učebny, 1 odbornou učebnu a kabinet. Důležité bylo maximalizovat počet žáků v nových učebnách. Dispozice byly uzpůsobeny v návaznosti na počty studentů a bylo zjištěno, že dosavadní toalety

v části budovy, která na půdu navazovala přes štítovou stěnu, byly dostačující pro navýšení kapacity. Bylo tedy důležité propojit dvě oddělené a oddílatované části základní školy.

Ihned v úvodu projektování bylo zřejmé, že pro to, aby byla stavba povolena, bylo potřeba provést hodnocení prvotních návrhů na denní osvětlení, neboť na něj jsou kladeny vysoké nároky, viz 2 Požadavky na denní osvětlení základních škol a základní kritéria.

Jedním z dalších požadavků v zadávací dokumentaci bylo ponechat uliční vzhled a sklon šikmé střechy původní, tedy ve sklonu 45°. Důvodem bylo navázání další části objektu a zachování celkového vzhledu budovy z uliční strany. Tyto základní požadavky na vzhled a dispozici vedly k provedení uspořádání půdní vestavby.

Podmínek a požadavků bylo více, ale pro uspořádání dispozice bylo zřejmé, že v uliční části musí být provedeny chodby a ve dvorní části učebny.

Pro splnění 4 kmenových učeben s maximálním počtem žáků byl proveden dispoziční návrh. Hloubka místnosti musela být poměrně velká, právě kvůli zachování 4 kmenových učeben a počtu žáků. Dispozice byly navázány na velikost tabule a po vytvoření úhlu pohledu na tabuli byla určena vzdálenost lavic, dále jejich počet a to vše v návaznosti na ergonomii umístění lavic a mezer mezi nimi jak na pohyb žáků, tak na umístění židlí. Tímto rozmístěním vznikly tedy 3 kmenové učebny stejných rozměrů, všechny s návrhem pro 28 žáků, jedna kmenová učebna s návrhem pro 27 žáků a jedna odborná učebna pro max. 21 žáků.

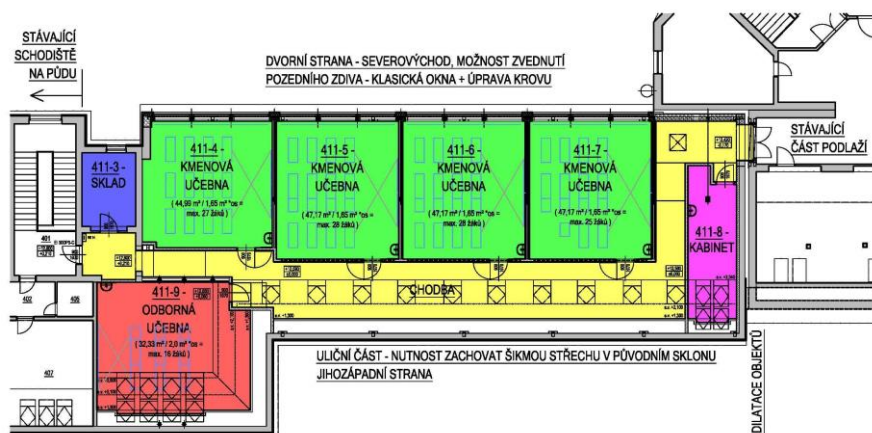
Při prověřování denního osvětlení učeben bylo zjištěno, že i když jsou tři kmenové učebny stejně velké – stejný půdorys, se stejnými okny i s podobnými okny do chodby jedna z místností nevyhovuje pro plnohodnotné využití prostoru učebny. Jednalo se o nejzazší roh místnosti. V tomto případě tedy dvě ze stejných učeben vyhovovaly pro umístění lavic s 28 žáky a jedna s 24 žáky.

Další kmenová učebna byla navržena pro 27 žáků. Bylo potřeba vytvořit dostatečně širokou chodbu pro únik osob, proto byla učebna méně hluboká a o to méně bylo lavic.

Jediná učebna, která vznikla v uliční části, byla odborná učebna se specifickými požadavky na osvětlení prostoru – počítačová/jazyková učebna.

Požadavek na sklon uliční části stávající střechy určil, že v této části bude situována chodba. Nízká část šikmé střechy byla uzpůsobena pro vestavěné skříňe s důmyslným umístěním radiátorů pod střešním oknem tak, aby docházelo ke kvalitnímu proudění teplého vzduchu na střešní okna a nedocházelo k rosení. Kabinet učitelů byl kvůli dennímu osvětlení také umístěn na uliční stranu objektu, tzn. do šikminy.

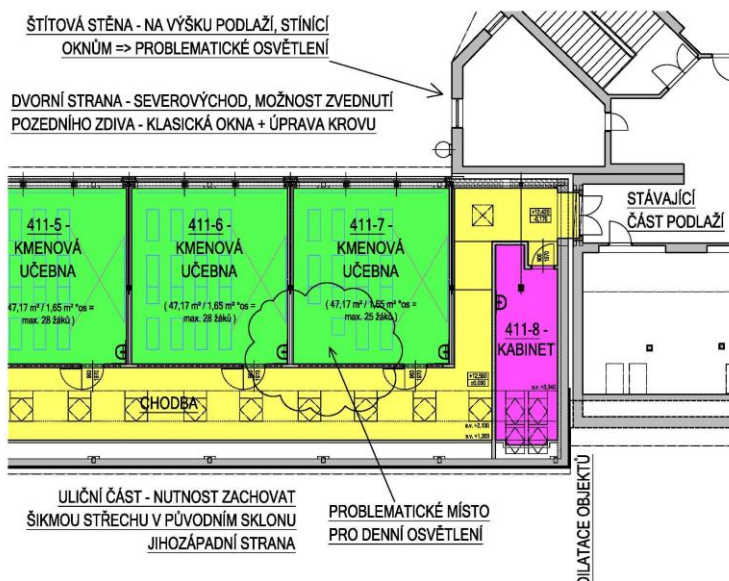
Denní osvětlení hrálo roli také při návrhu všech dalších místností a to nejen učeben, ale právě také chodeb, na které jsou také kladeny vysoké nároky na denní osvětlení.



Obr. 3: Dispoziční řešení půdní vestavby – původní varianta bez světlovodů v m.č. 411-7

3.2 Popis problematické místnosti 411-7 Kmenová učebna

Učebna 411-7 je situována ke kolmé stěně přiléhající sousední části objektu. Za touto stávající sousední stěnou jsou umístěny toalety oddílané části objektu. Z tohoto vyplývá, že právě tato vyvýšená stěna toalet a schodiště společně se střešou brání v plynulém osvětlení přilehlé, nově vzniklé, místnosti. I s tím, že byla navržena okna jak na severovýchodní dvorní fasádě, tak uvnitř, mezi učebnou (dále nadsvětlík) a chodbou s přímou návazností střešních oken, i přes to je místo v rohu této učebny nevyužitelné z hlediska nedostatku denního osvětlení. Prostor tedy bylo nutno rozdělit na funkčně vymezenou část a nevyužitelnou část. Funkčně vymezený prostor je prostor, který vzniká v případě, že není místnost plnohodnotně osvětlena denním osvětlením. V tomto prostoru, který je nevyužitelný z hlediska umístění lavic je možné využít pouze k umístění například skříní apod. Funkčně vymezený prostor nám ohraničuje izofota v úrovni činitele denního osvětlení 1,5%.



Obr. 4: 411-7 Kmenová učebna – vyznačení problematického místa z hlediska denního osvětlení

Rozměry místnosti jsou 6,48x7,28 m se světlou výškou 3,34 m. Místnost je osvětlena třemi okny v severovýchodní fasádě o rozměrech 2,0x2,4 m s parapetem 0,85 m.

Čistá plocha zasklení je dle informace od výrobce u jednoho okna 3,45 m², z toho plyne koeficient otvoru v hodnotě 0,73. Výplň osvětlovacích otvorů je čiré trojsklo s činitelem prostupu světla jednoho skla 0,92, tj. celkový činitel prostupu světla trojskla je uvažován v hodnotě 0,78.

Dále je místnost sekundárně přisvětlena nadsvětlíkem v podélné vnitřní stěně orientovaným do přilehlé chodby. Nadsvětlík má rozměry 6x0,9 m a je osazen ve výšce 2,1 m nad podlahou. Výplň je čiré dvojsklo s činitelem prostupu světla jednoho skla 0,92, tj. celkový činitel prostupu světla trojskla je uvažován v hodnotě 0,84. Členění nadsvětlíku je na tři pole, tj. dvěma sloupky o šířce 0,1 m. Koeficient otvoru je uvažován v hodnotě 0,75.

3.3 Přilehlá chodba – průhled nadsvětlíkem

Přilehlá chodba je osvětlena 10 střešními okny v jihu západní části střešy o rozměrech 0,94x1,4 m se zešíkmeným parapetem, okna jsou osazena ve výšce 2,7 m nad

podlahou. Výplň je uvažována s činitelem prostupu světla 0,62. Koeficient otvoru je uvažován dle tloušťky rámu v hodnotě 0,65.

Ve výpočtu jsou dále stanoveny hodnoty pro vliv znečištění (externí znečištění průměrné, interní znečištění malé).

3.4 Vnitřní povrchy

Vnitřní povrchy jsou uvažovány u stěn a stropu v barvě bílé s činitelem odraznosti 0,7, podlaha světlá s činitelem odraznosti 0,3. Tyto činitele odraznosti jsou dány doporučením normy a byly dodrženy.

4. Výpočet denního osvětlení - vyhodnocení

Výpočet činitele denního osvětlení byl proveden pro 3 varianty.

- První varianta byla navržena bez světlovodů a nadsvětlíku v příčce do sousedící chodby;
- druhá varianta byla s nadsvětlíkem v příčce, ale bez světlovodů;
- třetí varianta byla navržena s dvojicí světlovodů v místě kriticky nedostatečného denního osvětlení a s ponecháním nadsvětlíku v dělicí příčce do chodby.

Již při návrhu dispozic bylo očividné, že v některých částech místnosti není vhodné osvětlení a bylo tedy přistoupeno k provedení nadsvětlíku v příčce mezi chodbou a učebnou. Myšlenka byla prosvětlit střešními okny, která jsou umístěna na chodbě směrem do ulice, také učebny. Varianty níže uvedené jsou uvedeny v posloupnosti vývoje projektu. Částečně se zdařilo toto splnit, avšak jedna místnost stále nevyhovovala.

Při návrhu je vždy nutné dbát na co nejvyšší umístění překladu a tedy také okna vzhledem k hloubce místnosti. Lze konstatovat, že čím výše bude překlad okna, tím více do hloubky místnosti bude padat sluneční svit a bude mít kladnější výsledky činitele denního osvětlení (D). Naopak čím výše bude parapet, tím dále do hloubky místnosti bude nevyhovující činitel denního osvětlení, opět je to výsledek dopadajících paprsků.

4.1 První varianta – bez světlovodů a bez nadsvětlíku v příčce

Výpočet činitele denního osvětlení byl proveden v programu WDLS.

V první variantě nebylo uvažováno ani s nadsvětlíkem, ani se světlovodem. Bylo to z důvodu toho, abychom určili, kolik maximálně žáků jsme schopni uvažovat v prostoru tak, aby vyhovovaly veškeré pracovní plochy dennímu osvětlení.

Vypočtené hodnoty:

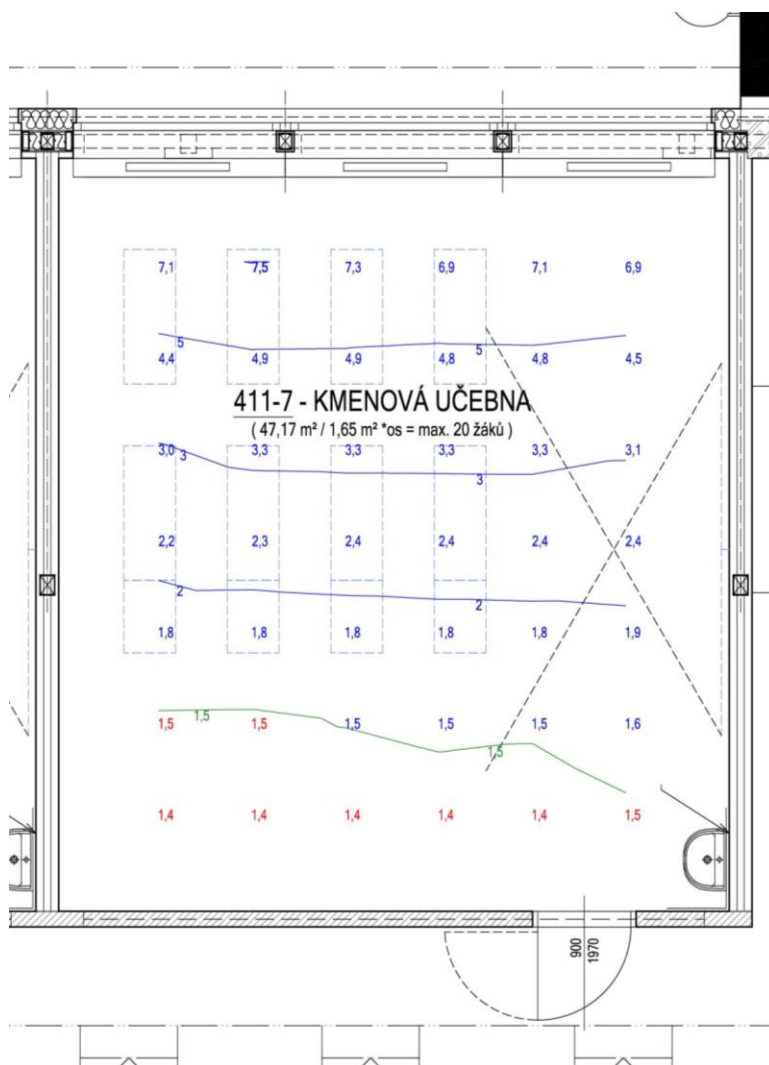
- Minimální hodnota činitele denního osvětlení v posuzované síti bodů v místnosti má hodnotu $D_{\min} = 1,4\%$.
- Průměrná hodnota činitele denního osvětlení v posuzované síti bodů v místnosti má hodnotu $D_m = 3,2\%$.
- Maximální hodnota činitele denního osvětlení v posuzované síti bodů v místnosti má hodnotu $D_{\max} = 7,5\%$.
- Celková rovnoměrnost je 0,18.

Požadované hodnoty:

- Požadovaná hodnota činitele denní osvětlenosti 1,5 % je dodržena ve funkčně vymezené zóně dané průběhem izofoty 1,5% viz obr. 5 (tmavě zelená křivka ve schématu místnosti viz obr. 5).
- Rovnoměrnost denního osvětlení 0,2 je dodržena ve funkčně vymezené zóně dané průběhem izofoty 1,6%.

- Požadovaná hodnota činitele denní osvětlenosti 1,5 % a požadovaná rovnoměrnost denního osvětlení jsou tedy dodrženy ve funkčně vymezené zóně dané průběhem izofoty 1,6% uvedené v obr. 5. V této funkčně vymezené zóně mohou být umístěna pracovní místa daného zřakového úkolu a s trvalým pobytem.

Lze tedy konstatovat, že v uvedené funkčně vymezené zóně požadavky legislativy pro danou zřakovou činnost a trvalý pobyt jsou splněny, ale pouze a jen v uvedeném prostoru. Rovnoměrnost je další parametr mimo činitele denního osvětlení, který je důležité splnit. Obě podmínky jsou splněny pouze ve funkčně vymezeném prostoru, který je ohraničen tmavě zelenou křivkou v obr. 5.



Obr. 5: 1. Varianta - 411-7 Kmenová učebna – činitel denního osvětlení zelená křivka vyhrazující funkčně vymezený prostor

Z výše uvedeného a z obr. 5 je patrné, že je možné umístit v této učebně pouze 20 žáků, což je o 8 méně než v ostatních místnostech. Základním problémem této místnosti je sousedící navazující budova školy. Ta brání přirozenému dennímu osvětlení ke vstupu hlouběji do místnosti. Tato varianta byla pro zřizovatele nepřipustná.

4.2 Druhá varianta – bez světlovodů a s nadsvětlíkem v dělicí příčce

V další variantě byl přidán nadsvětlík do dělicí příčky, tzn. nad dveře do učebny. Bylo nutné nasimulovat také šikmá střešní okna. Ta byla umístěna v přilehlé chodbě a pomocí střešních oken a nadsvětlíku bylo možné pomoci dennímu osvětlení vniknout do prostoru, který v předchozí variantě nebylo možné využít pro pracovní místa. Nadsvětlík tedy prochází po celé délce učebny v dělicí nenosné příčce ze SDK. Délka nadsvětlíku je 6,0m, výška 0,9m a je rozdělen dvěma sloupky.

Výpočet činitele denního osvětlení byl proveden v programu WDLS.

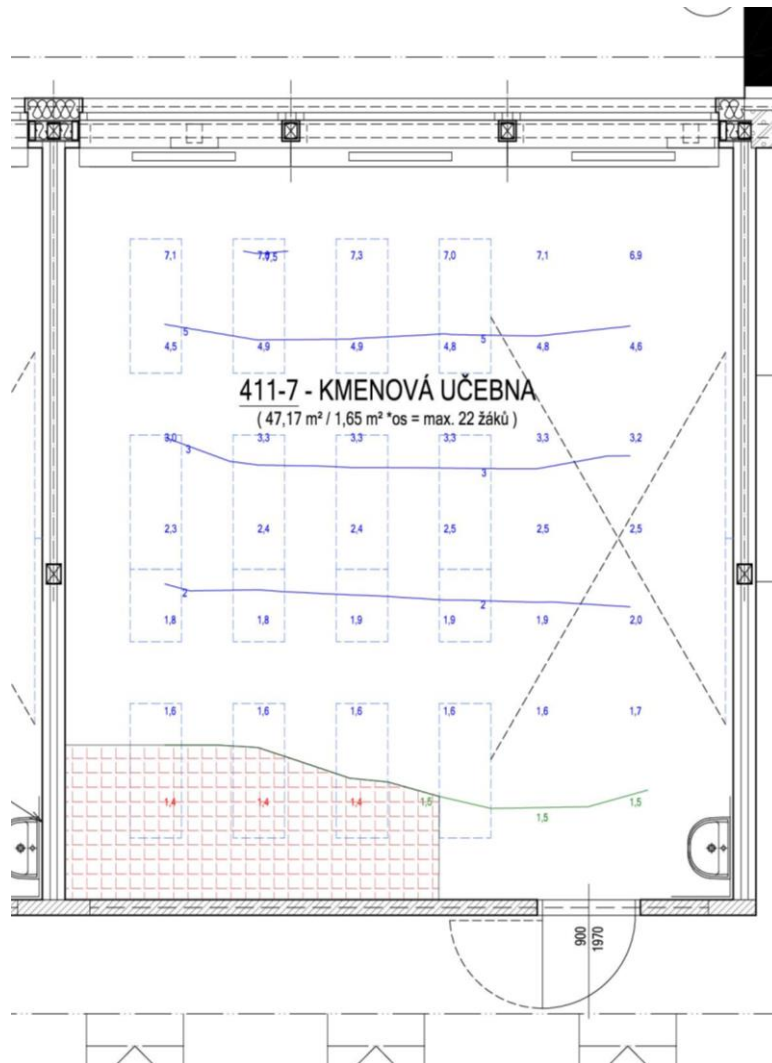
Vypočtené hodnoty:

- Minimální hodnota činitele denního osvětlení v posuzované síti bodů v místnosti má hodnotu $D_{\min} = 1,4\%$.
- Průměrná hodnota činitele denního osvětlení v posuzované síti bodů v místnosti má hodnotu $D_m = 3,2\%$.
- Maximální hodnota činitele denního osvětlení v posuzované síti bodů v místnosti má hodnotu $D_{\max} = 7,5\%$.
- Celková rovnoměrnost je 0,19.

Požadované hodnoty:

- Požadovaná hodnota činitele denní osvětlenosti 1,5 % je dodržena ve funkčně vymezené zóně dané průběhem izofoty 1,5% viz obr. 6 (tmavě zelená křivka ve schématu místnosti viz obr. 6).
- Rovnoměrnost denního osvětlení 0,2 je dodržena ve funkčně vymezené zóně dané průběhem izofoty 1,6%
- Požadovaná hodnota činitele denní osvětlenosti 1,5 % a požadovaná rovnoměrnost denního osvětlení jsou tedy dodrženy ve funkčně vymezené zóně dané průběhem izofoty 1,5% uvedené v obr. 6. V této funkčně vymezené zóně mohou být umístěna pracovní místa daného zřakového úkolu a s trvalým pobytem.

Lze tedy konstatovat, že v uvedené funkčně vymezené zóně požadavky legislativy pro danou zřakovou činnost a trvalý pobyt jsou splněny. Je patrný rozdíl mezi činitelem denního osvětlení bez nadsvětlíku a s nadsvětlíkem. Stále však přetrvává stav, že není možné využít celkem 6 pracovních míst.



Obr. 6: 2. Varianta - 411-7 Kmenová učebna – čítnel denního osvětlení zelená křivka vyhradzující funkčně vymezený prostor

Z výše uvedeného a z obr. 6 je patrné, že funkčně vymezený prostor se zmenšuje, avšak stále se nejedná o plné využití místnosti. Maximální počet žáků, resp. pracovních míst je 22. Tato varianta je pro zřizovatele nepřijatelná.

4.3 Třetí varianta – se světlovody a nadsvětlíkem

V předchozích variantách nebylo uvažováno se světlovody. Světlovod je stavební prvek, který přivádí denní osvětlení pomocí tubusu ze střešní roviny do místnosti. Uvnitř tubusu je odrazivý materiál. Jedná se tedy o přirozené denní světlo, které pomocí tubusu vniká do místnosti ze stropní části. Vzhled na střeše je jako střešní okno a uvnitř místnosti jako kruhové světlo. Do tohoto tubusu je možné instalovat také LED světlo. Tím nám vzniká univerzální osvětlení tmavých částí místností. I v této 3. variantě bylo uvažováno s nutností navýšením počtu žáků a tím tedy i o instalaci potřebného množství světlovodů.

V průběhu simulací bylo uvažováno se všemi možnými variantami, a to jak z hlediska odstranění nadsvětlíku a ponechání jen světlovodů, tak naopak s variantou světlovody + poloviční nadsvětlík v příčce. Niž jsou výsledky několika „podvariant“ se světlovody.

A) Původní myšlenka – světlovody + plný nadsvětlík ve stěně:

Vypočtené hodnoty:

- Minimální hodnota činitele denního osvětlení v posuzované síti bodů v místnosti má hodnotu $D_{\min} = 1,7\%$.
- Průměrná hodnota činitele denního osvětlení v posuzované síti bodů v místnosti má hodnotu $D_m = 3,5\%$.
- Maximální hodnota činitele denního osvětlení v posuzované síti bodů v místnosti má hodnotu $D_{\max} = 7,7\%$.
- Celková rovnoměrnost je 0,22.

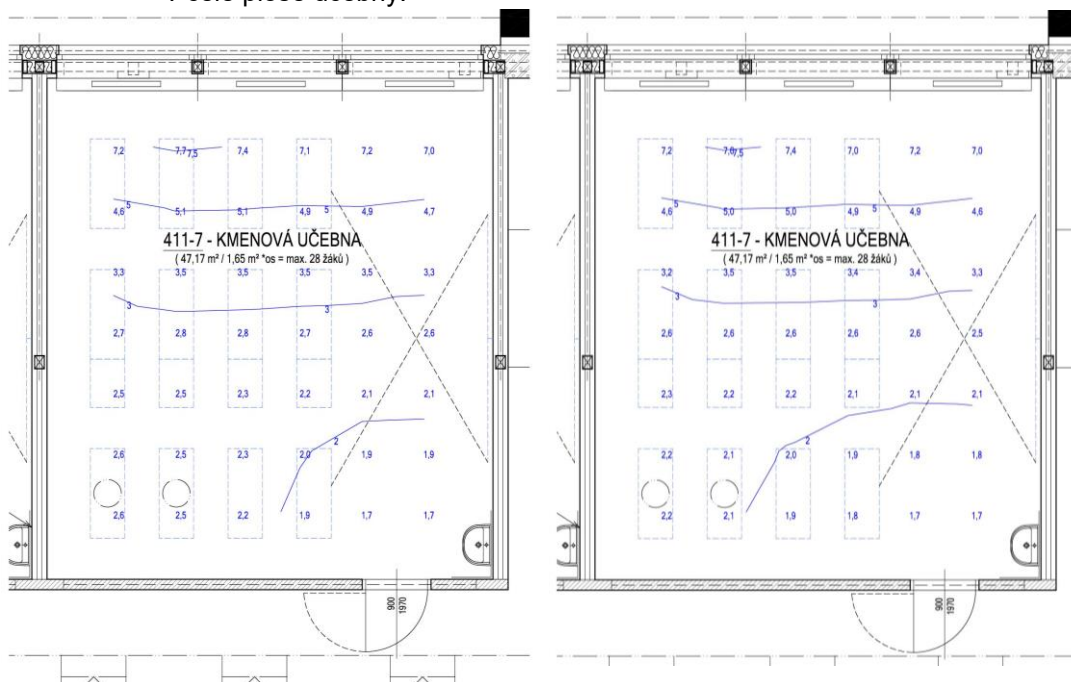
B) Optimalizovaná varianta – světlovody + částečný nadsvětlík ve stěně:

Vypočtené hodnoty:

- Minimální hodnota činitele denního osvětlení v posuzované síti bodů v místnosti má hodnotu $D_{\min} = 1,7\%$.
- Průměrná hodnota činitele denního osvětlení v posuzované síti bodů v místnosti má hodnotu $D_m = 3,4\%$.
- Maximální hodnota činitele denního osvětlení v posuzované síti bodů v místnosti má hodnotu $D_{\max} = 7,6\%$.
- Celková rovnoměrnost je 0,22.

Požadované hodnoty:

- Požadovaná hodnota činitele denní osvětlenosti 1,5% je v celé ploše místnosti; rovnoměrnost denního osvětlení 0,2 je dodržena v celé ploše místnosti; požadovaná hodnota činitele denní osvětlenosti 1,5% a požadovaná rovnoměrnost denního osvětlení jsou tedy dodrženy kompletně v celé ploše učebny.



Obr. 7: 3. Varianta - 411-7 Kmenová učebna – plně využitelný prostor učebny, levá strana varianta 3A, pravé strana varianta 3B

Lze konstatovat, že umístění světlovodů v učebně významně podpořilo bezproblémové osvětlení tmavého koutu. Bylo vyčísleno, že kompletní dodávka a montáž světlovodů požadovala investici 35.040 Kč bez DPH.

Výše uvedené výsledky výpočtu a simulace z obr. 7 vypovídají, že uvažování světlovodu bylo již od začátku koncepce na místě. Plocha učebny je nyní plně využitelná a není omezená funkčně vymezeným prostorem. Navíc bylo možné zmenšit také nadsvětlík mezi chodbou a učebnou. Z hlediska proveditelnosti v SDK. Ve výsledném výsledku bylo toto řešení levnější o 25.000,- Kč bez DPH.



Obr. 8: Foto ze stavby – Varianta 3B - 411-7 Kmenová učebna – fotografie nově vzniklé půdní vestavby, průhled do učebny s viditelnými světlovedy (zdroj: <https://www.senkyrik.cz/fotogalerie#1308>)

5 SHRnutí

Výše uvedené výsledky výpočtu a simulací ukazují, že v hloubce místností, a nemusí se jednat pouze o učebny, dochází ke snížení osvětlenosti prostoru. Ve výše uvedeném případě bylo možné přisvětlit prostor dvěma způsoby. Kombinací obou tzn. jak vytvoření nadsvětlíku z chodby do učebny, tak provedení dvou světlovodů, bylo dosaženo optimálního osvětlení místnosti učebny. V první variantě bylo dokázáno, že hloubka místnosti vs. výška místnosti a k tomu příslušných svislých výplň otvorů má velký význam na výsledky činitele denního osvětlení.

První varianta, s pouze bočním osvětlením od oken, byla tedy nedostačující. Druhá varianta, která byla nasnadě, a bylo možné jejím použitím vyřešit problematické místnosti kmenových učeben po celé délce půdní vestavby, uvažovala s umístěním tzv. nadsvětlíků do příčky mezi chodbou a učebnou. Tím dochází k přisvětlování učeben ze střešních oken umístěných v šikmině chodby. Simulací však bylo ověřeno, že u místnosti č. 411-7 kmenová

učebna, je kritický kout, kam ani nadsvětlík z chodby nedokáže přivést přirozené osvětlení, tolik potřebné k plnému využití místnosti.

Třetí varianta počítá s umístěním světlovodů, tubusů, které vedou přirozené světlo ze střešní roviny přímo do místnosti (viz obr. 8). Bylo simulováno několik dílčích variant a vybrány na ukázkou dvě (3A a 3B). Ve variantě 3A bylo patrné, že se jedná o využití dvou světlovodů a plnohodnotného nadsvětlíku. Prostor byl plně osvětlen, ale po uvažování nad proveditelností takto obrovských prosklených výplní v SDK příčce a po uvážení, že přímo nad dveřmi není nadsvětlík potřebný, byla vyzkoušena varianta 3B (viz obr. 3B). Ta uvažovala opět s využitím dvou světlovodů, avšak nadsvětlík v příčce byl zmenšen. Touto úpravou nebyla ohrožena osvětlenost prostoru. Ušetřené finance jsou jen přidaná hodnota celého zdařilého návrhu denního osvětlení v půdním prostoru. Tyto finance byly naopak vloženy do pořízení světlovodů a celková bilance je tedy +25.000 Kč. Bez DPH.

6 ZÁVĚR

Simulací bylo dokázáno, že je možné nadsvětlík v příčce mezi učebnou a chodbou zmenšit. Tím bylo odstraněno potenciálně problematické místo při stavbě. SDK příčka nemusela být vyztužena pro osazení těžkého nadsvětlíku. Finálně tedy byla vybrána varianta č. 3B. Kmenová učebna je plně využitá, v prostoru učebny se nachází 2 světlovody nad dvojicí posledních lavic v kritickém rohu. Při provádění simulací bylo zhodnoceno, že je možné nadsvětlík zmenšit a tím ušetřit peníze tolik potřebné například pro dodávku a montáž světlovodů. Světlovody mají navíc přidanou hodnotu, je možné do nich osadit LED světla a svítit tak přímo nad místo lavic při zhoršených světlených podmínkách.

Přidáním světlovodů a optimalizací velikosti nadsvětlíku v příčce je kmenová učebna č. 411-7 plně využitelná.

Snaha maximálně využít i půdní prostory a přestavět je na využitelné obyvatelné prostory vede k nutnosti řešit také důležité aspekty stavby. Jedním z nich je denní osvětlení. V uvedeném příkladu v tomto článku, bylo dokázáno, že i ve větších půdních prostorech je možné dosáhnout velmi dobře osvětlených prostor bez nutnosti používat umělé osvětlení.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl realizován za finančního přispění Evropské unie v rámci projektu Partnerství v oblasti stavebnictví a architektury, č. projektu: CZ.1.07/2.4.00/17.0064.

LITERATURA

- [1] ČSN 73 0580 -1: Denní osvětlení budov – Základní požadavky
- [2] ČSN 73 0580-3 Denní osvětlení budov – denní osvětlení škol
- [3] Vyhláška č. 410/2005 Sb.: Vyhláška o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých. In: . Praha: Ministerstvo zdravotnictví, 2005, ročník 2005, číslo 410. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2005-410>

INFLUENCE ON DAYLIGHTING IN THE UNDER-ROOF SPACE BY LIGHTWAY

Keywords

Daylighting, tribal classroom, attic, lightway, calculation of daylight factor.

Summary

The aim of the paper is to point out the possibilities of solving the lighting of loft conversions and influencing daylighting by means of lightway. The problem is presented on

the example of illumination of new classrooms in the under-roof space. The article deals with the use of a larger area of the tribal classroom in the attic. Daylight proposal was made first to the demands of the general designer of demonstration results, side lighting, and further was done lighting design with transom and then also with lightway.

Pavel KRÁL², Vladimír LINHART³, Tomáš PÍPÍŠKA⁴

NOVÉ MOŽNOSTI OPRACOVÁNÍ POVRCHU DŘEVA NA ŠIROKOPÁSOVÝCH BRUSKÁCH

Abstrakt

Opracování povrchů na širokopásových bruskách již dávno překročilo hranice omezené pouze na použití brusných pásů na podélných anebo příčných jednotkách (patky). V průběhu času se na širokopásových bruskách postupně objevují nové agregáty, které možnosti broušení výrazně rozšiřují s cílem získání speciálních efektů opracování povrchu anebo dosažení takové přípravy povrchu, které výrazně usnadní následný proces povrchové úpravy různými typy laků a to například profesionálními výrobky firmy Remmers.

Klíčová slova

broušení dřeva, strukturování povrchu dřeva, rotační broušení, povrchová úprava

1 ÚVOD

Systematickým vývojem se na širokopásových bruskách postupně objevují nové agregáty, které možnosti broušení výrazně rozšiřují. Výrobci strojů přichází s novými a často jedinečnými typy jednotek, které jsou určeny pro určitou specializaci v oboru. Velmi důležitá je také kvalita následné povrchové úpravy. Dokonalým systémem povrchové úpravy lze docílit nadčasovou povrchovou úpravu standardními nebo ECO produkty značky Remmers, která je na trhu více jak 65 let. Cílem jejich produktů a systémů je již od počátku ochrana dřevěných dílců. Díky vysoce kvalitním výrobkům má Remmers k dispozici množství ochranných a dekorativních řešení na podlahy, stěny, pro interiéry i exteriéry, jednotlivé kusy i velké plochy. Hlavním cílem je stále ochrana dřevní substance, design a trvanlivost dřeva.

2 PŘÍDAVNÉ JEDNOTKY PÁSOVÝCH BRUSEK

Možnosti řešení doplňkových přídatných jednotek:

- profilovací frézovací válec

² doc. Dr. Ing. Pavel Král., Ústav nauky o dřevě, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno, tel.: (+420) 604 847 509, e-mail: kral@mendelu.cz

³ Ing. Vladimír Linhart, Ústav nauky o dřevě, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno, tel.: (+420) 732 102 027, e-mail: vlinhart@seznam.cz

⁴ Ing. et Ing. Tomáš Pípiška., Ústav nauky o dřevě, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno, tel.: (+421) 910 417 933, e-mail: xpipiska@node.mendelu.cz

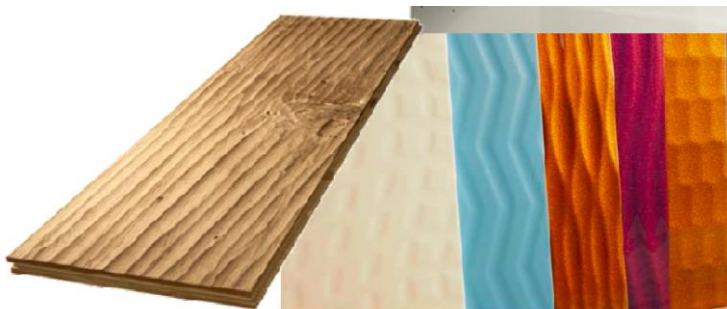
- pásová pila – katrovací efekt
- drásací válec – podélné strukturování (drásání)
- planetary jednotka (rotační hlavy)
- orbital – excentrické broušení podélně příčného dřeva

2.1 Profilovací frézovací válec

U Jednotka s frézovacím válcem (obr. 1) slouží k účelům profilového frézování do horní plochy dílců. Podle profilu osazených nástrojů lze provádět například pravidelné anebo nepravidelné vzory na MDF dílcích, sloužících jako panelové obklady. U masivních podlahových vlysů lze dosáhnout efektu ručního opracování s různou intenzitou viditelnosti (obr. 2).



Obr. 1: Profilovací jednotka s frézovacím válcem



Obr. 2: Efekt ručního opracování povrchu

Pro větší rozmanitost lze frézovací válec rozdělit na 2 sekce, kdy každá je osazena jiným tvarem profilových nožů. Pohyb jednotky je řízen ve dvou osách (vertikálně a horizontálně) elektronicky s možností naprogramování pohybů tak, aby bylo dosaženo požadované (ne)pravidelnosti efektu.

2.2 Pásová pila – katrovací efekt

Jednotka s pásovou pilou (obr. 3) je určena zejména pro výrobu masivních podlahových vlysů. Pilový pás vytváří do horní plochy příčné zářezy imitující stopy po

pilovém listu rámové pily – katru (obr. 4). Pohyb jednotky je ve vertikálním směru elektronicky řízen a lze jej programovat (pravidelné nebo nepravidelné řezy).



Obr. 3: Jednotka s pásovou pilou



Obr. 4: Katrovací efekt

2.3 Drásací váleček – podélné strukturování (drásání)

Drásací válce jsou již dlouhou dobu na širokopásových bruskách používány. Buďto se jedná jen o doplnění jednoho drásacího válce ke standardním agregátům s brusnými pásy anebo o konfigurace, které jsou vybaveny pouze drásacími válci, řazenými za sebou (obr. 5). V případě použití více válců se většinou začíná agresivnějším ocelovým až po měkký abralonový (Tynex). Výsledkem je vydrásání jarního dřeva letokruhů o různé intenzitě podle nastavených parametrů (posuv, otáčky, hloubka drásání). Určitým omezením použití těchto válců je nutnost drásání dřeva pouze v podélném směru (obr. 6).



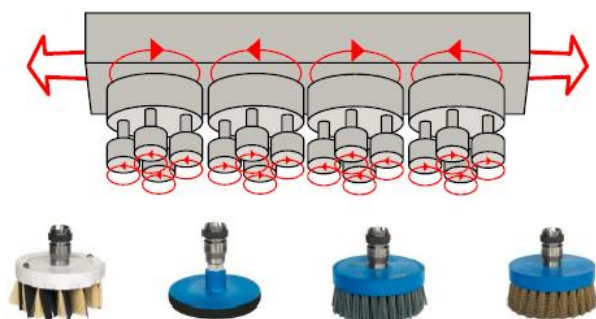
Obr. 5: Jednotky pro podélné drásání povrchu



Obr. 6: Efekt podélného drásání povrchu

2.4 Planetary jednotka - rotační hlavy

Zajímavé řešení představuje jednotka typu PLANETARY (patent SCM) s rotačními hlavami, na kterých jsou osazeny rotační disky (obr. 7). Rotační hlavy mají samostatný pohon nezávislý na pohonu rotačních disků, přičemž rychlost rotace hlav a disků lze nezávisle na sobě nastavovat elektronicky. Rotační disky jsou snadno vyměnitelné a volit lze mezi celou řadou různých typů nástrojů podle požadovaného účelu použití.



Obr. 7: Jednotka typu Planetary SCM

Díky tomu lze jednotku použít pro celou řadu různých aplikací. Jedná se zejména o:

a) všesměrné drásání

Osazením disků s ocelovými anebo abralonovými vlákny různé tvrdosti lze dosáhnout tzv. všesměrného drásání (obr. 8 a, b). V praxi to znamená, že výsledek drásaného povrchu je stejný, nezávisle na tom, jaký je průběh kresby dřeva. Dílce lze do stroje vkládat libovolně orientované, či již předkompletované (okenní rámy, dílce odýhované v podélném i příčném směru, apod.).

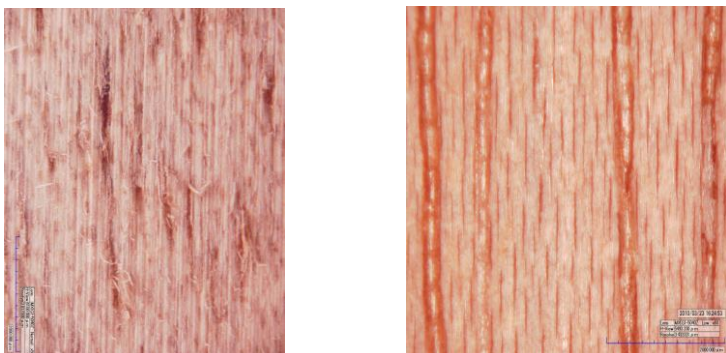


Obr. 8 a, b: Efekt všesměrného drásání podlahového dílce a okenního prvku

Mimo to je tento efekt odlišný od výsledku podélných drásacích válců. Díky všesměrnému drásání je odrásaný povrch přirozenější bez ostrých přechodů mezi jarním a letním dřevem letokruhu.

b) odstranění volných vláken a otevření pórů

Efekt všesměrného pohybu rotačních disků lze dále využít i k velice účinnému odstranění volných vláken, která vznikají po podélném broušení pomocí pásu (obr. 9a, 9b). Zároveň je dosaženo efektu otevření pórů. Výrazně se tím usnadňuje a zlepšuje následný proces povrchové úpravy dřeva (mj. omezení efektu zvednutých vláken po aplikaci vodou ředitelných laků).



Obr. 9 a, b: Efekt otevření pórů a odstranění volných vláken

c) broušení profilovaných povrchů a podélně příčného dřeva

Při osazení jednotky třásňovými nástroji (typ Flextrim) je možné provádět účinné broušení dílců s profilovaným povrchem (do hloubky až 14 mm), jako jsou např. profilované dveře (obr. 10), kuchyňská dvířka (obr 11), dveřní kazety, apod.

Případně lze na jednotku osadit rotační disky s brusným papírem pro odstranění stop po příčném broušení (obr. 12).



Obr. 10: Broušení profilovaných povrchů



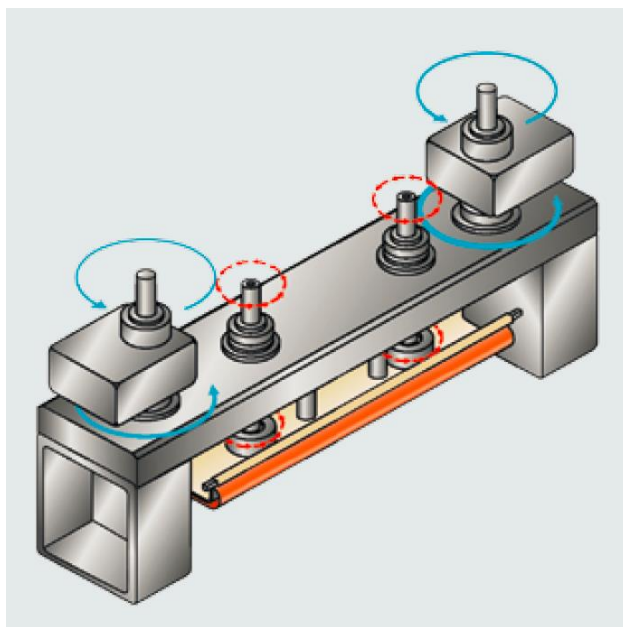
Obr. 11: Broušení kuchyňských dvířek



Obr. 12: Odstranění stop po příčném broušení

2.5 Orbital – excentrické broušení podélně příčného dřeva

Jednotka speciálně vyvinutá pro účel broušení dílců s přechodem podélně příčného dřeva. Jednotka se skládá ze široké patky, která vykonává rychlý orbitální pohyb o malém poloměru a dále pak nezávislý pomalejší orbitální pohyb po velkém poloměru (obr. 13). Výsledkem je dosažení stejného efektu broušení jako při použití ruční excentrické brusky. Typické použití je tedy např. na kuchyňská dvířka z masivu, rámové dveře, okenní rámy, apod.



Obr. 13: Jednotka pro broušení podélně příčné

3 DOKOČOVÁNÍ STRUKTUROVANÝCH POVRCHŮ

Dokonalá příprava povrchu je základním předpokladem kvalitní povrchové úpravy a takto upravený prvek lze použít jak v interiéru, tak v exteriéru. Například pro taktopřipravený rámový a křídlový prvek stavební výplně (obr. 8b) v prvku dřevo-hliník doporučuje firma Remmers použít jejich ECO produkt LW 722 eco, který je určen výhradně na dřevo-hliníkové stavební výplně. Induline LW-722 (eco) vzniká za použití certifikované metody hmotnostní bilance, která se také používá pro výrobu zelené elektřiny. Na základě předchozích zkušeností je 100% fosilních paliv, určených pro výrobu Induline LW-722 (eco) a používaných jako pojivo, nahrazeno obnovitelnými zdroji. Tato biomasa pochází z nejedlých částí rostlin, popřípadě ze zemědělského nebo organického odpadu. A proto platí: Čím více litrů Induline LW-722 (ECO), vyrobeného na bázi biomasou vyváženého pojiva, je poptáváno a produkováno, tím více fosilních paliv je na začátku výrobního procesu nahrazeno biomasou. Bilance tak vždy zůstává vyvážená.

Vývojem produktu Induline LW-722 (eco) tak podniká společnost Remmers další krok směrem k "zelené budoucnosti". Až 4 litry ropy mohou být při výrobě 20 litrů Induline LW-722 (eco) nahrazeny obnovitelnými zdroji.

Při produkci 1000 litrů Induline LW-722 (eco) se také ušetří přibližně stejné množství oxidu uhličitého, jako je do ovzduší uvolněno při letu z Paříže do Moskvy. Při nákupu jednoho balení Induline LW-722 (eco) a díky metodě hmotnostní bilance nejen ošetřujete svá dřevohliníková okna vysoce kvalitním výrobkem značky Remmers, ale také chráníte globální zdroje a životní prostředí.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl realizován za finančního přispění Evropské unie v rámci projektu Partnerství v oblasti stavebnictví a architektury, č. projektu: CZ.1.07/2.4.00/17.0064.

LITERATURA

- [1] Firemní podklady firmy PANAS, spol. s r.o.
- [2] Firemní podklady společnosti Remmers
- [3] KRÁL, P. Obrábění dřevařských materiálů. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. 175 s. ISBN 978-80-7375-267-5.

NEW POSSIBILITIES FOR SURFACE TREATMENT ON BELT GRINDERS

Keywords

wood grinding, wood surface structuring, rotary grinding, finishing of surface

Summary

Surface treatment on wide-belt grinders is not limited only to the use of grinding belts on longitudinal and/or transverse units. Over time, new aggregates have been appearing on wide-belt grinders, which greatly expand the grinding possibilities in order to obtain special surface treatment effects or achieve surface preparation that greatly facilitate the subsequent surface finishing process with various types of varnishes, for example with professional Remmers products.

Pavla KOTÁSKOVÁ⁵

KONSTRUKCE, PORUCHY A ŽIVOTNOST VRCHNÍ STAVBY DŘEVĚNÝCH LÁVEK A MOSTŮ

Abstrakt

Příspěvek je zaměřen na konstrukce vrchní stavby dřevěných krytých i nekrytých lávek a mostů a jejich konstrukční ochranu, která může podstatně ovlivnit jejich životnost. Je zpracován na základě prováděných vizuálních kontrol těchto staveb v České republice. Jsou představeny nejčastější poruchy dřevěných prvků na konkrétních příkladech realizací, které vychází z technického průzkumu stávajících konstrukcí. Článek má také poukázat na nutnost kontrol a údržby, která může eliminovat degradaci zejména dřevěných částí mostů a lávek.

Klíčová slova

Dřevěné konstrukce, degradace dřeva, konstrukční ochrana, chemická ochrana

1 ÚVOD

Konstrukce lávek a mostů patří ke specifickým stavebním konstrukcím, u nichž kromě obecných požadavků souvisejících s dostatečnou únosností je významným kritériem harmonické a estetické začlenění konstrukce do krajiny. Pro stavby na turistických nebo cykloturistických trasách v krajině bude nevhodnějším a nejpřirozenějším materiálem dřevo. V posledních letech se i v České republice zvýšil zájem o dřevěné konstrukce nejen z důvodů, že se jedná o přírodní a obnovitelný materiál. Souvisí to i s vývojem nových materiálů na bázi dřeva, spojovacích prostředků, lepidel i impregnačních látek.

Na nosnou konstrukci mostů a lávek je možné použít rostlé dřevo nebo lepené nosníky. Pro větší rozpětí mostů a lávek, vzhledem k omezeným rozměrům přírodního dřeva, byl dříve převládajícím konstrukčním systémem dřevěných mostů příhradový nosník. Moderní lepené dřevěné konstrukce však umožňují výrobu plnostěnných trámových i obloukových konstrukcí prakticky libovolných rozměrů i tvarů. Je možné lepené nosníky použít na poměrně velká rozpětí i zatížení, i když přednost se dává zatížení krátkodobému.

Pro nosné konstrukce mostního typu se v ČR zpravidla používá konstrukční dřevo z jehličnatých dřevin třídy pevnosti C24 (třídy jakosti S10) a listnatých dřevin třídy pevnosti D30, D35 (třídy jakosti LS10), podle norem ČSN EN 338, ČSN EN 1912+A4, ČSN 73 2824-1 a ČSN 73 1702. Pro hlavní nosné prvky mostů i lávek se běžně používá rovněž lepené lamelové dřevo třídy pevnosti GL24 (případně i vyšší pevnosti GL28, L33) podle norem ČSN EN 1194 a ČSN 73 1702. Konstrukce může být vyrobena jen z rostlého dřeva nebo jako kombinace rostlého a lepeného dřeva (zpravidla hlavní nosníky jsou z lepeného dřeva a ostatní prvky z rostlého dřeva). V některých případech lze využít kombinace dřeva s jiným stavebním materiálem. Výhodná může být zejména kombinace dřeva a betonu používaná

⁵ Ing. Pavla Kotásková, Ph.D., Ústav inženýrských staveb, tvorby a ochrany krajiny, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, tel.: (+420) 545 134 010, e-mail: pavlakot@mendelu.cz

ve spřažených konstrukcích s betonovou mostovkou. Poměrně běžná je kombinace základní dřevěné konstrukce s ocelovými prvky (táhly, taženými pruty apod.). [1]

Dřevo je sice trvanlivé, ale musíme mít na paměti, že se jedná o organický materiál, který může být poškozen biotickými nebo abiotickými činiteli. Velmi důležitá je tudíž konstrukční a chemická ochrana.

2 VRCHNÍ STAVBA DŘEVĚNÝCH MOSTŮ A LÁVEK

Většina dřevěných mostů a lávek v ČR slouží pouze pro pěší a cyklisty, jen nepatrné množství je navrženo pro silniční dopravu. Pevných mostů je naprostá většina, ale jsou i nově realizované mosty se zvedacím zařízením pro případ zvýšené hladiny při povodních. (obr. 1 a 2)



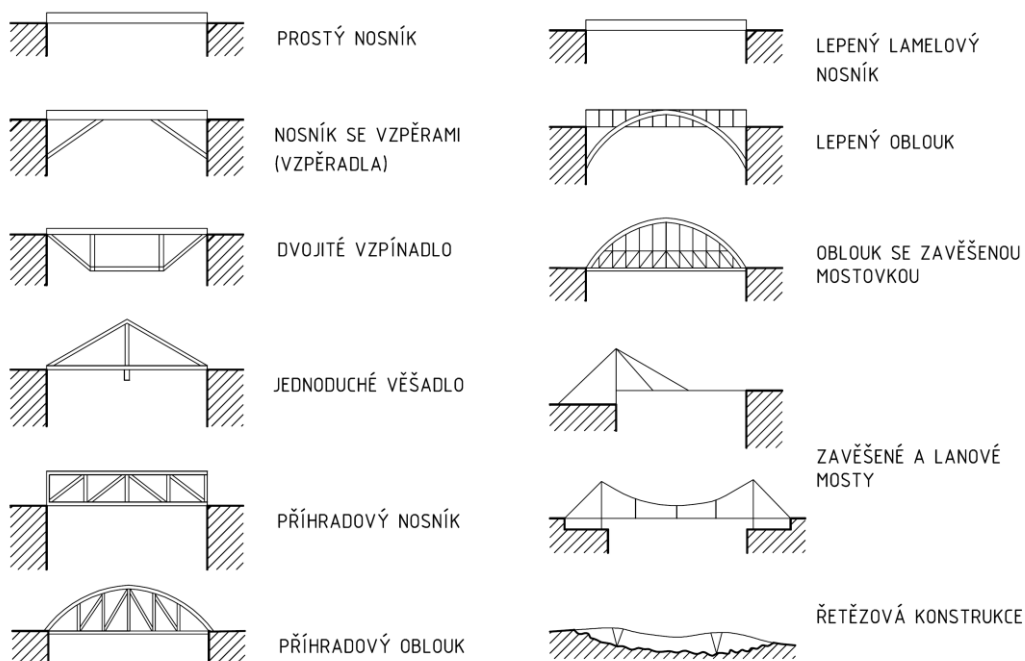
Obr. 1: Lávka se zvedacím mechanismem v Chrastavě - na březích je upevněná vždy na dvou sloupech, po nichž se může posouvat nahoru a dolů, aby při povodních netvořila bariéru.



Obr. 2: Zvedací lávka na cyklostezce v Mladé Boleslavi byla navržena kvůli hrozbě povodní. Mechanismus umožní v případě hrozící velké vody konstrukci zvednout do výšky.

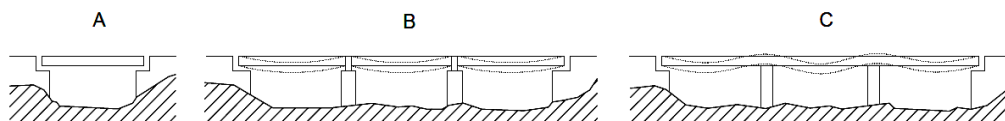
Vrchní stavba mostů a lávek je tvořena nosnou konstrukcí a svrškem, kde nosná konstrukce sestává z hlavní nosné konstrukce, mostovky a ložisek, svršek tvoří odrazný obrubník, zábradlí, event. vozovka [2].

Nosná konstrukce závisí na délce rozpětí a šířce lávky. Pro lávky a mosty se navrhuje jednoduché konstrukční systémy s trémovými, plnostěnnými nebo příhradovými hlavními nosníky. Nosné konstrukce dřevěných mostů a lávek mohou být provedeny několika způsoby. Konstrukce vychází z osvědčených základních systémů nebo jejich kombinací (obr. 3), další se vyvinuly následkem moderních technologií, zejména použitím lepeného dřeva.



Obr. 3: Příklady konstrukčních typů dřevěných lávek a mostů

Nejčastěji jsou navrhovány mosty o jednom poli jako prosté nosníky. Lávky a mosty o více polích mohou být řešeny spojitou konstrukcí, spojitou konstrukcí s vloženými klouby nebo jako lávka o více polích se staticky samostatnými poli. (obr. 4)



Obr. 4: Dělení dřevěných lávek a mostů podle počtu polí

A) lávka o jednom poli, B) lávka o více polích se staticky samostatnými poli, C) lávka o více polích - spojitý nosník přes všechna pole - překresleno dle [3]

2.1 Trámové mosty

Nosnou konstrukci trámových systémů, které se v České republice realizují, tvoří dvojice plnostěnných nebo příhradových nosníků s dolní, mezilehlou nebo horní mostovkou. Nosníky jsou navrhovány jako přímé nebo klenuté, využívá se trámů z rostlého řeziva nebo lepeného lamelového dřeva. (obr. 5 až 8).



Obr. 5: Dvojice přímých plnostěnných prostých nosníků z lepeného dřeva s dolní mostovkou



Obr. 6: Dvojice přímých plnostěnných prostých nosníků z lepeného dřeva s horní mostovkou



Obr. 7: Dvojice obloukových plnostěnných prostých nosníků z lepeného dřeva s dolní mostovkou



Obr. 8: Dvojice obloukových plnostěnných prostých nosníků z lepeného dřeva s horní mostovkou

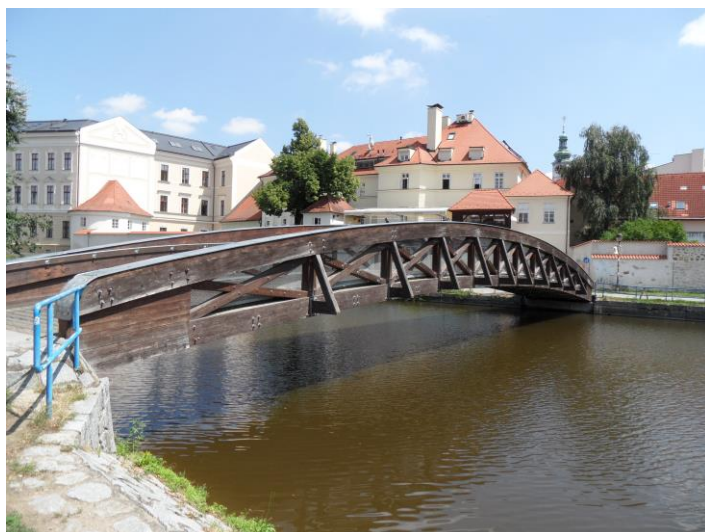
Mosty a lávky s příhradovými nosníky jsou u nás nejčastěji realizovány s dolní mostovkou. I u příhradových nosníků lze pro jednotlivé prvky, zejména horní a dolní pás, využít lepené lamelové dřevo. Nosníky jsou přímopásové (obr. 9) nebo se zakřiveným horním nebo dolním pásem.



Obr. 9: Krytou lávku tvoří dvojice příhradových přímopásových nosníků s dolní mostovkou

2.2 Obloukové mosty

Základní výhoda obloukových mostů z hlediska statického vyplývá zejména z jejich tvaru, který se volí blízký tvaru výslednicové čáry od vnějšího zatížení. Z tohoto důvodu je nejvhodnější parabola. Z estetického hlediska působí oblouky ve srovnání s mostními konstrukcemi jiných tvarů velmi příznivě. Vlastní oblouk lze provést jako plnostěnný nebo příhradový, s rovnoběžnými i různoběžnými pásy, které se k podporám sbíhají (obr. 10) [3].



Obr. 10: Příhradový oblouk (oblouky srpovitého tvaru)

Obloukové konstrukce jsou dobře přijímány nejen pro svůj vzhled, ale i po stránce statické. Jsou navrhovány jako dvou nebo trojkloubové plnostěnné nosníky. V České republice jsou nejčastěji realizovány mosty se spodní mostovkou (obr. 11), několik mostů je

řešeno s mezilehlou mostovkou (obr. 12). Pokud je požadován volný prostor nad konstrukcí mostu, např. z důvodů zachování potřebného výhledu na krajinu, je možné navrhnout konstrukce s horní mostovkou. To však vyžaduje dostatečnou konstrukční výšku, proto se navrhuje zřídka.



Obr. 11: Obloukový most s dolní mostovkou - plnostěnný oblouk z lepeného dřeva



Obr. 12: Obloukový most s mezilehlou mostovkou - plnostěnný oblouk z lepeného dřeva

Při větším rozpětí je možné nosníky podepřít nejen na koncích, ale i v poli pomocí vzpěr. Soustava je označována vzpěradlová (obr. 13). Je možné ji použít v případě, že je

k dispozici dostatečná konstrukční výška. Je potřeba pamatovat na to, že i konce vzpěr, které se opírají o opěry, musí být nad úrovní navrhované volné výšky mostu. Vzpěradla působí na podpory šikmými tlaky, to vyžaduje zesílení opěr. Doporučuje se volit úhel 30 až 45°. [4]



Obr. 13: Vzpěradlová lávka

V lokalitách, kde je malá konstrukční výška a požaduje se větší rozpětí, může se navrhnout věšadlová konstrukce (obr. 14). Sestává ze dvou věšadlových nosníků. Jednoduché (trojúhelníkové) věšadlo rozděluje trám na dvě pole, dvojnásobná věšadla na 3 pole. Proti klopení se mezi horní věšadlové pásy umístí příčná ztužidla.



Obr. 14: Věšadlový most – kombinace jednoduchých a dvojnásobných věšadel

2.3 Visuté a zavěšené konstrukce

Konstrukce visutých mostů a lávek umožňuje překlenutí největšího rozpětí prozatím ze všech typů mostních konstrukcí [3]. Hlavním nosným prvkem je visutý pás, tvořený řetězem (mosty řetězové) nebo jsou použita lana. Prvky mostovky mohou být zavěšeny přímo prostřednictvím závěsů nebo jsou visuté mosty a lávky realizovány s výztužným nosníkem. Visuté mosty s výztužným nosníkem vykazují větší stabilitu. (obr. 16)



Obr. 15: Visutý řetězový most umožňuje i přejezd vozidel



Obr. 16: Visutý most s výztužným nosníkem

Hlavním nosným prvkem zavěšených mostů (obr. 17) je trámový nosník mostovky zavěšený na šikmých závěsech vedených přes pylony a působících na podpory šikmými tahy. Na rozdíl od visutých mostů jsou nosná lana zavěšených mostů kotvena téměř vždy do trámu mostovky a jen výjimečně do základových bloků. [3]



Obr. 17: Zavěšená lávka

3 ŽIVOTNOST DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

Životnost dřevěných konstrukcí je ovlivněna celou řadou činitelů. V zásadě však jde o samotný konstrukční návrh respektující zejména konstrukční ochranu dřeva, výběr dřeva s vyšší přirozenou trvanlivostí a správně provedená chemická ochrana. Pro zabezpečení potřebné životnosti je nutná pravidelná kontrola realizovaných staveb a jejich údržba.

3.1 Konstrukční ochrana

Konstrukční opatření spočívají v takovém návrhu konstrukce, který maximálně omezuje pronikání vody do dřeva a umožňuje rychlý odtok vody. Kde není možné částečné nebo úplné zakrytí hlavních konstrukčních prvků, tam můžeme předcházet zbytečnému a nepřiměřenému vlhnutí dřeva správným řešením jednotlivých konstrukčních detailů.

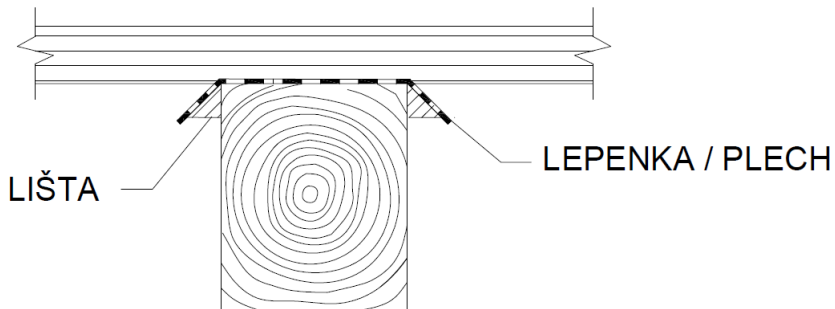
Jak je uvedeno v ČSN EN 1995-2 trvanlivost může být zvýšena následujícími opatřeními [5]:

- omezení stojaté vody na dřevěných površích pomocí vhodného sklonu povrchů,
- omezení otvorů, zářezů apod., kde se může hromadit nebo prosakovat voda,
- omezení přímého absorbování vody (např. kapilární absorpce z betonového základu) užitím vhodných bariér,
- omezení trhlin a delaminace, zvláště v oblastech, kde mohou být vystaveny povětrnosti koncová vlákna, vhodným neprodyšným uzavřením a/nebo krycími deskami,
- omezení bobtnání a sesychání dřeva zajištěním jeho vhodné počáteční vlhkosti a snížením vlhkostních změn za provozu pomocí přiměřené povrchové ochrany,
- hledání geometrie konstrukce, která zajistí přirozené větrání všech dřevěných částí.

Nebezpečí zvýšené vlhkosti blízko povrchu terénu např. v důsledku nedostatečného větrání způsobeného vegetací mezi dřevem a terénem, nebo stříkající vody, má být redukováno jedním nebo více následujícími opatřeními:

- pokrytí povrchu terénu vrstvou štěrku apod. za účelem omezení vegetace,
- užití zvětšené vzdálenosti mezi dřevěnými částmi a úrovní terénu.

Styčné plochy mezi mostinami a nosníky jsou náchylné na nadměrnou vlhkost a následné poškození hnilobou. Ochranu zde poskytuje mimo dokonalé impregnace celé konstrukce překryv nosníků oplechováním nebo asfaltovou lepenkou uchycenou na jejích bocích trojúhelníkovými lištami (obr. 18) [2].



Obr. 18: Ochrana povrchu trámových nosníků

3.2 Chemická ochrana

Trvanlivost dřeva se dá podstatně prodloužit vhodnou povrchovou úpravou. Z jednoúčelových speciálních prostředků jsou to zejména hydrofobní roztoky (pro dřevo, které je v trvalém kontaktu s vlhkem), fungicidní přípravky (proti plísním a houbám) a algicidní přípravky (brání tvorbě řas). Pro dřevěné prvky určené pro venkovní prostředí se doporučuje tlaková impregnace, při níž se hluboko do dřevní hmoty vpravují látky chránící dřevo komplexně: proti vlhkosti, hnilobě, houbám a dřevokaznému hmyzu. Pokud se rozhodujeme o vhodném nátěru, je třeba zhodnotit a zvážit výhody a nevýhody jednotlivých látek.

Chemické ochranné prostředky na dřevo musí mít tyto základní vlastnosti:

- a) dostatečnou a dlouhodobou účinnost fungicidní, insekticidní a/nebo jejich kombinaci, v některých případech i odolnost proti povětrnostním vlivům;
- b) schopnost rychle a rovnoměrně vnikat do dřeva při vakuopřetlakové impregnaci a/nebo beztlakových aplikačních metodách;
- c) nesmí zhoršovat mechanické ani fyzikální parametry dřeva (jeho užité vlastnosti);
- d) vyhovovat současným toxikologickým a ekologickým požadavkům, především:
 - přijatelnou toxicitou pro ostatní organismy;
 - relativní neškodností jimi chráněného dřeva pro člověka i životní prostředí;
 - chráněné dřevo nesmí ohrožovat životní prostředí po celou dobu služby;
 - možnost bezpečné likvidace chráněného dřeva po skončení jeho služby.
- e) dostatečný rozsah použitelnosti, tj. možnost aplikace různými technologiemi, v širokém pásmu teplot, v různých zařízeních atd. [6]

Jak uvádí Štefko [7], nátěry s hydrofobním účinkem zabraňují vnikání srážkové a odstříkující vody do konstrukce, zpomalují transport vzdušné vlhkosti do dřeva a současně brání vnikání zárodků biologických škůdců do dřeva. Měly by být dostatečně paropropustné, aby se pod nimi nemohla hromadit kondenzovaná a jiná voda.

3.3 Kontrola mostů

Prohlídky mostů dle ČSN 73 6221 zabezpečuje většinou vlastník mostního objektu, případně správce tohoto objektu, pokud není stanoveno jinak. Prohlídku mostu smí provádět jen osoba, která má příslušná osvědčení. [8]

První hlavní prohlídku nového nebo zrekonstruovaného mostu zajišťuje objednatel stavby mostu. Normou ČSN 73 6221 Prohlídky mostů pozemních komunikací jsou stanoveny druhy a termíny provádění prohlídek.

U dřevěných mostů je interval hlavních prohlídek 2 roky. Běžná prohlídka je závislá na klasifikačním stupni stavu mostu. Nejméně jedenkrát ročně u mostu s klasifikačním stupněm stavu I až III – což jsou mosty v bezvadném, velmi dobrém nebo dobrém stavu. Dvakrát ročně pak u mostů s uspokojivým, špatným nebo velmi špatným stavem, přičemž povrchová hniloba dřevěných konstrukcí se řadí do špatného stavu. Kromě těchto povinných prohlídek se provádí mimořádné prohlídky např. po živelných pohromách, ale i při průvodních příznacích nebezpečného oslabení např. hnilobou, živočišnými škůdci. [8]

Posledním typem prohlídek je kontrolní prohlídka, kterou neprovádí správce mostu, ale příslušný silniční správní úřad. Provádí se především kontrola provádění běžných a hlavních prohlídek, dodržování jejich termínů, rozsahu a kvality. Provádí se zpravidla v intervalech 4 roky, nejdéle v intervalu 6 let.

Při prohlídkách je kontrolována nejen vrchní stavba, ale i spodní stavba mostu. U vrchní stavby dřevěných mostů se zjišťuje, nejsou-li dřevěné části poškozeny hnilobou, dřevokazným hmyzem, trhlinami nebo jinými škodlivými vlivy. Je třeba kontrolovat, zda je dostatečná ochrana konstrukce proti vlivu povětrnosti a možnost přístupu vzduchu ke všem částem dřevěné konstrukce tak, aby dřevo bylo dostatečně provětráváno. Kontrolují se i stykové plochy dřevěných částí namáhaných na tlak z hlediska rozsahu dosedání. Je potřeba věnovat pozornost spojům i ocelovým spojovacím prostředkům. U lepených nosníků se sleduje delaminace a stav impregnačních nátěrů. [8]

4. VÝSLEDKY KONTROL STÁVAJÍCÍCH MOSTŮ

Údržba mostů a lávek by měla být prováděna pravidelně. Je tedy třeba vykonávat ji průběžně po celý rok. Při kontrole lze narazit na skutečnost, že se některé konstrukční detaily projeví, jako nevhodné, způsobující degradaci dřeva. (obr. 20 a 21)

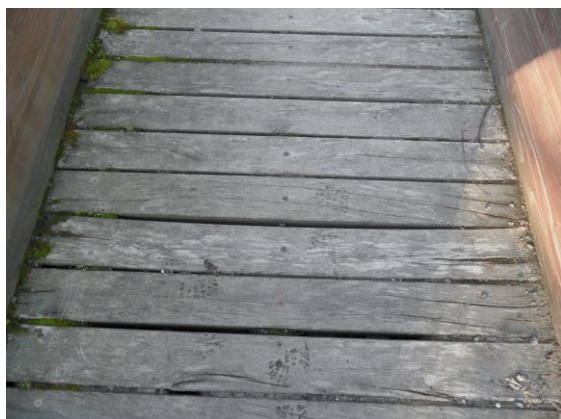


Obr. 19 a 20: Architektonicky zajímavý prvek – avšak biologické poškození vodorovného prvku z rostlého dřeva. Koncová vlákna jsou vystavena povětrnostním vlivům.



Obr. 23: Nevhodný konstrukční detail způsobuje degradaci dřeva - voda zatéká do spoje.

Nejvíce namáhanou částí lávek a mostů provozem je mostovka, která bývá první z dřevěných částí narušená. Tato skutečnost se předpokládá, a proto musí být konstrukce mostovky navržena tak, aby ji bylo možné jednoduše a včas vyměnit. Přesto odstraňováním veškerých nečistot lze životnost zvýšit. Pod nánosy nečistot (hromadění spadaného listí, bláta, drobného kameniva apod.) se zvyšuje vlhkost dřevěných prvků a následně dochází k degradaci. Jak je zřejmé z obrázků 22 a 23, mezery mezi jednotlivými mostinami mají tendenci se zanášet nečistotami a v některých případech se zde uchyťí i vegetace. I nánosy drobné frakce kameniva na mostovce mohou způsobit zvýšené opotřebení.



Obr. 22 a 23: Zanedbaná údržba – v mezerách mostovky se zachytily nečistoty i vegetace, degradace nosného prvku.



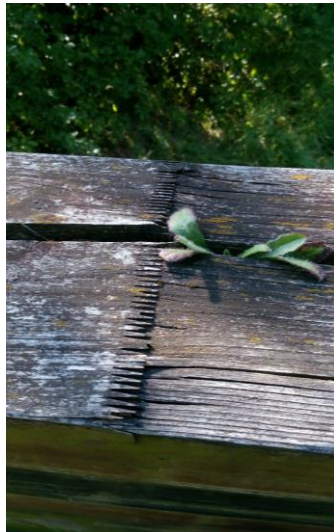
Obr. 22: Vyměněná mostovka prodlouží životnost lávky



Obr. 23: Zanedbaná údržba – výsušné trhliny lepeného nosníku

Další, často poškozenou částí je konstrukce zábradlí. Výsušnými trhlinami proniká do dřeva voda a postupně dochází k další degradaci dřeva. obr. 24 a 25. Trhliny se vyskytují častěji na prvcích z rostlého dřeva, ale jak je patrné z obr. 23 a 25, vyskytují se i lepeného dřeva.

Trhliny je možné do jisté míry eliminovat způsobem zpracování dřeva. Je vhodné použití dřeva ze zimní těžby, neboť vysychání dřeva na požadovanou mez je rychlejší a nedochází k tak velkým objemovým změnám. Dále se doporučuje ponechat dřevo zastíněné, aby přímé slunce nezpůsobovalo rychlejší sesychání. Samozřejmě je vhodné řešit i chemickou ochranu, která vzniku výsušných trhlin částečně zamezí. [9]



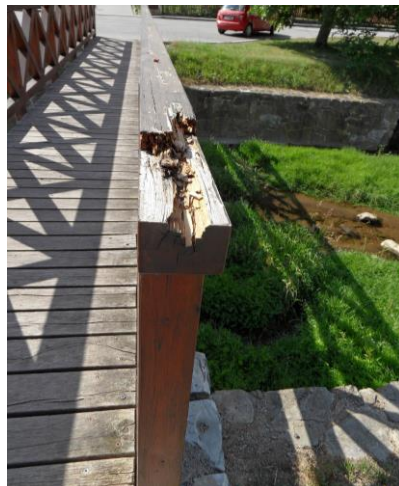
Obr. 24 a 25: Výsušné trhliny zábradlí z rostlého i lepeného dřeva se zanášá a do dřeva proniká více vlhkosti

Při osazování krycích desek, které mají chránit hlavní nosníky je potřeba uložit tyto prvky pravou stranou nahoru. (obr. 26 a 27)



Obr. 26 a 27: Krycí desky zábradlí jsou osazeny nesprávně, tudíž neplní svoji funkci, voda po deštích se zde může hromadit – neodtéká.

Včasná oprava trhlin, do kterých proniká voda je nesmírně důležitá. Problematickým místem se stávají i místa s vypadnými sukami, nebo zátkami, pro krytí spojovacích prvků. Do těchto míst se dostává voda, která jednak může způsobovat korozi spojovacího prvku, ale i degradaci dřeva (obr. 28 a 29).



Obr. 28 a 29: Chybějící zátka chránící spojovací prvek a degradace zábradlí

Dále je třeba kontrolovat nátěry dřevěných prvků. Zejména na osluněných stranách, kde má dřevo větší tendenci vysychat, dochází často k delaminaci u lepeného dřeva (obr. 30). Díky včasné obnově nátěru, lze tomuto jevu zabránit. Dále je možné chránit dřevěným provětrávaným obkladem [9].



Obr. 30: Delaminace lepeného plnostěnného nosníku na osluněné straně mostu



Obr. 31 a 32: Nekrýtý svorníkový spoj a nadměrné dotažení svorníků

Problém zvýšené vlhkosti dřevěných částí mohou způsobit i náletové dřeviny v blízkosti mostní konstrukce. Částečné zastínění může být vhodné. Pokud se však ke dřevu nedostane proud vzduchu, který by zajistil, aby konstrukce dobře vysychala, je třeba zasáhnout. Z toho vyplývá nutnost časté údržby nejen samotného mostu, ale i bezprostředního okolí. (obr. 33).



Obr. 33: Okolí mostu neumožňuje vysušení dřeva proudem vzduchu

Při průzkumu stávající staveb, byl zjištěn problém i s vandalismem. Na jednom z nově realizovaných mostů bylo zřejmé, že někdo z konstrukčního spoje demontoval matice a podložky. Šrouby naštěstí zůstaly, ale přesto je to skutečnost, se kterou projektant nepočítal. (obr. 34)



Obr. 34: Chybějící podložka a matice

5 ZÁVĚR

Největším problémem dřevěných mostů a lávek je zabezpečení jejich dostatečné životnosti. Pro stavbu mostní konstrukce musí být použity kvalitní trvanlivé materiály, musí být navržena konstrukční a chemická ochrana. Je však nutná pravidelná kontrola a údržba nejen dřevěné konstrukce, ale i spojů a spojovacích prostředků. Požadavky na údržbu a stanovení termínů kontrol by měly vycházet již z projektu. Kontrola a údržba musí být zaměřena na mechanické poškození a kontrolu spojů a spojovacích prostředků. Při prohlídce je třeba se zaměřit na trhliny ve dřevě, delaminaci lepeného dřeva, výskyt plísní a hniloby a v neposlední řadě na zvětvávání nátěrů.

Z realizovaných prohlídek mostů lze konstatovat, že v mnoha případech je kontrola a zejména údržba zanedbávána. Pokud nejsou prováděny okamžité opravy poškozených částí, životnost dřevěných konstrukcí se výrazně zkrátí. Pokud je provedena včasná oprava poškozených částí např. hnilobou, nevede to k nutnosti vyměnit celé prvky a konstrukce se dá zachránit.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl realizován za finančního příspěví v rámci Institucionálního plánu MENDELU dílčího projektu Tvorba výukového materiálu Lávky a mosty č. projektu: IN4190341/ 1106/ 422.

LITERATURA

- [1] Straka, B.: Dřevěné mosty v lese. [CD-ROM]. In Stavby pro plnění funkcí lesa v harmonii s přírodou. s. 81-93. ISBN 978-80-214-4158-3.
- [2] Hanák, K.: Zpřístupňování lesa. Odvodňovací objekty na lesních cestách. MZLU, Brno 1996. ISBN 80-7157-231-4.

- [3] Karmazínová, M.; Sýkora, K.; Šmak, M.: Konstrukce a dopravní stavby Modul B001 – M02. Konstrukce - základní typy konstrukcí. Konstrukční řešení staveb, mosty. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. Brno: VUT v Brně, Fakulta stavební, 2004.
- [4] Skatula, L.: Propusti a mosty. Pomůcky pro studium inženýrských staveb lesnických. Brno VŠZ. 1950
- [5] ČSN EN 1995-2: Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 2: Mosty
- [6] Novotný, V.: Ohrožení dřevěných konstrukcí dřevomorkou domácí - její výskyt, identifikace, sanační opatření. In Poškození zpracovaného dřeva houbami a hmyzem. Praha 2005. s. 13-16. ISBN 80-213-1374-9.
- [7] Štefko, J., Reinprecht, L., Kuklík, P.: Dřevěné stavby: konstrukce, ochrana a údržba. 2., české vyd. Bratislava: Jaga, 2006. Můj dom. ISBN 80-8076-043-8.
- [8] ČSN 73 6221. Prohlídky mostů pozemních komunikací. 1. 3. 2011. Praha: Český normalizační institut, 2011.
- [9] Fojtík, R., Lokaj A., Gabriel, J.: Dřevěné mosty a lávky. Praha: pro Lesy České republiky, s.p., a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2017. ISBN 978-80-88265-04-7.

CONSTRUCTIONS, FAILURES AND LIFETIME OF UPPER CONSTRUCTION OF WOODEN FOOTBRIDGES AND BRIDGES

Keywords

Timber structures, wood degradation, structural protection, chemical protection

Summary

The biggest problem of wooden bridges and footbridges is how to ensure their durability. For the bridge construction it is possible to use durable materials. Structural and chemical protection can be designed. However, regular inspection and maintenance of the structure, but also of joints and fasteners is necessary. Maintenance requirements and deadlines for inspections should be based on the project already. Inspection and maintenance must be focused on mechanical damage and inspection of joints and fasteners. During the inspection it is necessary to focus on cracks in wood, delamination of glued wood, occurrence of mold and rot and last but not least on weathering of paints. Based on the visitation of bridges we can say that in many cases the inspection and maintenance are particularly neglected. If damaged parts are not immediately repaired, the lifetime of timber structures will be significantly reduced.

Ondřej Fiala⁶

STAVITELSTVÍ V MAROKU - OD MARRÁKEŠE PŘES VYSOKÝ ATLAS K SAHAŘE

Abstrakt

Maroko je jednou ze zemí, kde lze ještě vidět současně stovky let staré stavební postupy a technologie zpracování přírodních materiálů ve výstavbě na jedné straně, a na druhé straně lze vidět ničím nenarušený odkaz tradiční architektury za použití konvenčních materiálů v novostavbách. To dává městům jednotný ráz, který ve většině míst Evropy není znát.

Klíčová slova

Marocká architektura, hliněné stavitelství, přírodní materiály.

1 ÚVOD

Když se rozhlédnete v Maroku po okolí, vidíte nekonečné panorama, kde ve vyschlé krajině jsou přirozeně umístěné stavby, které velice dobře splývají s okolím. Fasády všech staveb přejali odstíny hlíny, neboť právě hlína je zde hlavním stavebním materiálem.



Obr. 1: Původní hrad s vesnicí, ve kterém se v nynější době dostavěly hradby a nyní slouží jako kulisa pro natáčení filmů

V novodobé výstavbě se už více používají materiály jako beton a pálené cihly, avšak je zde stále snaha, nebo možná tradice, tyto konvenční materiály skrýt pod hliněnou omítku, případně pod omítku takovou, která je hlíně (minimálně barvou) podobná. Na velkém

⁶ Bc. Ondřej Fiala, student magisterského studia Stavby na bázi dřeva, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno, e-mail: fiala.on@gmail.com

množství míst, převážně na bezdýchých turistických zastávkách lze pozorovat tenkovrstvé omítky vytvořené ze směsi silikátu a slaměné řezanky (viz obr. 2).



Obr. 1: Napodobenina hliněné omítky - silikát s příměsí řezanky. Obr. 3: Hliněná omítka

Tento druh finální úpravy stěn má napodobovat pravděpodobně tradiční hliněné omítky (viz obr. 3). To je na jednu stranu úsměvné a na druhou stran je to obrovská škoda. Možná právě turismus, odvětví, kudy přichází lidem větší množství peněz, už tímto způsobem odstřihává místním jejich pomyslné kořeny.

2 SVISLÉ STĚNY

Původní svislé konstrukce, jak již bylo naznačeno, byly prováděny z hlíny. Používají se dva způsoby provádění. Jedná se buď o stěny z nepálených cihel, nebo o dusané stěny do bednění. Při provádění se používají stejné technologie, jakými se tento typ stěn provádí celosvětově i dnes. Avšak již ne v takové míře. Na obrázcích 4 – 6 jsou nástroje používané na výstavbu svislých hliněných stěn, které vypadají spíše jako rekvizity, než aby se denně používaly.



Obr. 4 a 5: Bednění a dusadlo pro výrobu dusaných hliněných stěn.

Nepálené cihly se dělaly tak, že se hliněnou maltou (jíl+řezanka) naplnila forma (obr. 6). Následně se skládaly bloky vedle sebe na zem a nechaly se na slunci vyschnout.



Obr. 6: Forma pro výrobu nepálených hliněných cihel

U dusaných stěn je princip odlišný. Dřevěné bednění se umístí na požadované místo, kde má stěna stát a postupně se plní směsí hlíny a kamení. Důležité je vrstvy důkladně dusat. Po třech dnech se odbední a bednění („šalung“) se posune vedle.

Po dokončení zdi se dle potřeby nanese finální hliněná omítka, která celou zeď sjednotí. To, co jsem pozoroval u starších stěn tohoto typu, bylo nedokonalé vyplnění děr skrze zdi, které tam zůstaly po příčných dolních ztužidlech bednění. Někdy i skrz celou zeď. Na druhou stranu to nemuselo být kontraproduktivní a mohlo to fungovat jako nějaký typ větrání.

Dále jsem se dozvěděl, jak se používala kombinace těchto dvou technologií. Dusané stěny se obestavěly nepálenými cihlami, díky kterým se lépe vytvořily zdobné reliéfy z exteriérové strany.

Pozn. V dnešní době se v Evropě dusané stěny také staví, avšak jen zřídka. Složitost a pracnost je obrovská. U takových to realizací lze vytvořit buď svou strukturou a odstínem jednotlivou stěnu, nebo při použití uměleckého ducha lze pracovat s jednotlivým vrstvením různých směsí plniva. Většinou se jedná jen o interiérové stěny a spíše nenosné. Stěny se dusají po vrstvách, po celé délce stěny. K bednění se používají stejné prvky jako u monolitických betonových konstrukcí, a to vícevrstvé překližky, distanční válce, závitové tyče a z důvodů působení velkých sil v bednění při pěstování. Z vnějších stran se celoplošné překližkové desky podpoří i masivními trámy (rozpěry). Je dobré používat pro jednotlivé vrstvy různé typy, barvy i směsi jílu. Při vrstvení těchto rozmanitých druhů plniv vznikne po odbednění nádherný obraz připomínající půdní vrstvy vzniklé přirozenou sedimentací.



Obr. 2: Nepálené cihly různého formátu. Vlevo jde vidět imitace. Bednící tvarovka z betonu povrchově potřena řídkou hliněnou směsí („špryc“).

Dalším způsobem, který lze v marocké výstavbě zpozorovat, je zdění pomocí pálených cihel. Na první pohled je vidno, že oproti tradičním evropským cihlám, má toto africké stavivo jiné rozměry (tl. cca 3 cm). Nevýhodou může být větší pracnost a spotřeba pojiva při zdění. Značnou výhodou lze však vidět u tradičních islámských architektonických prvků. Mnohdy značné zakřivení kleneb by s naší „tradiční“ cihlou šlo provést obtížněji.

V nynější Marocké výstavbě, se nejvíce používá železobetonový skelet vyplněný děrovanými pálenými cihlami. Případně tradiční islámské klenuté (cibulovité) nadpraží bývá u těchto systému prováděno z monolitického železobetonu. V poměru pracnost/životnost je tento systém asi nejlepším řešením. Proto není divu, že místní obyvatelé na svých oslích povozech převáží ocelové výztuže a namíchanou betonovou směs namísto hlíny.



Obr. 8 Často používaný způsob přepravy osob a materiálu po Marakešských uličkách je oslí povoz. Na obrázku povoz veze směs písku s cementem.

Další materiál, používaný ve výstavbě je přirozeně kámen. Maroko je z jihu odděleno od Sahary pohořím Atlas. Dosud zmiňovanou jílovitou hlínu pak střídá v pohoří všudypřítomný kámen.



Obr. 9: Kamenné zdivo

3 STROPNÍ A STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

Co se týče vodorovných konstrukcí, tak je zajímavé, jak bylo prosté jejich provedení před používání novodobého železobetonu. U některých novodobých nebo rekonstruovaných staveb toto řešení je stále používáno. Je to obdoba, u nás klasického, trémového stropu. Hlavními nosnými prvky jsou různé křivé klacky o průměru cca 5 cm uložené v osové vzdálenosti 0,5 m.



Obr. 10: Dřevěná stropní konstrukce

Tyto nosníky nesou záklop například z tyčí nebo desek, na kterém je vrstva hlíny tl. cca 10 cm. Některé rekonstruované budovy mají stropní konstrukcí z monolitické železobetonové desky, která je překvapivě uložena na hliněných stěnách.

Další zajímavostí rekonstrukcí je, že u původní městské výstavby byly výše popsané skladby zachovány a doplněny například o dlažbu nebo jiné moderně používané souvrství.



Obr. 11: Styk průvlaku a stropních nosníků se záklopem z plošně vyskládaných klacků.

Podobně je řešena nosná konstrukce střech. Většina staveb (99,9 %) má plochou střechu. Obvod je lemován atikou ukončenou např. trojúhelníkovým vyvýšením (2-3 „šáry“ cihel do „pyramidy“) a to stejné je opakováno i v polovině, třetinách nebo čtvrtinách délky atiky. Jak počet „šárů“, tak počet opakování je závislé na velikosti stavby samotné (obr. 12).



Obr. 12: Ukázka klasického ukončení atiky – zdobné trojúhelníky. Nelze se nezaměřit na střešní terasu, pro kterou se ploché střechy přímo vybízejí.

Samotné ukončení atiky, u zdiva z nepáleného zdiva, bývá u některých domů buď zakryto bambusovými rohožemi, nebo modernější variantou - kusy igelitu (obdobu oplechování) a následně zakončeno a zaobleno vrstvou z hliněné malty. Odvod vody ze střechy je řešen jednoduše buď trubkou, nebo dřevěným žlabem vyvedeným skrze fasádu mimo dům.



Obr. 13: Ozdobný prvek římsy. Obr. 3: Prostým způsobem vyřešené odvodnění plochých střech.

4 DISPOZICE DOMŮ

Za největší skvost považují dispozice domů, které sem spolu s pečivem přivezli pravděpodobně francouzští kolonialisté. Měšťanské domy z ulice, na první pohled opět skromné a splývající ve všudypřítomné hliněné barvě, mají největší kouzlo právě ve svém, před okolím, schovaném centru. Jedná se většinou o atriové uspořádání, kdy jsou všechny místnosti umístěny po obvodu domu. V uzavřeném dvoru se téměř vždy nachází vodní plocha vykládaná keramickou mozaikou a též jsou zde rozmístěny rostliny či palmy jakýchkoliv velikostí, které místu dodávají velice příjemný punc.



Obr. 15: Atrium ubytovny, tzv. riadu. Tento prostor slouží k celoročnímu pobývání.

Některé restaurace, které byly v těchto typech domu, měly atria zastřešená transparentním materiálem, a tak se vytvořil ještě zajímavější, celoročně využívaný prostor. Proč se vlastně takové domy navrhovaly a stavěly? Z pohledu tepelné fyziky je vytvořena přirozená klimatizace. Toto atrium - vnitroblok, někdy i třípatrových budov, z masivních materiálů o velké tepelné akumulaci je sám sebou zastíněn, tak aby na něj svítilo přímé slunce. Tudíž více tepla přijímá, než by odevzdával. V atriu bude i za horkých dní příjemně, což je podpořené i mnohdy obrovským objemem vody v bazénku. V tomto a dalších podnebných pásmech je pro pobyt ideální kombinace hutného materiálu, vody a stínu.



Obr. 16: Zastřešené atrium transparentním PVC, ve kterém jsou vyříznuté otvory jen pro vzrostlé stromy. Jak tento prostor, tak i celá zbylá budova je jedna velká restaurace.

Zmíněné vodní plochy právě v relativním středu objektu má vysvětlení ve více esoteričtějších naukách, kde se bere voda jako symbol prosperity a života. A tak se někdy využívá toho, že je voda při dešti nasměrována směrem do středu domu, namísto toho, aby se odváděla vně.

5 DOPLŇKY STAVEB – ZDOBNÉ PRVKY

Tato práce byla primárně zaměřena na marocké stavitelství z pohledu materiálů a technologií. Avšak, byla by škoda, kdybych opomenul krásy rukodělnosti či cit pro detail místních řemeslníků. Tyto ctnosti se výrazně promítají od architektury, až do vybavení interiéru. Městské části jsou propleteny úzkými cestičkami, kterými stěží projede jeden oslí povoz. V širších ulicích se však najde vždy člověk, který buď něco vyrábí, nebo prodává. Cizinec se zde dívá přímo pod ruce všem možným profesím - truhlářům, uměleckým kovářům, kovorytcům apod. Tyto spletité ulice obehnané hliněnými domy, které jakkoliv vypadají skromně, vždy jsou minimálně na dveřích, či špaletách zdobeny ornamenty. Pozoruhodným pravidlem bývá, že při vstupu do jakkoliv, na první pohled prostého domu, následuje krásný interiér, ve kterém na mě rukodělnost, kterou jsem obdivoval na ulicích, promluví v plné kráse. Ornamenty vykreslené keramické obklady dodávají obdiv zdem i podlahám.



Obr. 17: Ornamentální styl na keramickém obkladu.

Všechny truhlářské výrobky od dveří, přes stoly, komody, skříně, rámy oken i jejich okenice jsou taktéž zdobeny opakujícími se orientálními vzory. Tyto vzory jsou do poctivých dřevěných prvků vyřezávány a doplněny jemnou kresbou přírodními barvami, taktéž vyrobenými v nedalekých sukách. Co se týče prvků, jako jsou okenní mříže, zábradlí nebo různé vybavení interiéru, jedná se o kované výrobky, u kterých je opět cítit lidská ruka.



Obr. 18: Kované mříže oken.

U velkých kovaných rastrů spirál a dalších vzorů byla vidět pravidelnost opakování, a jistá rozdílnost u tvarů jednotlivých částí. To oněm prvkům dává zvláštní živost a hravost, ale zároveň se nejedná o chaos. Takovým šperkem interiéru, ale i některých míst kolem domu byla různá stínidla, lucerny či celé lampy. Tyto prvky jsou opět ručním dílem, kdy se skládají z jednotlivých dílců měděného ručně tepaného plechu.

Koberce, vyrobené v nedalekých horách, stelou podlahy chodeb a různých zákoutí. Interiéry jsou vybaveny koberci, kde každý jednotlivý kus je originál bez předlohy (obr. 19).



Obr. 19: Ukázka zručné rukodělnosti v podobě koberců.

ARCHITECTURE IN MOROCCO

FROM MARRAKESH ACROSS THE HIGH ATLAS TO THE SAHARA

Keywords

Moroccan architecture, clay building, natural materials.

Summary

Morocco is one of the countries where can be seen hundreds of years old construction methods and technologies for processing natural materials under construction on one hand. On the other hand, there is a clear legacy of traditional architecture using conventional materials in new buildings. This gives the Moroccan cities a unified character, which is currently unknown in most parts of Europe.